



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

**DISEÑO DE MINIACUEDUCTO POR BOMBEO ELÉCTRICO DE LA COMUNIDAD
“LA MIA” DEL MUNICIPIO DE JALAPA.**

Para optar al título de ingeniero civil

Elaborado por

Br. María Paola Aguirre Pérez
Br. Xochilt Danieska Martínez Duarte

Tutor

Ing. María Elena Baldizón Aguilar.

Managua, Febrero 2019

DEDICATORIA:

Dedico esta tesis monográfica a:

Dios: A Él sea la gloria, por permitirme culminar este proyecto académico y por la vida que me ha regalado.

A mis padres Rafael Aguirre y Damaris Pérez: Por haberme apoyado en todos estos años y ser mi pilar, por alentarme y apoyarme en todo lo que han podido en todo este largo trayecto desde que empecé la universidad, pero sobre todo por el cariño incondicional que me han brindado y por siempre creer en mí.

A mi hermano Rafael Aguirre: Por siempre estar ahí para mí, en los buenos y malos momentos, y brindar su ayuda y comprensión en los momentos que lo he necesitado.

A mis tíos, primos, abuelas y familia en general: Ya que de alguna u otra forma me han dado consejos, ayuda y apoyo sin esperar nada a cambio. En especial a mi tía Yasmina Ortez, tío Carlos Morales y su hijo Carlos Morales; quiénes me ayudaron mientras estuve en Managua, y siempre velaron por mí; y a mi tía Carolina Pérez que siempre está pendiente de mí, aún en la distancia.

A todos mis profesores: Por brindarme sus enseñanzas y ampliar mis conocimientos con vocación y paciencia.

A nuestra tutora Ing. María Baldizón: Por su compromiso, responsabilidad y paciencia como tutora, no cabe duda que, sin su eficaz asistencia, esto no hubiese sido posible.

A todos mis amigos y compañeros: Por brindarme su amistad, experiencias y aportar un grano de arena para que mis días fueran mejores; especialmente a Laura Bello, que

DEDICATORIA:

Este trabajo monográfico se lo dedico a:

Dios, nuestro creador por darme la vida, la sabiduría, la inteligencia, y el deseo de superación para concluir con mis estudios académicos. A ti sea la gloria, la honra por los siglos de los siglos, Amen.

Mis padres, Margarita Isabel Duarte (primera madre), Dominga Jarquin (segunda madre), y a Denis Manuel Martínez (padre), por haberme criado, educado y ser un motor que me impulsaba a ser mejor cada día.

Mis hermanos, Wendell, Cristopher y Jennifer, por convertirse cada uno en el objetivo de este esfuerzo.

Mi tía, Marlene Joiner, mujer ejemplar que confió en mí y me apoyo incondicionalmente durante mis estudios.

Mi esposo, Juan Carlos Torres, quien fue una persona que cada día me instaba a ser mejor y a luchar por mis metas, y quien me apoyo para culminar con este trabajo monográfico.

Nuestra Tutora: **Ing. María Elena Baldizón A**, por su ayuda incondicional para la realización de este trabajo monográfico, su disponibilidad, sus consejos y por dotarnos de sus conocimientos.

Mis compañeras de clases, en especial a mi amiga **María Paola Aguirre Pérez**, por ser un ejemplo para seguir adelante, luchar por la familia, reconocer que todo se puede con paciencia y dedicación y por ser una persona a la cual quiero mucho.

Br. Xochilt Danieska Martínez Duarte.

aún después de terminar estos 5 años, sigue ofreciéndome su amistad como cuando empezamos.

A Xochilt Martínez: Por ser además de una excelente compañera de tesis, también una gran amiga que me brindó su amistad sincera en estos 5 años y me ofreció su ayuda siempre que pudo.

Br. María Paola Aguirre Pérez.

AGRADECIMIENTO

Le agradecemos en primer lugar a **Dios**, nuestro padre celestial, por darnos el regalo de la vida, por haber concluido con los estudios académicos, ser nuestra fortaleza y guía para culminar con nuestra meta.

A **nuestros padres y hermanos**, por siempre estar ahí cuando los necesitábamos, por su amor incondicional, y por ayudarnos en todo lo que han podido.

A **nuestra familia** en general, por el apoyo y cariño brindado a lo largo de los años.

A todos nuestros **maestros**, por enseñarnos con disposición y paciencia, por dotarnos de sus conocimientos y ayudarnos a alcanzar nuestros logros académicos.

A nuestra tutora: **Ing. María Baldizón**, por su tiempo, respaldo, consejos y ayuda en el transcurso de este proyecto.

A todas las personas que de alguna u otra forma han contribuido en la culminación de mi trabajo monográfico.

RESUMEN EJECUTIVO

El Fondo de Inversión Social de Emergencias (FISE), en el año 2017 propuso la realización de diversos servicios de consultoría para el diseño de proyectos de agua en diferentes comunidades en extrema pobreza, dentro de ellas se encuentra la comunidad La Mía. Dicha comunidad actualmente cuenta con un sistema construido en el año de 1996, de forma provisional para los jornaleros ubicados en la zona, no es agua potable y por estas razones es de gran importancia el diseño de un sistema de agua potable.

El sistema de abastecimiento existente se clasifica como un sistema de abastecimiento por gravedad, el cual consiste en una Pila de captación que se ubicada en la quebrada situada en el asentamiento Casas Viejas, la Estancia; luego pasa a otra pila de 5 m³, pasando por un filtro de grava y se almacena en dos reservorios paralelos y que están a 1.5 km, luego el agua se distribuye a la comunidad, este recorrido consiste en 10 kilómetros. Este sistema abastece por medio de puestos públicos a 125 familias el cual fue construido de forma provisional en 1996 (22 años) para la población radicada en la zona con fines agrícola, el cual al momento ya no es satisfactorio debido al crecimiento y desarrollo de la población.

La propuesta de un nuevo proyecto para la comunidad La Mia es una iniciativa de gran importancia que traerá desarrollo y prevención de grandes enfermedades producto del agua no potable en que se abastece.

- El tipo de abastecimiento que se ha propuesto es un sistema de Fuente-Tanque-Red, aprovechando las zonas altas ubicadas en la parte oeste de la comunidad.
- La fuente actual de la comunidad no puede continuar siendo aprovechada, por ende se propuso la perforación de un pozo cerca de la comunidad, situado en la parte baja de la loma las Balbinas en la propiedad del Sr. Oscar Ruiz, en la cima de esta loma esta seleccionado el sitio para el emplazamiento de tanque del almacenamiento, el agua extraída por el pozo será impulsada hacia el tanque de almacenamiento y posterior distribuida a la población por un sistema de gravedad.

Las características del equipo de bombeo son los siguientes:

Capacidad: 6.3-12.6 l/s

Caudal de Bombeo (2039): 4.54 l/s

Carga Total Dinámica (pies): 423.35

Potencia de la Bomba: 15 hp

La línea de conducción por bombeo se extenderá desde el pozo hasta el tanque de almacenamiento con una longitud total de 303.00 m de PVC Cédula SDR-26 con diámetro de 4".

El volumen de almacenamiento requerido, según las normas del INAA es de 80 m³. A ubicarse en un predio de 30m x 30m.

La conexión de entrada al tanque es de 4" (101.60 mm) de diámetro de H.G. y salida de 3" (75.6 mm) y un By-Pass de 3" (75.6 mm), el cual servirá para aislar el tanque del sistema mientras esta en mantenimiento permitiendo el curso del agua desde los pozos hasta la red de distribución, garantizando la entrega del agua.

La red de distribución de agua potable para la comunidad La Mia ha sido dimensionada para abastecer la demanda de máxima hora del año 2039. Se eliminará toda la tubería existente por ser diámetros de 1" y ½" y se reemplazará por tubería nueva de PVC con SRD 26 con diámetros que varían entre 1 ½", 2" y 3" en una longitud total de 7113.18 m.

El costo directo total del proyecto Diseño del Miniacueducto por Bombeo Eléctrico (MABE), asciende a un total de Trece Millones, Doscientos Cuarenta y Tres Mil, Doscientos Veinte y Nueve córdobas (C\$ 13, 243, 229).

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Generalidades.....	1
1.2. Antecedentes	2
1.3. Justificación.....	3
1.4. Objetivos	4
1.4.1. Objetivo general	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
II. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO Y SISTEMA EXISTENTE.....	5
2.1. Ubicación	5
2.2. Población y actividad económica	7
2.3. Clima.....	7
2.4. Relieve	7
2.5. Hidrogeología.....	8
2.6. Sistema de abastecimiento de agua existente	8
III. MARCO TEÓRICO.....	10
3.1. Definición de agua potable.....	10
3.2. Partes de un sistema de agua potable.....	10
3.2.1. Fuente de abastecimiento y captación	10
3.2.2. Línea de conducción	12
3.2.3. Almacenamiento.....	14
3.2.4. Estación de bombeo	15
3.2.5. Red de distribución.....	16
3.3. Tratamiento	17
3.4. Estudios básicos	18

3.4.1.	Período de diseño	18
3.4.2.	Censo poblacional	18
3.4.3.	Proyección de población.....	19
3.4.4.	Estudios de suelo	20
3.4.5.	Estudios hidrogeológicos.....	20
3.4.6.	Estudios de factibilidad ambiental	20
IV.	DISEÑO METODOLÓGICO	21
4.1.	Estudio de campo	21
4.1.1.	Recolección de información existente	21
4.1.2.	Encuesta socioeconómica	21
4.1.3.	Estudios hidrogeológicos.....	22
4.1.4.	Levantamiento topográfico	23
4.1.5.	Estudios de suelos	23
4.1.6.	Estudios ambientales	23
4.1.7.	Evaluación de emplazamiento.....	24
4.2.	Estudios de gabinete.....	24
4.2.1.	Demanda y oferta de agua	24
4.2.2.	Evaluación del sistema actual	25
4.2.3.	Diseño de los elementos que componen el sistema de abastecimiento....	25
4.2.4.	Elaboración de planos	25
4.2.5.	Estimación de costos.....	25
4.3.	Criterios de diseño	26
4.3.1.	Período de diseño	26
4.3.2.	Cobertura.....	26
4.3.3.	Proyección de población.....	26

4.3.4.	Consumo	27
4.3.5.	Fuente de abastecimiento	28
4.3.6.	Estaciones de bombeo	29
4.3.7.	Línea de conducción por bombeo	30
4.3.8.	Red de distribución	33
4.3.9.	Almacenamiento	34
V.	CÁLCULOS Y RESULTADOS.....	36
5.1.	Evaluación del sistema existente	36
5.2.	Estudios socioeconómicos	36
5.3.	Estudio de población y consumo.....	36
5.3.1.	Tasa de crecimiento de la localidad	36
5.3.2.	Proyección de población.....	37
5.3.3.	Proyección de consumo	39
5.4.	Sistema de agua propuesta	43
5.4.1.	Fuente de abastecimiento y obras de captación	43
5.4.2.	Tanque de almacenamiento	47
5.4.3.	Sistema de desinfección para el sistema MABE	48
5.4.4.	Estación de bombeo	49
5.4.5.	Línea de conducción por bombeo	49
5.5.	Red de distribución	54
5.5.1.	Determinación de circuitos principales	54
5.5.2.	Distribución de caudales.....	54
5.5.3.	Análisis hidráulico de la red	57
VI.	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA PROPUESTO	62
6.1.	Fuente de abastecimiento	62

6.2.	Estación de bombeo	62
6.2.1.	Equipo de bombeo	62
6.2.2.	Conexión de bombeo	63
6.3.	Caseta de paneles eléctricos	63
6.4.	Línea de conducción de bombeo	64
6.5.	Red de distribución	64
6.6.	Tanque de almacenamiento.....	65
6.7.	Tratamiento.....	65
VII.	COSTO Y PRESUPUESTO DE LAS OBRAS PROPUESTAS	66
7.1.	Costo total del proyecto	66
VIII.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	67
8.1.	Conclusiones.....	67
8.2.	Recomendaciones	68
IX.	BIBLIOGRAFÍA.....	69



CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Generalidades

El recurso natural más indispensable para la vida es el agua. Este vital líquido cubre casi cuatro quintas partes de la superficie terrestre y en los seres humanos representa el 70 por ciento del peso total del cuerpo, sin embargo, la escasez y la mala calidad de agua potable; definida como: aquella agua que no contiene sustancias o microorganismos que puedan perjudicar la salud, se hace notoria no solo en nuestro país sino también en el resto del mundo.

Según la Encuesta Nicaragüense de Demografía y Salud (ENDESA) realizada por el Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE) y el Ministerio de Salud (MINSAL) en el año 2011, presenta que el 66% de las viviendas acceden a la red de agua potable y segura; este porcentaje varía drásticamente según la zona geográfica, siendo el 91.20 % en zonas urbanas y el 30.5 % en zona rural.

Dentro del casco rural del municipio de Jalapa se localiza la comunidad la Mia, donde el 100% de la población no cuenta con servicio de agua potable, sin embargo, se abastecen de un sistema por gravedad cuya fuente principal es una quebrada ubicada en el asentamiento Casas Viejas, la Estancia, que suministra directamente al 83% de viviendas mediante conexiones de patio, sin ningún diseño planificado y el 17% de las viviendas se abastecen a través de pozos excavados o compran el agua al acarreo.

El presente trabajo tiene como objetivo principal realizar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad La Mia, empleando bombeo eléctrico de tal forma que cumpla con tres aspectos importantes: calidad, capacidad y continuidad, satisfaciendo las necesidades de los consumidores y solucionando la problemática de la falta del vital líquido en la zona.

1.2. Antecedentes

El municipio de Jalapa, departamento de Nueva Segovia está constituido por 16 barrios y 72 comarcas, las cuales están divididas en micro-región I, II, III, IV y micro-región V. Dentro del micro-región III se localiza la comunidad La Mia situada a 10 km del casco urbano. Su mayor actividad económica es la agricultura, ganadería, forestal y agroindustria. El tipo de población es rural concentrada y la categoría de pobreza es severa.

Según el Sistema de Información de Agua y Saneamiento Rural (SIESAR), en el municipio de Jalapa existen cinco sistemas de Mini acueductos por Bombeo Eléctrico (MABE), los cuales se sitúan en las comunidades El Portillo, Namasli, Fuente de Agua Viva, Fuente de Bendición y la comunidad el Carbón – Las Delicias.

La mayoría de la familia solamente acceden a salarios entre 1000 y 3000 córdobas, lo cual, no garantiza la satisfacción de todas las necesidades básicas en el hogar

Dentro de las necesidades básicas se encuentra el recurso agua, en la actualidad la comunidad se suministra por medio de un sistema de abastecimiento por gravedad sin tratamiento construido en el año 1996 (aproximadamente 22 años), la fuente principal es una quebrada ubicada en el asentamiento Casas Viejas, la Estancia, el agua se conduce hacia una Pila de captación de 12.5 m³ de capacidad; posterior se traslada hacia otra pila de 5 m³, pasando hacia un filtro de grava se deposita en dos reservorio que está a 1.5 km, ubicados a la par y por último por gravedad el agua se distribuye hacia la comunidad.

1.3. Justificación

Un dato relevante respecto a la calidad del agua en la comunidad La Mia del municipio de Jalapa es que el 4.43 % de sus habitantes opinan que la calidad del agua es buena, mientras el 31.48 % consideran que es regular y el 64.08 por ciento destacó que la calidad del agua es mala; además el 58.26 % de sus habitantes han presentado algún tipo de enfermedad en el último año entre ellas: diarrea, tos, resfriado, malaria, dengue, parasitosis, infección renal, tifoidea, hepatitis, infecciones dérmicas, etc. (según informe facilitado por el Ministerio de salud de la localidad en el año 2017). Es posible que una de las razones de este problema de salud sea que el agua proveniente de las aguas superficiales de la fuente de abastecimiento no tiene un tratamiento previo para eliminar los microorganismos patógenos.

Tomando en cuenta la información antes expuesta, se considera de vital importancia el diseño y construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable que cumpla con las normativas establecidas por el INAA y que a su vez satisfaga la necesidad inmediata y futura de la población.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Realizar el diseño del mini acueducto por bombeo eléctrico de la comunidad La Mia, del municipio de Jalapa para contribuir con el mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes.

1.4.2. Objetivos específicos

- 1) Realizar censo y encuesta socioeconómica de la comunidad La Mia, para conocer la población a beneficiar.
- 2) Determinar la oferta y demanda actual y futura de agua potable para un período de diseño de 20 años.
- 3) Realizar replanteo topográfico para la verificación de la información topográfica existente y efectuar levantamiento topográfico con el fin de obtener la altiplanimetría del lugar.
- 4) Efectuar estudios de suelo, estudios hídricos y factibilidad ambiental en la comunidad La Mia.
- 5) Calcular el caudal de diseño de los diferentes componentes del sistema de abastecimiento de agua potable y redimensionar las obras hidráulicas existente para mejorar la calidad del servicio de agua potable de la comunidad
- 6) Diseñar la red de distribución para el abastecimiento de agua potable utilizando el programa EPANET.
- 7) Determinar el costo y presupuesto de las obras propuestas.
- 8) Elaborar planos y especificaciones técnicas de obras propuestas.



CAPITULO II

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO Y SISTEMA EXISTENTE

II. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO Y SISTEMA EXISTENTE

2.1. Ubicación

El proyecto de agua potable se localiza en el departamento de Nueva Segovia (Región I o Región de Las Segovias), en el municipio fronterizo de Jalapa. De manera precisa este se ubica en la comunidad La Mía, la que se sitúa aproximadamente a 300 kilómetros desde Managua, y a unos diez kilómetros del poblado Jalapa.

El proyecto tiene las coordenadas siguientes:

Latitud X: 16P 591,146.8e

Latitud Y: 1,530,536.6n

Límites:

- Al norte comunidad Intelí
- Al sur comunidad La Concepción
- Al este, comunidad Los Puntales
- Al oeste, comunidad La Comana

En las siguientes figuras I, II y III se logra observar la Macro y Micro localización del área en estudio.



Figura I: Macro localización del área en estudio

Fuente: Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER)

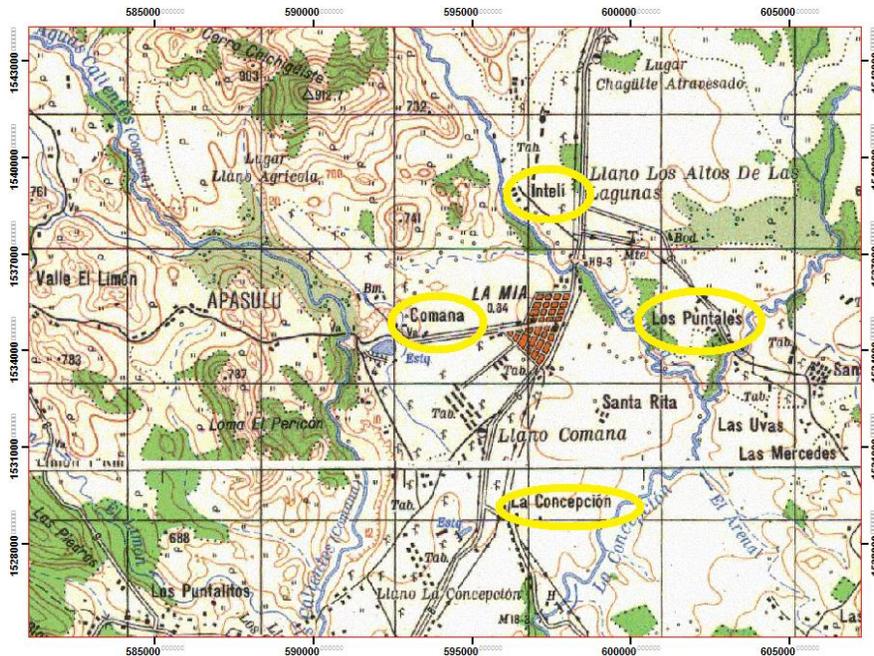


Figura II: Límites de la comunidad

Fuente: Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER)

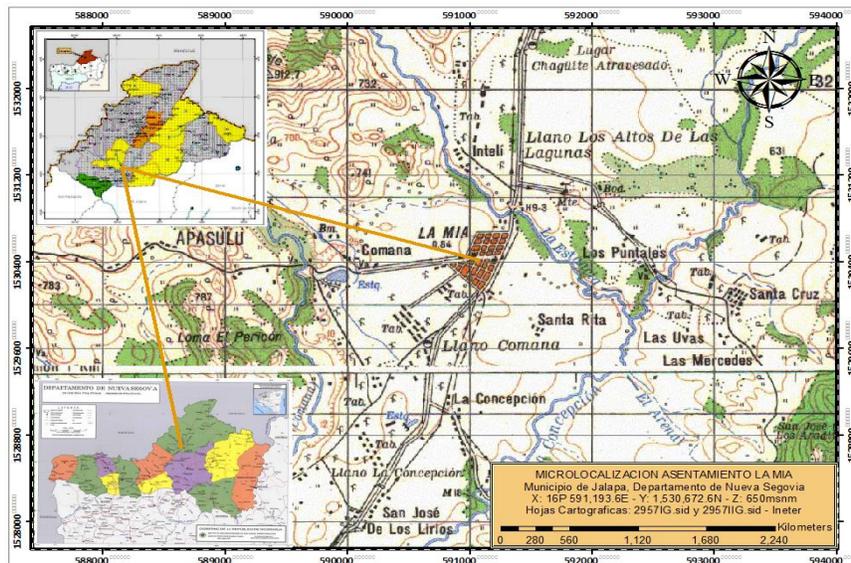


Figura III: Micro localización del proyecto, área seleccionada en la parte izquierda del mapa

Fuente: Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER)

2.2. Población y actividad económica

La comunidad La Mía cuenta con un total de población de 1,788 personas, de los cuales 870 son hombres, equivalente al 48.66% y 918 son mujeres equivalentes al 51.34% de la población. El 34.58% de la población se dedica a la agricultura los principales rubros de producción de las familias son, los frijoles y el maíz. Generalmente la producción agrícola es para el consumo familiar y el intercambio local. En términos generales, el uso de los suelos en el territorio está dominado por pastizales y cultivos anuales (maíz, frijol y sorgo) en más de un noventa por ciento, el resto de los usos (bosque, tacotal, poblado y suelos desnudos) presentan superficies inferiores a tres por ciento por cada tipo de uso.

2.3. Clima

El clima en la comunidad se clasifica como tropical, con temperaturas promedio de 23.3 °C; con precipitaciones pluviales promedio de 1517 mm. De acuerdo a la clasificación de Köppen¹ el clima predominante en la zona en estudio es de Clima Caliente y Subhúmedo con lluvia en el periodo de verano (AW2). Este clima predomina en toda la Región del Pacífico y en mayor parte en la Región Norte del país. Se caracteriza por una marcada estación seca durante seis meses, desde noviembre hasta abril y un período lluvioso que inicia en mayo y finaliza en octubre.

2.4. Relieve

La comunidad está situada en el extremo sureste del valle de Jalapa en la provincia geomorfológica de las Tierras Altas del Interior en la subprovincia Geológica del Norte de Nicaragua. La subprovincia comprende los terrenos del norte del departamento de Nueva Segovia, Madriz, ligeramente del departamento de Estelí y gran parte del área central y norte del departamento de Jinotega.

El relieve del territorio es regular, con pendientes suaves que van desde cero a cinco por ciento.

2.5. Hidrogeología

Dado a la ubicación de la comunidad La Mia, en un área central del sector sur oeste del valle de Jalapa acuífero de Jalapa y a las características de la zona, el agua subterránea se escurre por medio de un acuífero libre y a mayor profundidad lo hace por medio del agrietamiento de las rocas metamórficas. La comunidad se encuentra sobre el valle de Jalapa en el extremo sureste, formación geológica predominante es la cuaternaria aluvial y en las partes accidentadas del terreno, la formación es Metamórfica.

Según estudios hidrológicos ésta presenta una dirección de escurrimiento subterráneo bien definida. Hay ocurrencia de agua en dirección desde la zona alta en las primeras estribaciones de las tierras altas del interior, hacia la zona baja del valle, en todo caso drenan a las fuentes superficiales o ríos del valle que al final finalizan su recorrido drenando sus aguas al río Coco por medio del río Poteca.

2.6. Sistema de abastecimiento de agua existente

El sistema de abastecimiento existente se clasifica como un sistema de abastecimiento por gravedad, el cual consiste en una Pila de captación de 12.5 m³ de capacidad ubicada en la quebrada situada en el asentamiento Casas Viejas, la Estancia; posterior esta agua se traslada hacia otra pila de 5 m³, pasando por un filtro de grava se deposita en dos reservorio que están a 1.5 km, estos están ubicados a la par en forma de un by pass, por último el agua se distribuye a la comunidad, este recorrido consiste en 10 kilómetros. Dicho sistema satisface la necesidad de 125 familias con puestos públicos. Fue diseñado de forma provisional, con el objetivo de abastecer en los años 90 a la población radicada en la zona con fines agrícola.

La propuesta de un nuevo proyecto para la comunidad La Mia es una iniciativa de gran importancia que traerá desarrollo y prevención de grandes enfermedades producto del agua no potable en que se abastece.

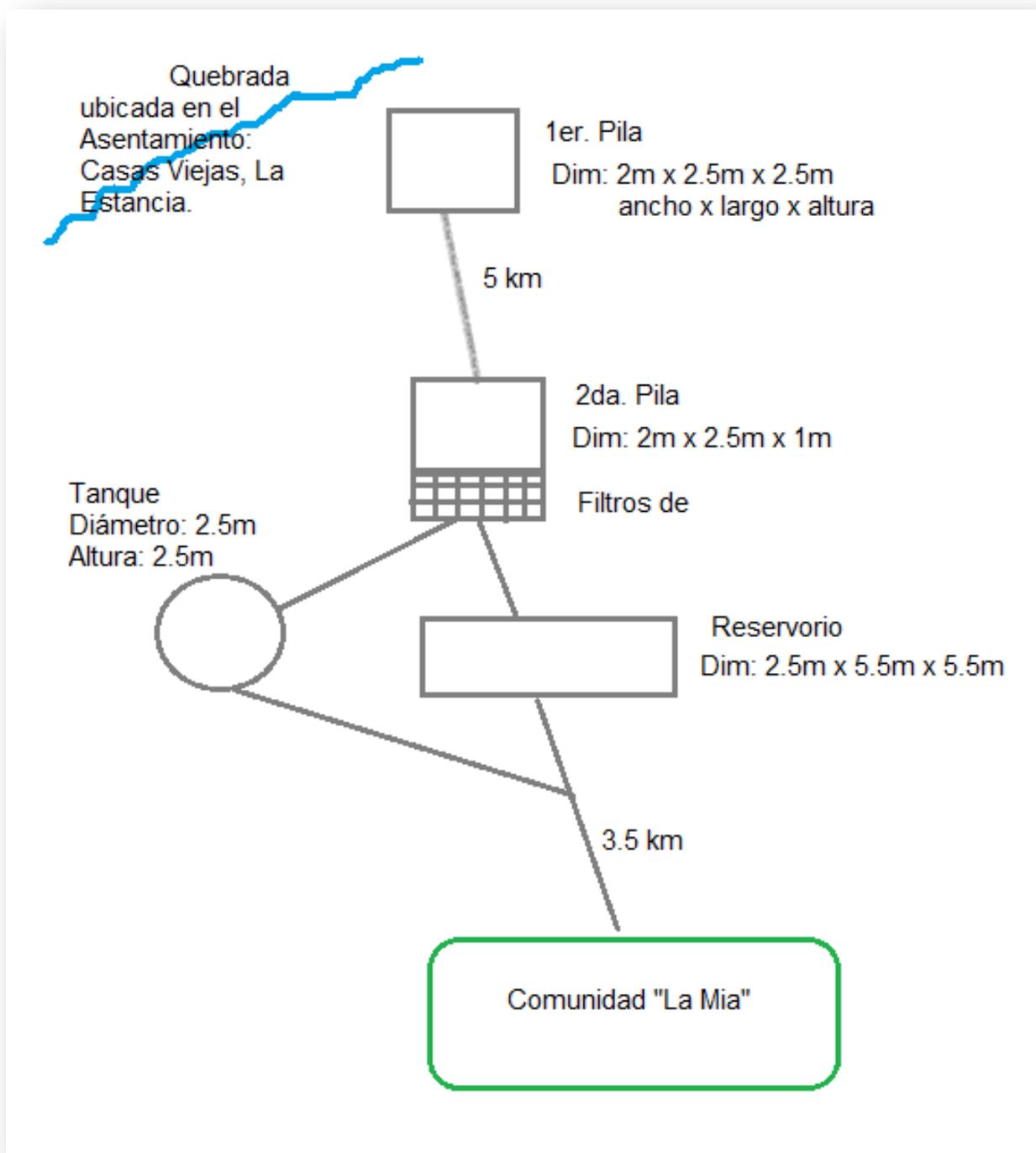


Figura IV: Sistema de abastecimiento actual



CAPITULO III

MARCO TEÓRICO

III. MARCO TEÓRICO

3.1. Definición de agua potable

Es el agua apta para el consumo por parte del ser humano. Se trata de un líquido inodoro, insípido e incoloro que se puede beber sin limitaciones ya que no daña el organismo.

3.2. Partes de un sistema de agua potable

3.2.1. Fuente de abastecimiento y captación

Las Fuentes de abastecimiento: deben ser básicamente permanentes y suficientes, pudiendo ser superficiales o subterráneas, suministrando el agua por gravedad o bien mediante estaciones de Bombeo.

La captación de agua puede ser en fuentes superficiales o en fuentes subterráneas, dependiendo de las condiciones o disponibilidad del agua superficiales (lagos, ríos, etc.) subterráneas (pozos). El tipo de estructura depende del tipo de fuente, y esta depende de su localización, calidad y cantidad.

3.2.1.1. Tipo de fuente

De acuerdo al estudio hidrogeológico realizado en la comunidad "La Mia" se establece que el tipo de fuente óptima a utilizar es:

- Agua subterránea

Las aguas subterráneas son aquellas que se han infiltrado desde la superficie de la tierra hacia abajo por los poros del suelo a través de la gravedad, hasta que alcanza un estrato impermeable.

Podemos distinguir dos tipos de fuentes subterráneas distintas según la posición del agua en el suelo, una superior no saturada, llamada zona de aeración o vadosa y otra inferior, saturada de agua. La superficie que separa la zona de aeración de la zona saturada se denomina nivel freático.

Zona de aeración y saturación: El agua que penetra hacia el interior por efecto de la gravedad, ocupa parte de los espacios porosos de las rocas o sedimentos, mientras que la otra parte es ocupada por el aire retenido que no pudo escapar. De manera que todos los espacios porosos o cualquier espacio libre son compartidos por el agua o el aire, por lo que a esta zona se le denomina **zona de aeración**.

Pero a partir de cierta profundidad variable, aunque generalmente no muy grande, todos los espacios libres y porosos se encuentran ocupados por agua en su totalidad, denominándose a esta **zona de saturación**.

3.2.1.2. Captación

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

La obra de captación para aguas subterráneas que se empleara en el sistema MABE es a través de pozo profundo.

Pozos profundos: Este tipo de pozos se emplean para aguas subterráneas, deberán ser perforados en toda su profundidad y en diámetro nominal no menor al señalado en el prediseño.

Será necesario estudiar alternativas para el método de perforación y construcción con la intención de que los pozos puedan ser construidos lo más económicamente posible en concordancia con las características geológicas, características y prediseño del pozo, materiales con que se cuente, etc.

Los métodos de perforación utilizados son:

- Método de percusión, que lleva a cabo la operación de perforar, levantando y dejando caer con regularidad una pesada sarta de herramienta dentro del agujero que se va abriendo. El barrenador fractura o desmorona la roca dura y la convierte en pequeños fragmentos. Durante el proceso las partículas desprendidas se entremezclan con agua, (la que debe ser agregada sino se encuentra presente en

la formación que se está penetrando). El lodo formado por las partículas desprendidas y el agua deberá ser extraído mediante una bomba de arena o una cuchara con la finalidad que la columna de lodo formada no amortigüe la caída de las herramientas y retarde la velocidad de perforación.

- **Método rotativo**, que consiste en oradar un agujero mediante la acción rotatoria de un trépano y remover los fragmentos que se producen con un fluido que continuamente se hace circular, conforme el trépano penetra en los materiales de la formación.

3.2.2. Línea de conducción

Las aguas captadas deben en general ser conducidas al sitio de consumo para lo cual se requieran de Líneas de conducción estos pueden ser por gravedad o bombeo; puede ser a través de canales abiertos o conductores cerrados a presión dependiendo de la topografía del terreno.

En dependencia del sitio de ubicación de la fuente, las líneas de conducción pueden ser:

- Línea Fuente- Tanque- Red
- Línea Fuente- Red- Tanque

Para el diseño del sistema MABE se realizará con el tipo Línea Fuente-Tanque-Red,

3.2.2.1. Líneas de conducción por bombeo

La conducción por bombeo es necesaria cuando se requiere adicionar energía para transportar el gasto de diseño. Este tipo de conducción se usa generalmente cuando la elevación del agua en la fuente de abastecimiento es menor a la altura piezométrica requerida en el punto de entrega. El equipo de bombeo proporciona la energía necesaria para lograr el transporte del agua.

Debido a que la elevación del tanque de almacenamiento propuesto está ubicada en una elevación mayor al nivel de terreno natural (NTN) del pozo, se diseña la línea de conducción por bombeo.

- Golpe de ariete

El golpe de ariete (choque hidráulico) es el incremento momentáneo en presión, el cual ocurre en un sistema de agua cuando hay un cambio repentino de dirección o velocidad del agua. Cuando una válvula experimenta un cierre repentino, detiene el paso del agua que está fluyendo en las tuberías, y la energía de presión es transferida a la válvula y a la pared de la tubería. Las ondas expansivas se activan dentro del sistema. Las ondas de presión viajan hacia atrás hasta que encuentran el siguiente obstáculo sólido, luego continúan hacia adelante, luego regresan otra vez. La velocidad de las ondas de presión es igual a la velocidad del sonido; por lo tanto, su “explosión” a medida que viaja hacia adelante y hacia atrás, hasta que se disipa por la pérdida de fricción. Cualquiera que haya vivido en una casa antigua está familiarizado con la “explosión” que resuena a través de las tuberías cuando una llave de agua es cerrada repentinamente. Esto es un efecto del golpe de ariete.

Las causas del golpe de ariete son muy variadas. Sin embargo, existen cuatro eventos comunes que típicamente inducen grandes cambios de presión:

1. El arranque de la bomba puede inducir un colapso rápido del espacio vacío que existe aguas abajo de la bomba.
2. Un fallo de potencia en la bomba puede crear un cambio rápido en la energía de suministro del flujo, lo que causa un aumento de la presión en el lado de succión y una disminución de presión en el lado de la descarga. La disminución es usualmente el mayor problema. La presión en el lado de descarga de la bomba alcanza la presión de vapor, resultando en la separación de la columna de vapor.
3. La abertura y cierre de la válvula es fundamental para una operación segura de la tubería. Al cerrarse una válvula, la parte final aguas debajo de una tubería crea una onda de presión que se mueve hacia el tanque de almacenamiento. El cerrar una válvula en menos tiempo del que toma las oscilaciones de presión en viajar hasta el final de la tubería y en regresar se llama “cierre repentino de la

válvula”. El cierre repentino de la válvula cambiará rápidamente la velocidad y puede resultar en una oscilación de presión. La oscilación de presión resultante de una abertura repentina de la válvula usualmente no es tan excesiva.

4. Las operaciones inapropiadas o la incorporación de dispositivos de protección de las oscilaciones de presión pueden hacer más daño que beneficio. Un ejemplo es el exceder el tamaño de la válvula de alivio por sobrepresión o la selección inapropiada de la válvula liberadora de aire/vacío. Otro ejemplo es el tratar de incorporar algunos medios de prevención del golpe de ariete cuando este no es un problema.

3.2.3. Almacenamiento

Para satisfacer las variaciones diarias la demanda diaria y horaria se requerirá de tanques de almacenamiento, el cual compensará los excesos de consumo. (Estas aguas se almacenan en los períodos de bajo consumo).

Un tanque de almacenamiento cumple tres propósitos fundamentales:

- Compensar las variaciones de consumo diario (durante el día)
- Mantener las presiones de servicio en la red de distribución
- Atender situaciones de emergencia, tales como incendios, interrupciones en el servicio por daños de tubería de conducción o de estacionamiento de bombeo

Además, equilibra el suministro de aportación constante dado por las bombas con régimen de demanda variable en la red de distribución. Esto se consigue almacenando agua durante la noche cuando el consumo es bajo y la presión es alta, a esta agua almacenada se le conoce como Volumen Compensador.

Existen dos tipos de tanques para agua tratada:

- Tanques apoyados en el suelo
- Tanques elevados

Para la ubicación del tanque se debe buscar un sitio adecuado topográficamente lo más cerca posible a la red de distribución y de acuerdo a su ubicación el tanque de almacenamiento puede ser de **alimentación** cuando se ubica entre la fuente de

abastecimiento y la red de distribución, o de **excedencia** (cola), cuando se ubica dentro o fuera de la red.

También los tanques de almacenamiento se clasifican de acuerdo a los materiales de construcción, según las normas NTON-09001-99 estos pueden ser de:

- Mampostería
- Hormigón armado
- Acero

3.2.4. Estación de bombeo

La mayoría de los casos los sistemas de agua potable necesitan de las estaciones de bombeo para elevar o darle presión suficiente al agua para abastecer satisfactoriamente a los distintos sectores de la Ciudad.

Sus funciones son las siguientes:

- Elevar el agua desde la fuente cuando está situada a elevaciones inferiores a la de la distribución.
- Para elevar el agua parcialmente en el sistema mismo, cuando las presiones mínimas no alcanzan las especificadas por las normas.
- Para elevar el agua hacia un tanque de almacenamiento, para luego distribuir el agua hacia la red.

Las partes que consta una estación de bombeo son: Equipo de bombeo (bomba y motor), fundaciones, casetas, conexión de bomba o sarta y conexiones eléctricas.

3.2.4.1. Carga de bombeo

La carga de bombeo o carga total dinámica es la carga total contra la cual debe operar una bomba, o sea, la energía por unidad de peso de líquido que debe suministrarle la bomba al mismo para que pueda realizarse el trabajo que se pretende.

La carga total dinámica se obtiene sumando los cuatro valores siguientes:

- La diferencia de nivel, que se conoce como carga estática o carga a elevación
- Las pérdidas de carga debidas a la fricción en las tuberías y accesorios (estas no se tomaron en cuenta, ya que es un pozo profundo)

- La carga o velocidad
- La carga a presión

En resumen:

CTD: NB + h_{succ.} (Perdidas en la succión) + h_{desc.} (Perdidas en la descarga)
+Hesta.desc.

3.2.4.2. Potencia requerida

La potencia neta requerida del motor estará regida por:

- La potencia neta demandada por la bomba
- Pérdidas por fricción mecánica en rotación del eje
- Pérdidas en el cabezal de descarga

Las pérdidas por fricción en el eje, para v = 1760 rpm y/o ¾", 1 ½" varían entre 0.30 y 1.15 HP/100' de columna. Se tiene por norma usar un factor de 1.20 para calcular los HP del motor en base a los HP de la bomba. Este factor cubre ampliamente las pérdidas mecánicas por fricción en el eje y cabezal de descarga de la bomba. Para determinar la potencia hidráulica de la bomba se usará la siguiente fórmula:

$$P_B = \frac{Q * C.T.D.}{3960}$$

$$P_B = \frac{Q * C.T.D.}{3960 * e_m * e_b}$$

Dónde:

P_B : Potencia de la bomba (HP).

Q : Caudal de bombeo o consumo de máximo día (gpm).

CTD : Carga Total Dinámica (Pies).

e_m , e_b : Eficiencia del motor y de la bomba.

3.2.5. Red de distribución

Una red de distribución es el conjunto de tuberías trabajando a presión, que permite que llegue agua desde el lugar de captación hasta el punto de consumo en condiciones

tanto de calidad como en cantidad. Asimismo, podemos definir como el conjunto de tuberías que suministra agua a las edificaciones con la capacidad suficiente para satisfacer el caudal máximo a la hora de máximo consumo.

Se hace necesario llevar el agua a los consumidores, para lo cual se requiere un sistema de Conductos por gravedad o a presión, que tengan la capacidad necesaria para suministrar cantidades suficientes y ductos de ciertas normas estipuladas por cada zona en particular.

3.2.5.1. Tipos de redes

Dependiendo de la topografía de la viabilidad y de la ubicación de las fuentes de abastecimiento y del tanque de almacenamiento puede determinarse el tipo de red de distribución. Se clasifican en:

- Redes ramificadas

Las redes ramificadas son las que están constituidas por un ramal troncal y una serie de ramificaciones o ramales que pueden llegar a constituir pequeñas o ramales ciegos. Este tipo de red se utiliza cuando la topografía es tal que no permite la interconexión entre ramales. También pueden originarse como consecuencia del desarrollo lineal a lo largo de una vía principal, donde el diseño más conveniente sea el de una arteria principal con una serie de ramificaciones.

- Redes malladas

Son las que están constituidas por tuberías interconectadas entre sí, que forman mallas. Este tipo de red es el más conveniente y se debe tratar de lograr siempre que sea posible, con la finalidad de lograr un circuito cerrado que permita un servicio más eficiente y permanente. En el dimensionado de este tipo de red lo que se busca es hallar los gastos de circulación de cada tramo.

3.3. Tratamiento

La mayoría de las aguas seleccionadas requerirán en mayor o menor grado de algún tratamiento para cumplir con los requisitos de Potabilización y en consecuencia la mayoría de los Sistemas de Agua Potable poseen Plantas de Tratamiento (Como mínimo Cloración).

Generalmente en aguas subterráneas, la cantidad de bacterias es reducida en gran medida en comparación con las aguas superficiales y subsuperficiales, por tal motivo se recomienda realizar la desinfección más adecuada de acuerdo al estudio de la calidad de agua, este se efectuará una vez que se realice la excavación del pozo.

Según las normas NTON-09001-99 de nuestro país, establece en el acápite 9.4:

En el caso de Acueductos Rurales se utiliza para la desinfección el cloro en forma de hipocloritos, debido a su facilidad de manejo y aplicación. Se deberá tener el debido cuidado para el transporte, manipuleo del equipo requerido, disponibilidad suficiente y seguridad en cuanto al almacenamiento. El tiempo de almacenamiento para el hipoclorito de sodio no debe ser mayor de un mes y para el de calcio no mayor de tres meses.

3.4. Estudios básicos

3.4.1. Período de diseño

El periodo de diseño no es más que el tiempo o el número de años en el cual se considera que la estructura funcionara y para su cálculo se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos: la vida útil de las estructuras que conformaran el sistema, la facilidad o dificultad para hacer ampliaciones futuras o adiciones a las obras existentes o planeadas; relación anticipada del crecimiento de la población y posibilidad de financiamiento y tasa de interés.

Cuando se trata de diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable, es obligatorio fijar la vida útil de todos los componentes del sistema; debe definir hasta qué punto estos componentes pueden satisfacer las necesidades futuras de la localidad.

3.4.2. Censo poblacional

El censo de población es una operación estadística que consiste básicamente en obtener mediciones del número total de individuos mediante diversas técnicas de recuento, se realiza cada determinado período; el objetivo es calcular el número de personas que componen un grupo, normalmente un país o una nación.

3.4.3. Proyección de población

La proyección de la población es un parámetro de gran importancia para el diseño de un sistema de agua potable, es difícil estimar la población en años futuros, la forma más conveniente para la estimación se basa en su pasado desarrollo, tomando de los datos estadísticos y adaptar su comportamiento a modelos matemáticos.

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

Población futura

El cálculo de la población futura se puede realizar por métodos geométricos, exponencial, curvas logísticas; pero el método más utilizado en Nicaragua, y el más aplicable a ciudades que no han alcanzado su desarrollo y que se mantiene a una tasa fija, es el método geométrico.

La fórmula es la siguiente:

$$P_n = P_0(1 + r)^n$$

$$r = \left[\left(\frac{P_n}{P_0} \right)^{1/n} \right] - 1$$

Dónde:

P_n =Población del año "n"

P_0 = Población al inicio del periodo de diseño.

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

n = Número de años que comprende el periodo de diseño.

Se recomienda usar las tasas establecidas por las normas del INAA.

3.4.4. Estudios de suelo

Un estudio de suelos permite dar a conocer las características físicas y mecánicas del suelo, es decir la composición de los elementos en las capas de profundidad.

3.4.5. Estudios hidrogeológicos

Los estudios hidrogeológicos permiten determinar las variables hidráulicas del manto de agua, definir su rendimiento y calidad y los caudales óptimos de captación. Por medio de los estudios hidrogeológicos pueden definirse también la dirección del flujo subterráneo, las áreas de mayor aptitud para la captación, el adecuado distanciamiento entre pozos y se establecen las situaciones anómalas que podrían interferir sobre el recurso hídrico. De ese modo se asegura la sustentabilidad del acuífero, tanto en rendimiento como en calidad.

3.4.6. Estudios de factibilidad ambiental

Son un conjunto de estudios ambientales, técnico-científicos, sistemáticos, interrelacionados entre sí, cuyo objetivo es la identificación, predicción y evaluación de los efectos positivos o negativos que puede producir un o unos conjuntos de acciones de origen antrópico sobre el medio ambiente físico, biológico o humano.



CAPITULO IV

DISEÑO METODOLÓGICO

IV. DISEÑO METODOLÓGICO

Para llevar a cabo el proyecto del “Diseño de mini acueducto por bombeo eléctrico en la comunidad “la Mía” del municipio de Jalapa”, se emplearon las Normas NTON 09 001 – 99 Norma técnica para el diseño de abastecimiento y potabilización del Agua (sector Rural), y NTON 09 003 – 99 (sector Urbano), del INAA.

El objetivo principal fue sustituir el sistema actual, el que no abastece de agua potable, por un sistema de Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico “MABE”, el cual se realizó en dos fases:

4.1. Estudio de campo

4.1.1. Recolección de información existente

Se recopiló toda la información necesaria para realizar el estudio, dentro de las cuales tenemos: estudios demográficos realizados por el Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE) y por la alcaldía del municipio de Jalapa, así mismo información técnica disponible de la red de abastecimiento de agua potable y estudios hidrogeológicos realizados por el ENACAL, y estudios de impacto ambiental y social elaborado por el Ministerio de Salud (MINSA).

Se realizó visita al INIDE, adquiriendo información local que nos establece que solo en los años 1995 y 2005 se han llevado a cabo censos en la comunidad “La Mia”, teniendo como resultado:

- Censo de 1995: 1091 habitantes
- Censo de 2005: 1823 habitantes

4.1.2. Encuesta socioeconómica

Para poder obtener información verídica de la situación actual del área en estudio se llevó a cabo un censo poblacional comunitario en el año 2017, realizado por facilitadores sociales previamente entrenados y acompañados de representantes comunitarios. Con la ayuda del censo se obtuvo información cuantitativa y cualitativa, de igual manera se obtuvo información de las actividades que realizan la población. Los resultados se reflejan en la Tabla 22, (anexos I, pág. #1) y en el gráfico I, se observa

que la actividad económica y empleo de los miembros de las familias está mayormente basada en la categoría “otros” (37.91%), en esta categoría se encuentran docentes, comerciantes, chofer, enfermeros, mecánicos, costureras, carpinteros, guarda de seguridad, médicos, barberos, arquitectos, albañiles, cocineros, estilistas, farmacéuticos, veterinarios, pensionados etc.

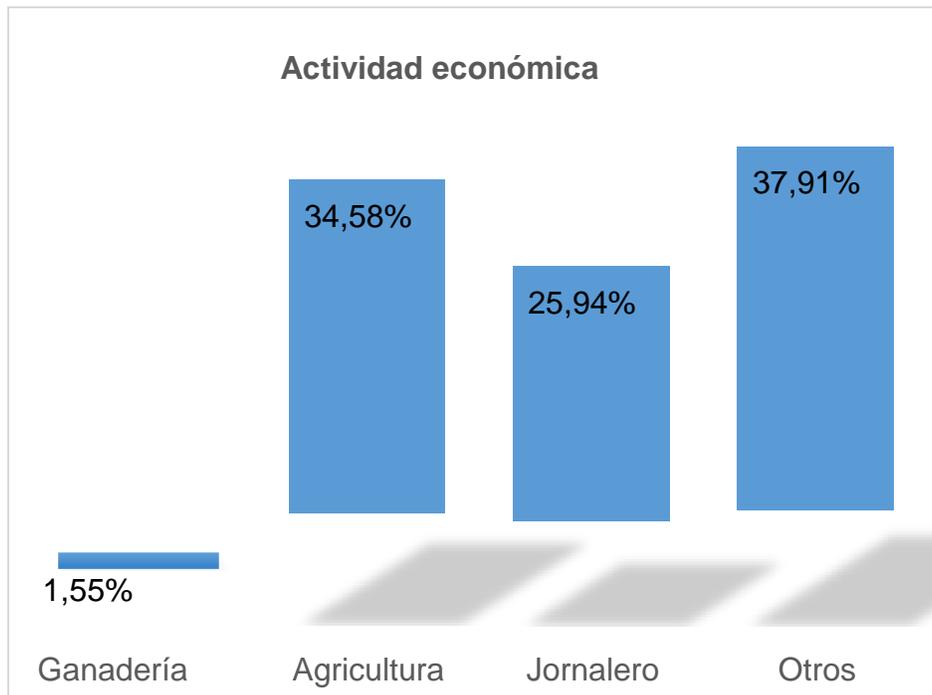


Gráfico I: Actividad económica

4.1.3. Estudios hidrogeológicos

Para la realización de este trabajo fue necesaria la obtención de información básica, dentro de la cual están los estudios hidrogeológicos. Este fue realizado por el Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE), estableciendo que en el municipio en especial el área donde se encuentran esta comunidad pertenece a la zona de recarga de las microcuencas, por lo tanto; las fuentes superficiales recolectan flujo y no es posible su aprovechamiento dado a la demanda de los pobladores y caudales de las fuentes subterráneas.

La metodología de estudio aplicada; se llevó a cabo mediante dos etapas:

- Primera etapa (gabinete): En esta etapa se recolecto la información necesaria, tales como estudios y datos realizados anteriormente en la comunidad.

- Segunda etapa (campo): Se realizó visita a la fuente en la que se encuentra el sistema actual y en las propuestas por las comunidades.

Para mayor detalle del estudio realizado ver anexos IV, pág. #8 - #51.

4.1.4. Levantamiento topográfico

Se utilizó el levantamiento topográfico existente realizado por el Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE). El levantamiento topográfico se llevó a cabo en el área en estudio con el objetivo de realizar planos de altimetría y planimetría de las calles del casco rural de la Localidad, Anexos VIII, Planos #2.

4.1.5. Estudios de suelos

Se realizó estudios geotécnicos con el fin de conocer las estratigrafías y resistencia del subsuelo donde se construirá el tanque de almacenamiento y las líneas de conducción para el proyecto de agua. Se exploraron (2) puntos distribuidos dentro del área, un sondeo manual en la línea de conducción y otro cercano al sitio donde se construirá el tanque de almacenamiento de agua potable, ocupando equipos de penetración estándar (SPT).

En la fase de campo llevo a cabo visita de reconocimiento técnico, al sitio del proyecto, efectuándose un recorrido en el área a construir, revisando la situación actual del terreno y la ubicación de los sondeos, Anexos V, pág. #52- #60.

4.1.6. Estudios ambientales

El estudio ambiental se realizó basándose en la ley 217 “Ley general del medio ambiente y de los recursos naturales” y la ley 647 “Ley de reforma y adiciones a la ley 217”, cuyo objetivo fue el análisis del proyecto de sistema de abastecimiento de agua potable con el fin de establecer su factibilidad ambiental, además con el uso del decreto 76 - 2006 “Sistema de evaluación ambiental” se establecieron las disposiciones que regulan el sistema de evaluación ambiental de Nicaragua.

4.1.7. Evaluación de emplazamiento

4.1.7.1. Evaluación rápida de vulnerabilidad

De acuerdo a los resultados de la Evaluación Rápida de Vulnerabilidad, el área del subproyecto presenta una Vulnerabilidad Alta, de un total de siete criterios evaluados solo dos resultan con posibilidad de ocurrencia (ver detalles en Anexo II, pág. #2 - #4), éstos son vulnerabilidad económica y ambiental.

La vulnerabilidad económica ocurre por los niveles de pobreza que presenta la población, pues la mayor parte de la población se dedica a la actividad económica primaria, esto es el cultivo de granos básicos; mientras que la vulnerabilidad ambiental se da principalmente por la mala gestión del territorio.

4.2. Estudios de gabinete

Se estableció que el tipo de sistema de abastecimiento de agua potable como un Mini acueducto por Bombeo Eléctrico del tipo Línea Fuente- Tanque- Red.

Con los datos de población del censo comunitario y los censos realizados por el INIDE (Instituto Nicaragüense de Información y Desarrollo), se estimó la tasa de crecimiento poblacional que se utilizó para calcular la población futura para un periodo de 20 años. Así mismo con los estudios realizados se llevó a cabo los cálculos necesarios para el diseño.

4.2.1. Demanda y oferta de agua

Se calcularon las variaciones de consumo de agua que requiere la población, según NTON 09 001 – 99 y los cálculos de caudales que producen las fuentes de abastecimiento.

Es importante destacar que según los resultados obtenidos, mediante el estudio hidrogeológico, en el área del proyecto, se localizan pozos con rendimientos entre 100 y 200 gpm, en consecuencia esta será la oferta de agua que tiene la fuente de abastecimiento en la zona.

4.2.2. Evaluación del sistema actual

Actualmente la comunidad “La Mia”, cuenta con un sistema de abastecimiento por gravedad (MAG) que fue diseñado de forma provisional en el año de 1996, para abastecer a 125 familias. Este sistema consiste en una pila de captación con capacidad de 12.5 m³ ubicada en la quebrada del asentamiento Casas Viejas, La Estancia que sitúa a 10km de la Mía, esta agua se conduce hacia una pila, luego hacia un filtro y por ultimo hacia dos reservorios, distribuyéndose posteriormente hacia la red por medio de conexiones de patio con tuberías de 1” y ½”. No se aplica al agua ningún sistema de desinfección.

Por las razones antes descritas llegamos a la conclusión de que en el sistema actual los diámetros de las tuberías de la red de distribución no dan abasto con la demanda actual, el agua no es potable, y como se observa en anexos III, figuras XIV – XVIII, las pilas se encuentran deterioradas y sin ningún mantenimiento; por esto se desecha todo el sistema y se sustituye por un Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE).

4.2.3. Diseño de los elementos que componen el sistema de abastecimiento

Para el diseño de los elementos del sistema MABE, fue necesario el empleo de software EPANET donde se analizaron los diámetros, velocidades, presiones, de forma que cumplieran con las especificaciones técnicas, normas técnicas obligatorias de nuestro país, logrando así el buen funcionamiento del sistema.

4.2.4. Elaboración de planos

Se elaboraron los planos y especificaciones del sistema de abastecimiento de agua potable, con ayuda del software Auto-CAD.

4.2.5. Estimación de costos.

Se estimaron los costos directos para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable.

4.3. Criterios de diseño

Los criterios utilizados para el diseño son los establecidos en NTON 09 001-99, Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua (sector rural).

4.3.1. Período de diseño

Se estima que el periodo de diseño razonable para todo el sistema es de 20 años, comprendiendo el periodo de 2019-2039.

4.3.2. Cobertura

El 100% de la población total será servida con el sistema de abastecimiento de agua potable durante el periodo de diseño.

4.3.3. Proyección de población

4.3.3.1. Método de cálculo geométrico

Para el diseño del Mini acueducto por bombeo eléctrico se utilizó el método geométrico para calcular la población futura para el período de diseño establecido.

En este Método de Estimación de Poblaciones Futuras, se supone que la población crece a la misma tasa que para el último período censal, pero considerando que el crecimiento obedece a la siguiente expresión:

$$P_d = P_o (1 + r_g)^n$$

Dónde:

P_d = Población para el periodo de diseño

P_o = población al inicio del periodo de diseño

r_g = tasa de crecimiento en el periodo de diseño expresado en notación decimal.

n = número de años que comprende el periodo de diseño.

4.3.4. Consumo

4.3.4.1. Dotación de agua

Para determinar las cantidades de agua que se requieren para satisfacer las condiciones inmediatas y futuras de las ciudades o poblaciones proyectadas, se recomienda usar los valores de consumo medio diario que se establecen en las normas.

4.3.4.2. Variaciones de consumo

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

- Consumo Promedio Diario Total (CPDT).

Es el consumo promedio de los consumos diarios durante un año registro y es la base para la estimación del caudal máximo diario y horario.

Se obtuvo con la fórmula siguiente:

$$CPDT: CPD + hf$$

Dónde:

CPDT: Caudal promedio diario total

CPD: Población * dotación

hf: Pérdidas de agua en el sistema (20%CPD)

- Demanda del Máximo Día (CMD)

La demanda de 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%.

Para su cálculo se empleó la fórmula siguiente.

$$CMD: (K_1 * CPD) + hf$$

Dónde:

K_1 : 1.5 (se toma este valor por dos razones, la primera es que la comunidad se encuentra en el departamento de Nueva Segovia, y la segunda es que este valor nos ayuda a obtener un mejor resultado).

- Demanda de la hora máxima (CMH)

Para la ciudad de Managua el factor K_1 será igual al 130% de la demanda del día promedio, y para las localidades del resto del país, será igual al 150% del mismo día.

Calculándose con la formula siguiente:

$$CMH: (K_2 * CPD) + hf$$

Dónde:

K_2 : 2.5

- Perdidas (hf)

Las pérdidas son productos por juntas en al estado, válvulas conexiones defectuosas y puede llegar a representar el 10%-20% del consumo total.

En el caso de Nicaragua se utiliza 20%CPD.

Se calculó:

hf: 20%CPD

4.3.5. Fuente de abastecimiento

4.3.5.1. Diseño de pozos

Se determinó un diseño constructivo con el objetivo de establecer el sistema de abastecimiento de agua potable y suplir la demanda para el ejercicio de abastecimiento de agua potable para todas las actividades que se realizan.

Las Normas Técnicas Obligatorias de Nicaragua para agua potable NTON 09001-99 establecen en la sección 6.2.3: Se perforarán varios pozos con diámetros mínimos de 6" y así obtener información de las condiciones geológicas favorables, sin embargo, en el estudio hidrogeológico establece como diámetro de perforación 12", siendo este el que se empleará para el diseño del pozo. De igual manera las normas establecen en la sección 6.2.5: El diámetro mínimo de ademe (diámetros de revestimiento) con caudales de 125 gpm o menor deben de ser a 6", como el caudal de bombeo para el diseño es de 72 gpm se emplea el diámetro mínimo antes mencionado.

En resumen, se emplearán las características principales para el diseño del pozo perforado establecidas en el estudio hidrogeológico. Ver anexos IV, pág. #38 - #48.

4.3.6. Estaciones de bombeo

Para el diseño de la estación de bombeo se empleó los parámetros establecidos en las Normas Técnicas Obligatorias Nicaragüense (NTON 09 001-99 y NTON 09 003-99), y las características de la fuente de abastecimiento y su ubicación, la demanda de agua.

4.3.6.1. Tubería de succión

Se calculó el diámetro de la tubería de succión asumiendo una velocidad de 0.75 m/s, donde la norma establece que la velocidad del agua debe estar entre 0.60 m/s -0.90 m/s.

Para su cálculo se empleó la formula siguiente:

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V}}$$

Dónde:

Q: m³/seg.

V: m/seg.

D: m

4.3.6.2. Tubería de descarga

Es importante destacar que la tubería de descarga debe tener diámetro menor o igual a la tubería de succión. En el cálculo del diámetro se realizó el estudio Técnico-Económico, para ello se propuso como primera opción el diámetro calculado por la fórmula de Bresse, y tomando en cuenta la velocidad (0.60- 1.5 m/s).

Fórmula de Bresse:

$$D: 1.3 * X^{\frac{1}{4}} \sqrt{Q}$$

$$X: \frac{N}{24}$$

D: Diámetro en metros.

N: Número de horas de bombeo.

Q: Caudal en m³/seg.

4.3.6.3. Carga Total Dinámica (CTD)

Para el cálculo de la carga total dinámica se empleó la siguiente fórmula:

$$CTD: NB + hf_{succ.} + hf_{desc.} + H_{est.desc.}$$

Dónde:

NB: Nivel de bombeo

$hf_{succ.}$: Pérdidas en la succión

$hf_{desc.}$: Pérdidas en la descarga

$H_{est.desc.}$: Carga estática de la descarga

Las pérdidas en la descarga se determinaron con la fórmula siguiente:

$$hf_{desc} = \frac{10.67 * Q^{1.85} * L}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

Dónde:

Q: caudal de bombeo en m³/seg

C: 150, Coeficiente de rugosidad.

D: diámetro de la descarga en m

L: longitud de la línea de descarga en m

4.3.7. Línea de conducción por bombeo

4.3.7.1. Caudal de diseño

Para el diseño de la línea de conducción del sistema "MABE", se empleó el caudal máximo día para el final del periodo de diseño y se asumió un tiempo de bombeo máximo de 16 horas.

4.3.7.2. Selección del diámetro

Para la selección del diámetro de la tubería de descarga, se realizó el análisis técnico-económico de tres diámetros alrededor del calculado por la fórmula de Bresse antes mencionada.

4.3.7.3. Estudio Técnico - Económico

Para el análisis técnico - económico, se realizó empleando las fórmulas establecidas según las normas rurales y normas urbanas.

Las normas rurales NTON 09001-99 establecen:

Para determinar el mejor diámetro (más económico) puede aplicarse la fórmula siguiente, ampliamente usada en los Estados Unidos de Norte América. (Similar a la de Bresse, con $K=0.9$ y $n=0.45$).

$$D = 0.9 (Q)^{0.45}$$

D= metros

Q= m³/seg

Las normas urbanas NTON 09003-99 establecen:

- Calculo del Costo Anual de Tubería. (CAT)

CAT: $Crf * Vpe$

$$Crf = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

Dónde:

Crf: coeficiente de recuperación

i: tasa de interés anual (%).

Vpe: valor presente de reposición.

- Calculo del Costo Anual de Energía. (CAE)

$$CAE: P(\text{hp}) * tb * 365\text{días} * \frac{C\$Kw}{\text{hora}} * 0.746\text{kw/hp}$$

Dónde:

P: Potencia requerida en hp

tb: tiempo de bombeo en horas.

- Cálculo del Costo Anual Equivalente Total. (CAEquiv.)

$$CAEquiv: CAT + CAE$$

4.3.7.4. Velocidad

La velocidad de la tubería en la línea de succión se calculó con la fórmula siguiente, tomando en cuenta las normas NTON (09 001-99), quienes establece que la velocidad permisible para las tuberías debe estar en el rango de 0.4 – 2.0 m/seg.

$$Q = V * A \rightarrow V = \frac{Q}{A} = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

Dónde:

V= Velocidad m/seg

Q= Caudal de diseño m³/seg

D= diámetro en m

4.3.7.5. Gradiente hidráulico

Para su cálculo se empleó la fórmula siguiente, las normas establecen que el gradiente hidráulico sea de 10/1000, esto quiere decir 10m por cada 1000 metros.

$$S = \frac{hf}{l} * 1000$$

Dónde:

Hf: pérdidas (m)

L: Longitud total de la línea de conducción, en m.

4.3.7.6. Golpe de ariete

Para evitar el golpe de ariete en la línea de conducción, es necesario saber la máxima sobre presión por golpe de ariete, para ello se empleó la fórmula:

$$\Delta h = \frac{V * a}{g}$$

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + (K * \frac{D}{e})}}$$

Dónde:

V: Velocidad en tubería en m/seg.

a: Velocidad de propagación de las ondas, en m/seg.

g: Gravedad, m/seg²

h: Sobrepresión en m.

K: 18, para tubería PVC

e: Espesor de las paredes del tubo en mm.

D: Diámetro del tubo, en mm.

4.3.8. Red de distribución

4.3.8.1. Condiciones de análisis

El diseño de la Red de distribución se realizó con el consumo de máximo hora para el final de periodo de diseño, de tal manera que preste un servicio eficiente, continuo y a su vez que atienda a las condiciones más desfavorables.

4.3.8.2. Presiones máximas y mínimas

La presión mínima es el sistema de abastecimiento, es de 5.0m y las presiones máximas no deben sobre pasar los 50.0m.

4.3.8.3. Velocidades permisibles

Las velocidades permisibles oscilan entre 0.30m/seg como mínimo y 3.0 m/seg como máximo.

4.3.8.4. Diámetro mínimo

Los diámetros deben ser mayores a 2" y es permisible el de 1 ½" para zonas rurales. En el caso del sistema Mabe, empleamos como mínimo de 1 ½".

4.3.8.5. Procedimiento de diseño

- Definir los puntos de entrada del agua

Para el diseño de la red de distribución fue necesario identificar el punto donde se ubicará la fuente de abastecimiento que se usara para el periodo de diseño, y así

mismo ubicar los puntos de entradas del agua a la red de distribución desde los pozos. Otro punto de entrada será definido con respecto a la ubicación del tanque de almacenamiento.

- Trazado de las tuberías principales

Una vez identificado los puntos de entrada se procede al diseño del circuito de tuberías principales y tuberías secundarias. Los anillos principales de la red se analizan empleando el método de Hardy Cross. El criterio básico que se sigue en el diseño es el de las velocidades y las presiones.

- Caudales de salidas en los nodos

Definidos los circuitos o anillos principales se proceden a definir las “Salidas” en cada punto de concentración o nodo evitando salidas concentradas a distancias menores de 200m y mayores a 300m.

Sin embargo, en nudos unión de 3 o 4 tramos, o bien punto de cambio de tuberías sucede a distancias menores de los 200m ahí habrá forzosamente una salida de flujo.

La magnitud de salida se establece en base a su área de influencia que representa el sector poblacional, que a través de sus conexiones domiciliarias utilizara el agua que teóricamente se acumulara en los puntos de concentración. Es como si toda la población de toda esa área determinada se reuniera en el punto de salida a tomar la cuota de agua que le corresponde según el diseño.

4.3.9. Almacenamiento

4.3.9.1. Capacidad

El depósito de almacenamiento propuesto fue calculado de acuerdo a las normas, las cuales establecen lo siguiente:

- Volumen compensador

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

- Volumen de reserva

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

En Resumen:

$$V_{\text{tanque}}=35\%CPD$$

El volumen de incendio se desprecia, ya que las normas establecen que para poblaciones menores de 5000 habitantes, no se considera.

4.3.9.2. Ubicación del tanque

El tanque de almacenamiento se localiza en las coordenadas X: 590,501.858; Y: 1, 531, 578.964; Z: 734.96.

4.3.9.3. Clase y tipo de tanque

Se propone un tanque de almacenamiento de Mampostería, con altura máxima de 2.5m, y de tipo tanque sobre el suelo.

El tanque de almacenamiento está diseñado estructuralmente de tal manera que no colapse y soporte las cargas, al igual que contempla las instalaciones de válvulas de limpieza, de entrada y salida para su buen funcionamiento.

Ambientalmente contempla la construcción de andenes de concreto alrededor del tanque, mejorando la circulación en su alrededor, operación y mantenimiento; este a su vez contempla la construcción de canales que permiten la conducción de las aguas de lluvias y agua de provenientes del rebose y del tubo de limpieza hacia un lugar seguro; impidiendo que estas ocasionen erosiones en el área.

El emplazamiento del tanque está en base a el estudio de suelo realizado por un laboratorio de suelo, dando como resultado que 1.5 metros de profundidad se encuentra un lecho rocoso; por tal motivo y para estabilizar las presiones en las



CAPITULO V

CÁLCULOS Y RESULTADOS

V. CÁLCULOS Y RESULTADOS

5.1. Evaluación del sistema existente

Basados en la información brindada, se llegó a la conclusión de desechar el sistema actual por las siguientes razones técnicas: los diámetros de las tuberías son muy pequeños, por ende, no tienen capacidad, ya cumplió su vida útil, no abastece al 100% de la población que equivale a 451 puestos domiciliarios divididos en 6 sectores y por último el agua no es potable, lo que genera enfermedades en el 58.26 % de sus habitantes.

La comunidad “La Mia” se abastece por medio de MAG, construido hace varios años, en la actualidad se encuentra con deficiencia. En la comunidad no existen pozos perforados, otra parte de la población se abastece de pozos excavados a mano, donde no llegó la cobertura del sistema existente, es de ahí que nace la necesidad de la realización de un sistema de agua para cubrir en un 100% la demanda de la comunidad La Mia.

5.2. Estudios socioeconómicos

A partir de los estudios socioeconómicos realizados mediante encuestas se obtuvo el número total de 1788 habitantes en la zona, así mismo la cantidad promedio de agua que consumen diario, actividades económicas, etc. Con estos datos se define a continuación, la demanda de agua requerida de acuerdo con lo establecido en las normas técnicas (NTON 09001-99), para el periodo de diseño del proyecto. En la Tabla 22 (anexos I, pág. #1), se muestran los resultados de las encuestas.

5.3. Estudio de población y consumo

5.3.1. Tasa de crecimiento de la localidad

Para el análisis de crecimiento de población de la comunidad La Mía a lo largo del periodo de diseño, se basó en el método de la proyección del crecimiento geométrico, teniendo como dato inicial datos registrales de los censos realizados en el país desde

1995 hasta 2005, que fue el último censo realizado por INEC, obteniendo los siguientes resultados en las tablas 1 y 2:

Tabla 1. Contexto demográfico

Grupo poblacional	Rural	Dato histórico	Dato reciente	Tasa de crecimiento calculada (%)	Tasa media del territorio (%)
Datos demográficos Nacionales		año 1995 (hab)	año 2005 (hab)		
País	Nicaragua	1986289	2266548	1.33	2.21
Departamento	Nueva Segovia	261336	294320	1.20	
Municipio	Jalapa	20088	30056	4.11	
Comarca	La Mía	1901	1823	-0.42	

Tabla 2. Cálculo de tasa de crecimiento comunal

	Año	Población de la comunidad (hab)	Tasa de crecimiento comunal (%)
Dato histórico	2005	1823	-0.16
Dato presente	2017	1788	

Los resultados indican que, la tasa promedio de crecimiento histórico nacional, del grupo seleccionado, representa el 2.21% y la tasa de crecimiento comunitario el -0.16%. Este análisis permite comparar ambos resultados con los estándares del INAA. Considerando los resultados obtenidos se toma como valor representativo para la comunidad del 2.5%.

5.3.2. Proyección de población

Con la realización del estudio de población y de acuerdo al análisis del comportamiento de la tasa de crecimiento de la comunidad, se adopta una poblacional de crecimiento del 2.5%, por lo tanto, se obtiene la población por cada año en tabla 3:

P2017= 1788 habitantes (año del último censo)

P2019= $(1788) \cdot (1+0.025)^2 = 1879$ habitantes (inicio del Proyecto)

P2039= $(1879) \cdot (1+0.025)^{20} = 3079$ habitantes (fin del proyecto)

Tabla 3. Proyección de población

No	Tiempo de proyecto (Años)	Proyección de la población (habitantes)
0	2019	1879
1	2020	1926
2	2021	1974
3	2022	2023
4	2023	2074
5	2024	2126
6	2025	2179
7	2026	2233
8	2027	2289
9	2028	2346
10	2029	2405
11	2030	2465
12	2031	2527
13	2032	2590
14	2033	2655
15	2034	2721
16	2035	2789
17	2036	2859
18	2037	2930
19	2038	3003
20	2039	3078

5.3.3. Proyección de consumo

5.3.3.1. Nivel de servicio y dotación de agua

El nivel de servicio propuesto corresponde casi en su totalidad a conexiones domiciliarias. La dotación de agua se asume de acuerdo al tipo y característica de la población, en este caso la población a atender corresponde a una población concentrada con características completamente semi-rural, las viviendas se encuentran distribuidas a lo largo de un camino central, y también existe un núcleo poblacional que se considera como la parte céntrica de la población.

En la tabla 4, se muestra el cálculo de la dotación histórica, donde el consumo de la comunidad por semana corresponde a 6 barriles de 208 litros para un total de 1248 litros que consume una vivienda en una semana. La cobertura es del 100%, por lo cual la población conectada es igual a la población obtenida en el último censo. El número de viviendas será el mismo número de conexiones, en este caso es de 451.

Tabla 4. Cálculo de la dotación histórica

Datos	valores	unidades
Población (año 2017)	1788	(hab)
Censo reciente		
Núm. viviendas	451	unid
Población conectada	1788	habitantes
Cobertura	100	%
Consumo de la comunidad	6	barriles (de 208 lts/sem)
Esto será =	1248	lts/sem/viv
Consumo	179	(litros/día/semana)
Cálculo de la dotación		
Indice poblacional	3.96	Hab/viv.
Dotación calculada	46	lppd

El resultado obtenido de la dotación histórica es de 46 lppd, puesto que la normativa de ENACAL (NTON 09001-99), establece que; para sistemas de abastecimiento de agua potable por medio de conexiones de patio en el medio rural, la dotación de diseño será de 50-60 lppd, es decir 13 a 16 gppd y para conexiones domiciliarias en Guía técnica para una población menor de 5000 habitantes se establece una dotación per cápita de 75 lppd, lo cual se utilizó para el nuevo sistema.

5.3.3.2. Estimado de consumo

Para la proyección de consumo durante el periodo de diseño, se utilizó una cobertura del 100%, según la proyección de población y la dotación per cápita se calcularon las variaciones de consumos.

En los resultados reflejados en las tablas 5 y 6, muestra la proyección de demanda de consumo (consumo promedio diario total), cálculo del consumo máximo día y consumo de máxima hora, en resumen, se tiene:

El consumo promedio diario total incluyendo perdidas varia de 1.96 lps en el año 2019 y 3.21 lps para el año 2039.

El consumo máximo día tiene un valor inicial de 2.77 lps ascendiendo al 4.54 lps.

El consumo máximo hora varia de 4.40 lps a 7.21 lps.

Tabla 5. Proyección de consumo

No	Tiempo proyección en años	Proyección de población (habitantes)	Dotación per cápita (lppd)	CPD lppd
0	2019	1879	75	140925
1	2020	1926	75	144450
2	2021	1974	75	148050
3	2022	2023	75	151725
4	2023	2074	75	155550
5	2024	2126	75	159450
6	2025	2179	75	163425
7	2026	2233	75	167475
8	2027	2289	75	171675
9	2028	2346	75	175950
10	2029	2405	75	180375
11	2030	2465	75	184875
12	2031	2527	75	189525
13	2032	2590	75	194250
14	2033	2655	75	199125
15	2034	2721	75	204075
16	2035	2789	75	209175
17	2036	2859	75	214425
18	2037	2930	75	219750
19	2038	3003	75	225225
20	2039	3078	75	230850

Tabla 6. Proyección de consumo

No	CPD		hf		CPDT		CMD	CMH
	lpd	lps	lpd	lps	lpd	lps	lps	lps
0	140925	1.63	28185	0.33	169110	1.96	2.77	4.40
1	144450	1.67	28890	0.33	173340	2.01	2.84	4.51
2	148050	1.71	29610	0.34	177660	2.06	2.91	4.63
3	151725	1.76	30345	0.35	182070	2.11	2.99	4.74
4	155550	1.80	31110	0.36	186660	2.16	3.06	4.86
5	159450	1.85	31890	0.37	191340	2.21	3.14	4.98
6	163425	1.89	32685	0.38	196110	2.27	3.22	5.11
7	167475	1.94	33495	0.39	200970	2.33	3.30	5.23
8	171675	1.99	34335	0.40	206010	2.38	3.38	5.36
9	175950	2.04	35190	0.41	211140	2.44	3.46	5.50
10	180375	2.09	36075	0.42	216450	2.51	3.55	5.64
11	184875	2.14	36975	0.43	221850	2.57	3.64	5.78
12	189525	2.19	37905	0.44	227430	2.63	3.73	5.92
13	194250	2.25	38850	0.45	233100	2.70	3.82	6.07
14	199125	2.30	39825	0.46	238950	2.77	3.92	6.22
15	204075	2.36	40815	0.47	244890	2.83	4.02	6.38
16	209175	2.42	41835	0.48	251010	2.91	4.12	6.54
17	214425	2.48	42885	0.50	257310	2.98	4.22	6.70
18	219750	2.54	43950	0.51	263700	3.05	4.32	6.87
19	225225	2.61	45045	0.52	270270	3.13	4.43	7.04
20	230850	2.67	46170	0.53	277020	3.21	4.54	7.21

5.4. Sistema de agua propuesta

5.4.1. Fuente de abastecimiento y obras de captación

5.4.1.1. Tipo y ubicación de fuente de abastecimiento

La actual fuente de la comunidad es a través de antiguo sistema de agua superficial, no hay datos puntuales de las condiciones del acuífero, la cual no puede continuar siendo aprovechada ya que el caudal que producen no es suficiente para satisfacer la demanda durante el periodo de diseño del presente proyecto, no cuenta con ningún tratamiento y la distancia es de aproximadamente 10 km, lo que la hace inviable. (Fig. V).

Por tal razón, para dar respuesta a la demanda de agua de la comunidad La Mía según los resultados del estudio hidrogeológico realizado por el FISE (Anexo IV, pág. #8 - #51) indican que se pueden utilizar las aguas subterráneas como una fuente de agua en la que se propone la perforación de un pozo, el cual se ubicará en los linderos oeste de la comunidad en la parte baja de la loma Las Balbinas en la propiedad del Sr. Oscar Ruiz, en la cima de esta loma esta seleccionado el sitio para el emplazamiento de tanque de almacenamiento (ver Fig. VI).

Es importante destacar que, según los resultados obtenidos, en el área del proyecto se pueda encontrar pozos con rendimientos entre 100 gpm. (6.3 l/s) y 200 gpm (12.6 l/s), que tengan profundidades entre 200 y 250 pies con diámetros de perforación de 10 a 12 pulgadas y ademados con tubería PVC en 6 pulgadas.

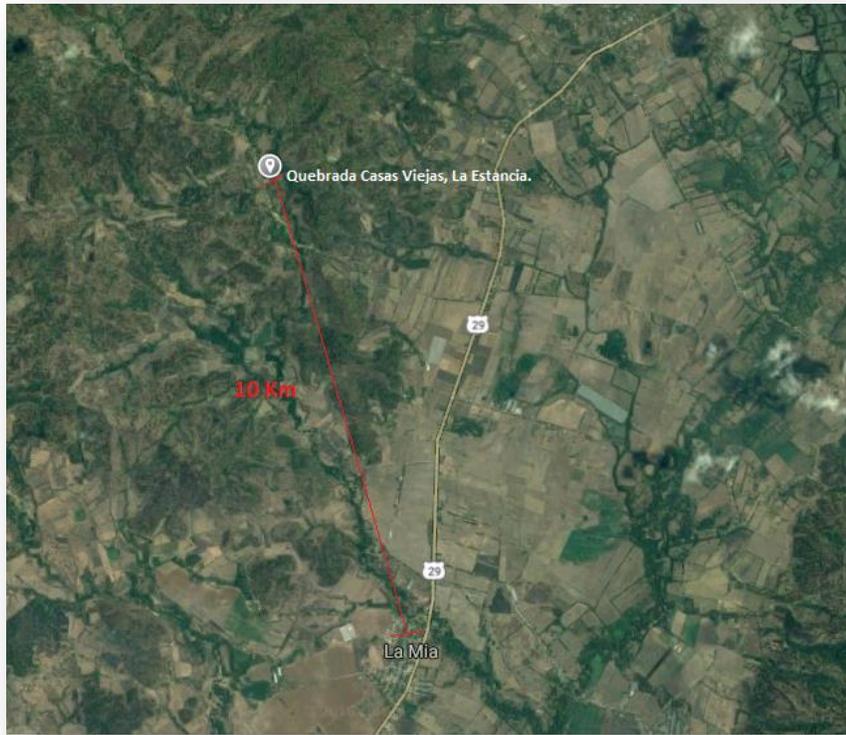


Figura V: Ubicación de la fuente actual
Fuente: Google earth

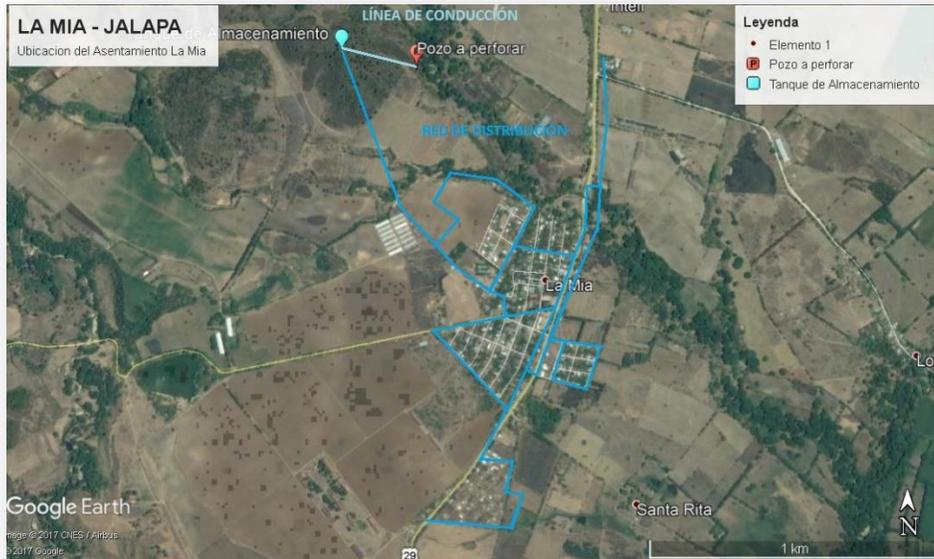


Figura VI: Sistema de abastecimiento propuesto
Fuente: Google earth

5.4.1.2. Pozo perforado

Por tal caso se propone la construcción de un pozo para caudal de diseño de (4.731 l/s) o de 75 gpm <100 gpm (para 20 años), que satisfaga la demanda de agua para la comunidad en estudio. Las características se presentan en Tabla 7 y fig. VII. Anexos VIII, Plano #6.

Tabla 7. Características principales del pozo a perforar

Profundidad total	222	pies
Diámetro de perforación	12	pulgadas
Diámetro de revestimiento	6	pulgadas
Longitud de rejillas PVC-SDR 21 con rosca Slot 20=1.2mm	40	pies
Longitud de tubería ciega PVC-SDR 21 con rosca	182	pies
Filtro de grava ½ - ¾"	4	m3
Sello sanitario	30	pies
Tubo de engrave PVC SDR 26 (1½")	30	pies
Piezómetro PVC SDR 26 (1")	220	pies
Base de soporte concreto	2 x 2 x 1.3	pies
Desarrollo por medio de inyección de aire	8	horas
Prueba de bombeo preliminar y de larga duración.	30	horas

Fuente: Estudios hidrogeológicos, realizados por FISE

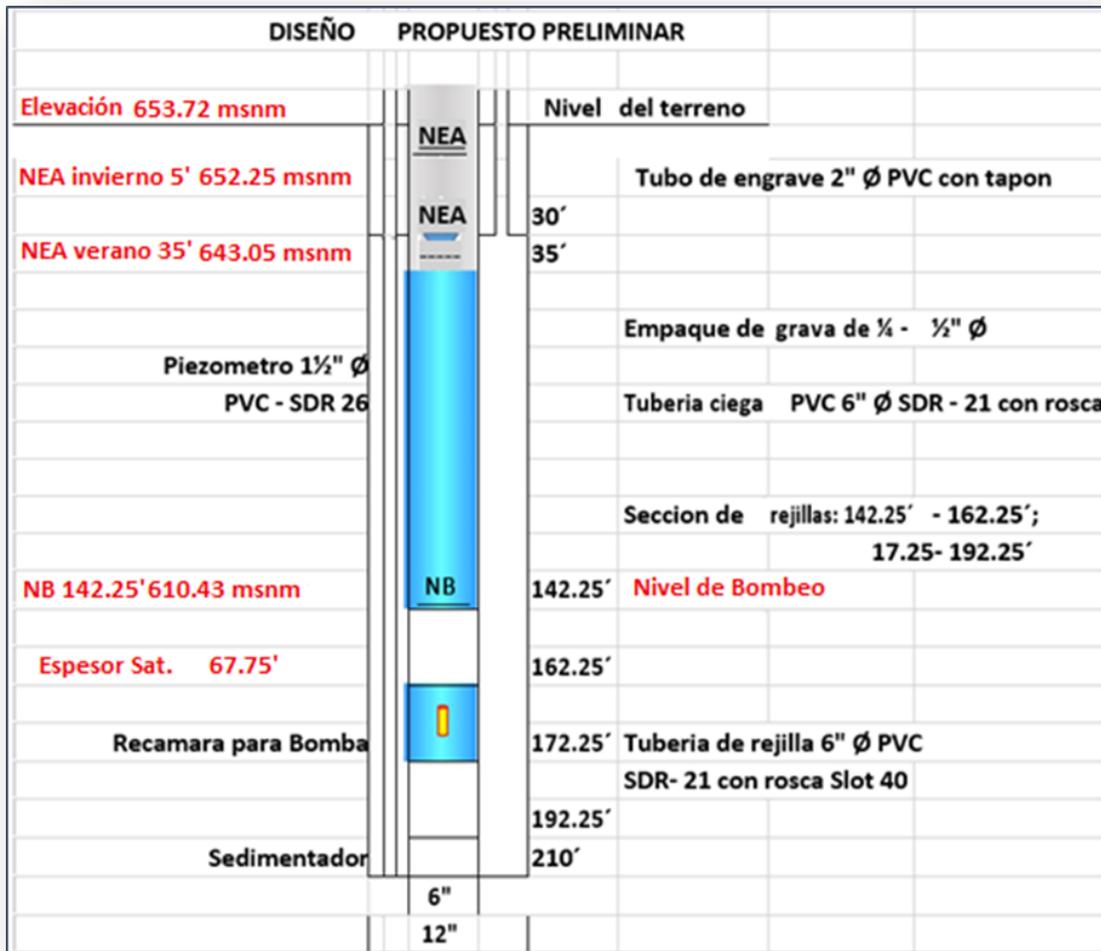


Figura VII: Características del pozo a perforar
Fuente: Estudios hidrogeológicos, realizados por FISE

5.4.1.3. Calidad del agua

Tras el estudio de las alternativas propuestas se ha seleccionado la alternativa de pozo perforado, específicamente la construcción de uno de estos pozos.

Las fuentes subterráneas deberían estar inocuas; sin embargo, se realizarán estudios de calidad del agua; estos estudios deben contemplar características fisicoquímicas, bacteriológicos y de metales pesados, específicamente arsénico y plomo.

Se propone que este análisis se realice en la etapa de perforación del pozo, cuando no existe recubrimiento. Es por esta razón que, en el informe de factibilidad, no se muestra el análisis de calidad del agua.

5.4.2. Tanque de almacenamiento

5.4.2.1. Volumen total

El Volumen compensador es equivalente al 20% Consumo promedio diario (CPD), siendo:

$$\text{CPD} = 2.672 \text{ l/s}$$

$$V_t = 0.35 * (2.672 \text{ l/s} / 1000) * 86,400 = 80.80 \text{ m}^3$$

Se ha proyectado un volumen útil de almacenamiento demandado por la población al final del periodo de diseño correspondiente a 80.00 m³, se construirá de concreto ciclópeo y tendrá las siguientes dimensiones 8.00 m x 4.0m x 2.5m de pared trapezoidal y mejorado.

5.4.2.2. Características del tanque

Se propone el diseño de un tanque de almacenamiento sobre suelo de concreto ciclópeo, el cual se ubicará en predio del Sr. Oscar Ruiz en la cima de la loma Las Balbinas, a una elevación de 734.96 msnm, con una Capacidad 80 m³ (21,136 galones) y Dimensiones siguientes:

- Altura = 2.5 m.
- Longitud = 8.00 m.
- Ancho = 4.0 m
- Elevación de Rebose = 735.96 msnm.
- Elevación de Fondo = 733.46 msnm.

5.4.3. Sistema de desinfección para el sistema MABE

La desinfección del agua se realizará a través de un equipo de arrastre hidráulico, en forma de pastilla con un equipo de arrastre hidráulico conocido como CTI-8, con el cual se garantiza la calidad bacteriológica del agua.

Dicho sistema se ha ubicado en la entrada al tanque de almacenamiento.



Figura VIII: Equipo de Desinfección.

5.4.3.1. Desinfección del cloro

Dependiendo del Volumen de agua se le agrega la dosis establecida en la tabla 8:

Tabla 8. Dosificación de cloro

Volumen de Agua a Desinfectar	Cantidad de Cloro Líquido a agregar en tiempo normal	Cantidad de Cloro Líquido a agregar en emergencia
1 Litro	4 gotas	8 gotas
2 Litros	8 gotas	16 gotas
1 Galón	15 gotas	30 gotas (1 ½ mililitros)
5 Litros	20 gotas (1 mililitro)	40 gotas (2 mililitro)
10 Litros	40 gotas (2 mililitros)	4 mililitros (½ tapita)
20 Litros (5 Galones)	4 mililitros (½ tapita)	8 mililitros (1 tapita)

Fuente: Ministerio de Salud (MINSA)

5.4.4. Estación de bombeo

5.4.4.1. Determinación de las características del equipo de bombeo

Se bombea de la fuente directamente hacia el depósito de almacenamiento y las características se determinaron para el final del periodo de diseño (tabla 9).

Tabla 9. Características de los equipos de bombeo

Características	
Caudal de Bombeo (l/s)	4.54
Caudal de Bombeo (gpm)	72.0
Nivel del Terreno del Pozo (msnm)	653.721
Nivel del Terreno del Tanque (msnm)	734.96
Nivel de Rebose del Tanque (msnm)	735.96
Carga Estática de Descarga (m)	82.239
Nivel Estático del agua (m)	10.668
Variación Estacionaria (m)	4.572
Abatimiento por Bombeo (m)	28.118
Sumergencia de la Bomba (m)	6.0976
Longitud de columna (m)	49.455
Pérdidas en la línea de succión: 5% LCB (m)	2.47

5.4.5. Línea de conducción por bombeo

El diámetro de la línea de conducción está diseñado para transportar el flujo desde la fuente de abastecimiento (pozo perforado) hasta el tanque de almacenamiento, este diámetro será capaz de transportar el caudal máximo de 4.54 l/s (72 gpm).

5.4.5.1. Cálculo de las características económicas

En la Tabla 10, se muestran los datos, parámetros necesarios para el cálculo del diámetro técnico económico de la línea de conducción y la tabla muestra los resultados del análisis económico (Costo Anual Equivalente).

Tabla 10. Datos para determinar el diámetro técnico - económico

Características del pozo	Resultados	Unidades
Nivel Estático del Agua:	35	Pies
Abatimiento:	92.25	pies
Nivel de Rebose del Tanque:	734.96	msnm
Nivel de Terreno del Pozo:	653.721	
Parámetros		
Velocidad:	0.60 - 0.90	(m/s)
Velocidad:	0.75	m/s
Coeficiente de Hassen Williams:	150	PVC
Eficiencia:	70.20%	
Interés Anual (i):	12%	
Costo de energía:	3.5	C\$/Kwh
Tiempo de Bombeo:	16	horas
Datos calculados		
Caudal Promedio Diario Total CPDt:	3.21	L/S
	50.88	gpm
Caudal de Bombeo (CMD):	4.54	L/S
	72.00	gpm
Datos levantados en campo		
Longitud de Tubería:	303	m

Diámetro más económico, según normas NTON 09001-99

$$D = 0.9 (Q)^{0.45}$$

$$D = 0.9 * \left(\frac{4.54 \text{ l/s}}{1000 \text{ l/m}^3} \right)^{0.45} = 0.0794 \text{ m}$$

$$D = 3.13 \text{ pulg} \approx 4 \text{ pulg}$$

Análisis técnico – económico, empleando normas NTON 09003-99

- Factor de amortización

$$Crf = \frac{(0.12)(1 + 0.12)^{20}}{(1 + 0.12)^{20} - 1} = 0.134.$$

- Nivel de Rebose del Tanque

NRT: $(734.96 \text{ msnm} - 1.5\text{m}) + 2.5\text{m} = 735.96 \text{ msnm}$.

- Nivel de Bombeo

NB: $35 + 92.25 + 15 = 142.25 \text{ m}$

- Longitud de Columna de Bombeo

LCB: $142.25' + 20' = 162.25'$

LCB: 49.455 m

- Pérdidas en la succión

hfsucción: $5\% * 162.25' = 8.11' = 2.47\text{m}$

- Carga estática de la descarga

H estática desc. = $735.96\text{m} - 653.721\text{m} = 82.24\text{m} = 269.81'$

- Carga Total Dinámica

CTD: NB + hfsucc + Hestatica desc. + hfdesc

CTD: $142.25 + 8.11 + 269.81 + \text{hfdesc}$

CTD: 420.17 pies + hfdesc.

La carga Total Dinámica (CTD), potencia se presenta en función de las pérdidas en la descarga, en la tabla 11, se muestra el cálculo del análisis técnico económico de la línea de conducción por bombeo.

Tabla 11. Cálculo del análisis económico de la línea de conducción por bombeo

Diámetro		Long (m).	Vp (C\$/m)	CAT	hfdesc.		CTD (pies)	P (hp)	CAE	CAEquiv.
metros (m)	pulgadas (pulg)				m	pies				
0.0762	3	303	170.00	6896.10	3.93	12.90	433.07	11.22	171022.7	177,918.83
0.1016	4	303	220.24	8934.10	0.97	3.18	423.35	10.96	167183	176,117.06
0.1524	6	303	385.42	15634.67	0.13	0.44	420.61	10.89	166102.1	181,736.74

5.4.5.2. Cálculo de las características técnicas en la línea de conducción

La velocidad en la línea de conducción se realizó aplicando la fórmula de continuidad y el gradiente en función de las pérdidas. Los resultados se presentan en la tabla 12.

Tabla 12. Cálculo del gradiente para tuberías

Diámetro (pulg)	Velocidad V=m/s	Gradiente S=hf m/1000 m
3	1.0	12.98
4	0.56	3.20
6	0.25	0.44

5.4.5.3. Clases de tuberías

En el cálculo de la clase de tubería se propuso en primera instancia una tubería PVC – clase 160 (SDR- 26, ASTM – 2241). Los resultados en tabla 13.

Tabla 13. Clases de tuberías

Diámetro (pulg)	Velocidad m/seg.	Gradiente	Celeridad	Hest (m)	Golpe de arite (m)	Presión de Trabajo (m.c.a)	Clase de tubería
3	1.00	12.98	452.42	82.239	45.98	128.22	SDR-17
4	0.56	3.20	451.33	82.239	25.80	108.04	SDR-26
6	0.25	0.44	451.99	82.239	11.48	93.72	SDR-26

Como se observa en la tabla 11, el diámetro técnico más económico para la línea de conducción es el de 4”, pero, en tabla 12 se observa que no cumple con la velocidad ($0.56 \text{ m/s} \leq 0.60 \text{ m/s}$), y si con el gradiente hidráulico ($3.20 \text{ m}/1000 \text{ m} < 10 \text{ m}/1000 \text{ m}$); la tubería de 3” si cumple con la velocidad ($0.60 < 1.0 \text{ m/s} < 1.50 \text{ m/s}$) pero $12.98 \text{ m}/1000 \text{ m} > 10 \text{ m}/1000 \text{ m}$.

También, en tabla 13 se observa que para el diámetro de 3", la presión máxima ejercida en las paredes de la tubería es de 128.22 m >112 m.c.a, en consecuencia, la cédula 26 se cambiaría por SDR-17 cuya máxima presión de trabajo de 250 lb/pulg², que equivalen a 175 m.c.a, lo que resulta más cara; por lo tanto se elige como diámetro conexión de la bomba (Sarta) de 3" y como tubería de descarga óptima de 4" para toda la línea de conducción y utilizar clase de tubería PVC cédula SDR-26 y la colocación de una válvula de alivio en la sarta. Ver figura IX.

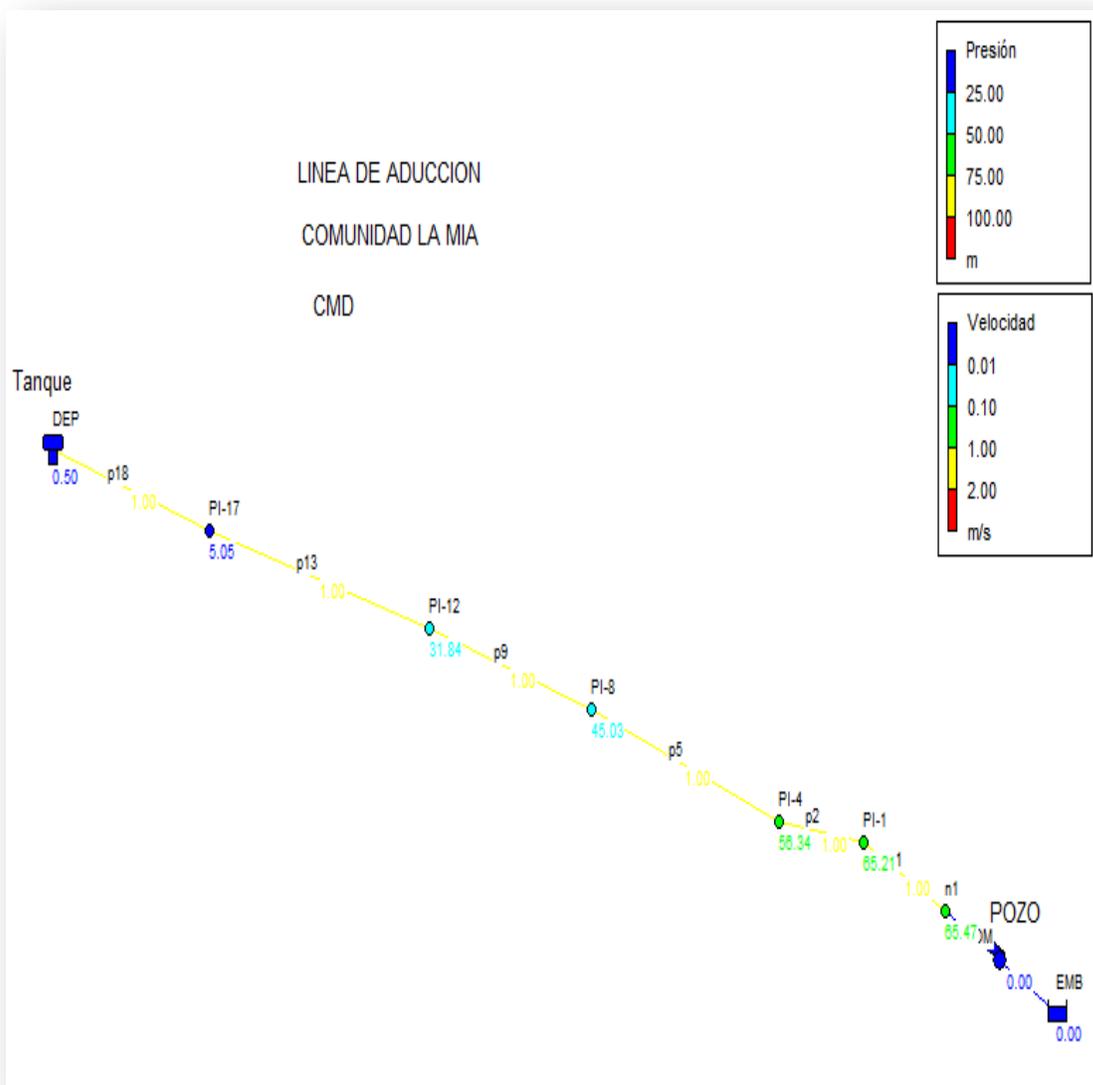


Figura IX: Esquema de EPANET

5.5.Red de distribución

5.5.1. Determinación de circuitos principales

El área total del proyecto es de 69.28 Ha, esto corresponde al área total de la comunidad que contará con servicios de agua potable.

Según el tipo de sistema Fuente-Tanque-Red, y la posición geográfica de la comunidad, para el análisis hidráulico de la red, se dividió en circuitos cerrados y en las zonas lejanas en circuitos abiertos, logrando de esta manera el buen funcionamiento en sus velocidades y presiones.

5.5.2. Distribución de caudales

Para realizar el análisis hidráulico con el programa EPANET, fue necesario diseñar la red, colocar los nodos y en cada nodo establecer las áreas tributarias empleando el método de malla, de manera que estuviese bien distribuido a como se observa en la figura X, luego se calculó el caudal de máxima hora para cada nodo como se refleja en la tabla 14.

Para determinar los caudales en los nodos se determinaron las áreas tributarias proporcionales a cada nodo.

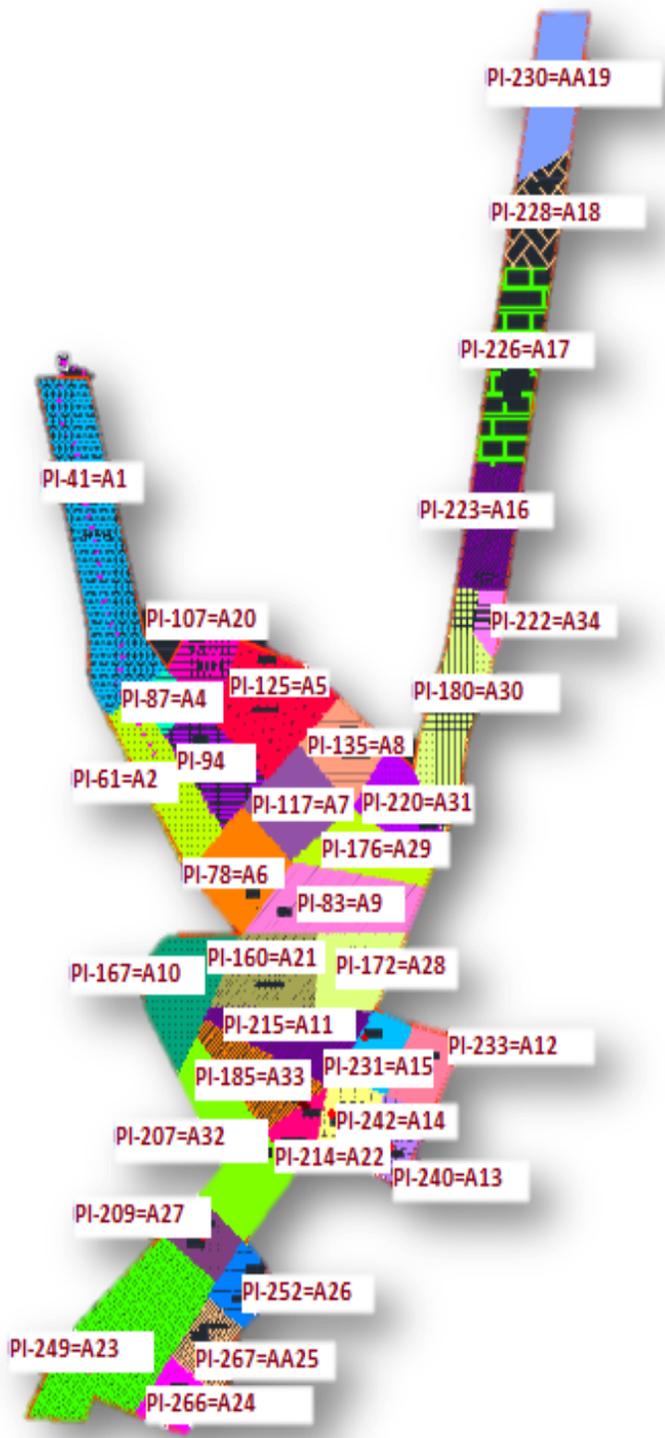


Figura X: Distribución de áreas tributarias

Tabla 14. Áreas tributarias y caudales en cada nodo

Nodo	Área (m2)	Área (Hc)	CMH /nodo (l/s)
PI-41	56942.4892	5.6942	0.5926
PI-61	23727.3645	2.3727	0.2469
PI-94	19349.8738	1.9350	0.2014
PI-87	6779.3719	0.6779	0.0706
PI-125	30267.0263	3.0267	0.3150
PI-78	22203.7144	2.2204	0.2311
PI-117	21220.9313	2.1221	0.2209
PI-135	16222.7342	1.6223	0.1688
PI-83	31136.8309	3.1137	0.3241
PI-167	24825.0224	2.4825	0.2584
PI-215	24683.2312	2.4683	0.2569
PI-233	12910.0608	1.2910	0.1344
PI-240	12236.2678	1.2236	0.1274
PI-242	12309.4054	1.2309	0.1281
PI-231	11117.4344	1.1117	0.1157
PI-223	19946.3538	1.9946	0.2076
PI-225	31519.2865	3.1519	0.3280
PI-228	16259.4461	1.6259	0.1692
PI-230	24331.5525	2.4332	0.2532
PI-107	13331.6684	1.3332	0.1388
PI-160	21101.9327	2.1102	0.2196
PI-214	8126.0864	0.8126	0.0846
PI-249	52838.2737	5.2838	0.5499
PI-266	10715.9062	1.0716	0.1115
PI-267	12511.3213	1.2511	0.1302
PI-254	0	0.0000	0.0000
PI-252	9263.6763	0.9264	0.0964
PI-209	11620.1118	1.1620	0.1209
PI-172	17457.6024	1.7458	0.1817
PI-176	16978.8806	1.6979	0.1767
PI-180	29411.2782	2.9411	0.3061
PI-220	16723.4607	1.6723	0.1741
1	0	0.0000	0.0000
PI-207	31162.2652	3.1162	0.3243
PI-185	18698.4443	1.8698	0.1946
PI-222	4829.531	0.4830	0.0503

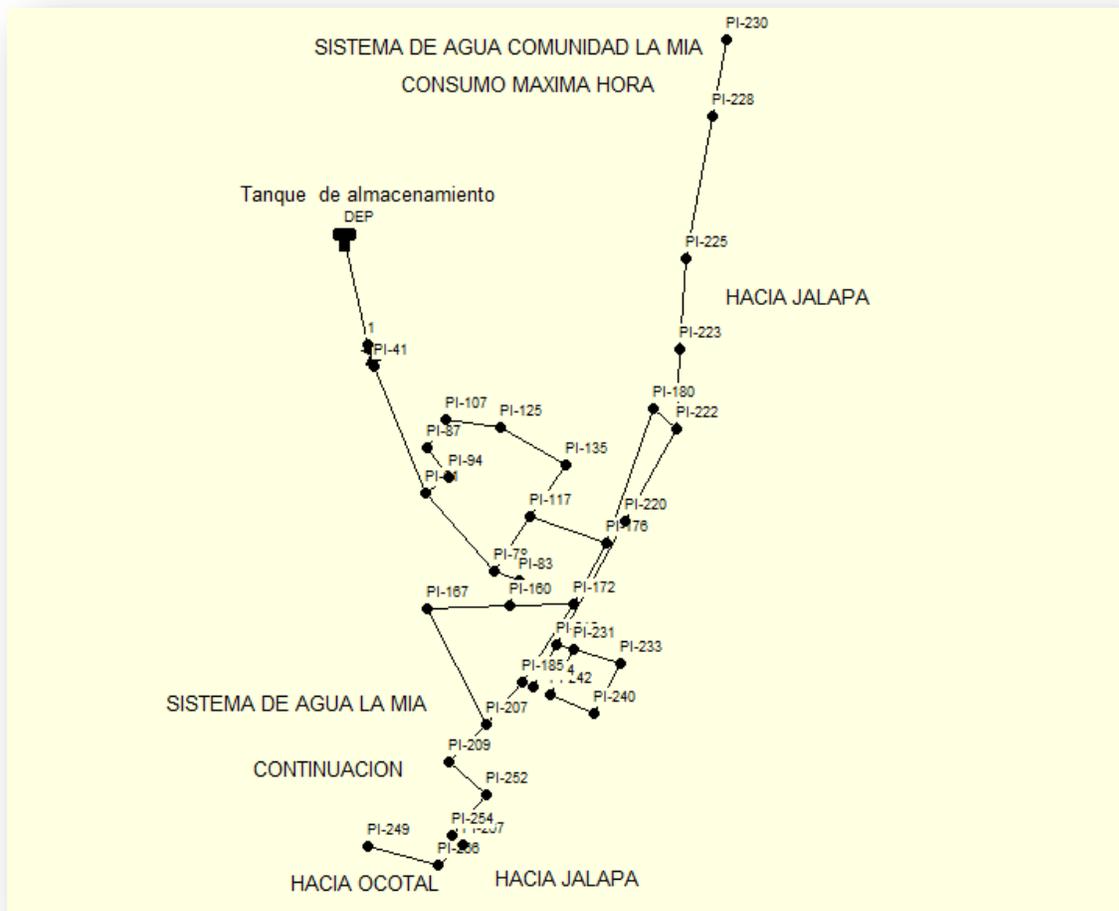


Figura XI: Esquema obtenido en EPANET.

5.5.3. Análisis hidráulico de la red

En tablas 15 y 16 y en las figuras XII y XIII se muestran los resultados de los análisis hidráulicos.

Según tablas anteriores, los diámetros propuestos en la red serán lo suficiente para manejar el flujo requerido al horizonte de diseño y garantizarla al 100% de las viviendas contempladas para este diseño.

En los tramos #7 - #10 de tuberías se instalarán válvulas de limpieza al final de los tramos de manera que permitan la limpieza de la red.

Tabla 15. Presiones en los nodos

Nodo	Cota (m)	Demanda Base (LPS)	Demanda (LPS)	Altura (m)	Presión (m)
PI-41	665.03	0.5926	0.59	705.03	40
PI-61	661.93	0.2469	0.25	695.82	33.89
PI-94	660.62	0.2014	0.2	695.31	34.69
PI-87	663.23	0.0706	0.07	694.54	31.31
PI-125	655.71	0.315	0.31	693.07	37.36
PI-78	656.69	0.2311	0.23	691.61	34.92
PI-117	655.71	0.2209	0.22	689.37	33.66
PI-135	654.02	0.1688	0.17	690.67	36.65
PI-83	655.49	0.3241	0.32	688.28	32.79
PI-167	658.9	0.2584	0.26	682.35	23.45
PI-215	669.18	0.2569	0.26	680.89	11.71
PI-233	649.1	0.1344	0.13	680.48	31.38
PI-240	647.64	0.1274	0.13	680.44	32.8
PI-242	649.9	0.1281	0.13	680.45	30.55
PI-231	650.77	0.1157	0.12	680.57	29.8
PI-223	655.95	0.2076	0.21	675.63	19.68
PI-225	655.08	0.328	0.33	671.75	16.67
PI-228	653.79	0.1692	0.17	669.96	16.17
PI-230	653.91	0.2532	0.25	669.55	15.64
PI-107	661.03	0.1388	0.14	693.91	32.88
PI-160	654.58	0.2196	0.22	685.75	31.17
PI-214	655.76	0.0846	0.08	682.04	26.28
PI-249	658.82	0.5499	0.55	666.35	7.53
PI-266	652.55	0.1115	0.11	667.83	15.28
PI-267	652.12	0.1302	0.13	668.73	16.61
PI-254	656.06	0	0	669.28	13.22
PI-252	653.37	0.0964	0.1	671.32	17.95
PI-209	655.91	0.1209	0.12	673.55	17.64
PI-172	656.64	0.1817	0.18	683.15	26.51
PI-176	651.87	0.1767	0.18	685.56	33.69
PI-180	655.68	0.3061	0.31	677.31	21.63
PI-220	653.01	0.1741	0.17	678.22	25.21
1	665.03	0	0	728.3	63.27
PI-207	657.38	0.3243	0.32	679.79	22.41
PI-185	656.41	0.1946	0.19	682.17	25.76
PI-222	655.55	0.0503	0.05	677.21	21.66
Depósito DEP	734.96	No Disponible	-7.21	735.96	1

Tabla 16. Cálculo de las velocidades en cada tramo

Tubería	Longitud(m)	Diámetro (mm)	Rugosidad	Caudal (LPS)	Velocidad (m/s)	Pérd.Unit (m/Km)	Factor de Fricción
Tubería p71	48.5	51	150	1.42	0.7	10.52	0.022
Tubería p89	88.95	51	150	1.15	0.56	7.1	0.022
Tubería p523	49.6	38	150	0.51	0.45	6.47	0.024
Tubería p675	68.1	51	150	2.82	1.38	37.14	0.02
Tubería p690	132.25	51	150	1.29	0.63	8.73	0.022
Tubería p740	83.98	38	150	0.66	0.58	10.65	0.023
Tubería p742	37.06	38	150	0.79	0.7	14.85	0.023
Tubería 3	203.47	38	150	0.7	0.62	11.79	0.023
Tubería 19	97.42	51	150	-1.22	0.6	7.93	0.022
Tubería 21	184.81	38	150	-0.53	0.47	7.06	0.024
Tubería 23	73.38	51	150	3.14	1.54	45.44	0.019
Tubería 25	159.59	51	150	1.8	0.88	16.25	0.021
Tubería 26	181.63	38	150	0.74	0.66	13.27	0.023
Tubería 27	227.17	38	150	0.79	0.7	14.93	0.023
Tubería 7	61.41	38	150	0.22	0.19	1.4	0.027
Tubería 8	135.51	38	150	0.17	0.15	0.85	0.029
Tubería 9	128.16	38	150	0.04	0.04	0.06	0.035
Tubería 10	153.79	38	150	0.09	0.08	0.25	0.032
Tubería 12	137.37	38	150	-0.79	0.7	14.85	0.023
Tubería 14	196.13	38	150	-0.55	0.48	7.56	0.024
Tubería 16	215.42	51	150	1.88	0.92	17.66	0.021
Tubería 24	252.11	76	150	7.21	1.59	30.36	0.018
Tubería 1	355.36	76	150	6.62	1.46	25.9	0.018
Tubería 2	149.42	51	150	1.01	0.5	5.6	0.023
Tubería 5	384.16	38	150	0.53	0.46	6.96	0.024
Tubería 31	288.02	38	150	-0.75	0.66	13.45	0.023
Tubería 32	385.54	38	150	0.42	0.37	4.64	0.025
Tubería 33	230.68	38	150	0.25	0.22	1.8	0.027
Tubería 34	386.37	38	150	-0.96	0.85	21.35	0.022
Tubería 30	268.13	38	150	-1.01	0.89	23.28	0.022
Tubería 35	356.1	38	150	0.54	0.47	7.2	0.024
Tubería 4	157.61	38	150	-0.8	0.7	15.07	0.023
Tubería 17	12.65	51	150	1.37	0.67	9.82	0.022
Tubería 28	256.16	76	150	-2.37	0.52	3.85	0.021
Tubería 20	278.94	76	150	4.95	1.09	15.11	0.019
Tubería 22	176.8	51	150	1.58	0.77	12.68	0.021
Tubería 36	305.05	38	150	0.35	0.31	3.3	0.026

Tubería	Longitud(m)	Diámetro (mm)	Rugosidad	Caudal (LPS)	Velocidad (m/s)	Pérd.Unit (m/Km)	Factor de Fricción
Tubería 37	74.87	38	150	0.96	0.84	21.15	0.022
Tubería 38	10	38	150	0.66	0.58	10.51	0.023
Tubería 39	121.51	38	150	-0.89	0.78	18.38	0.022
Válvula 18	No Disponible	76	No Disponible	7.21	1.59	23.27	0

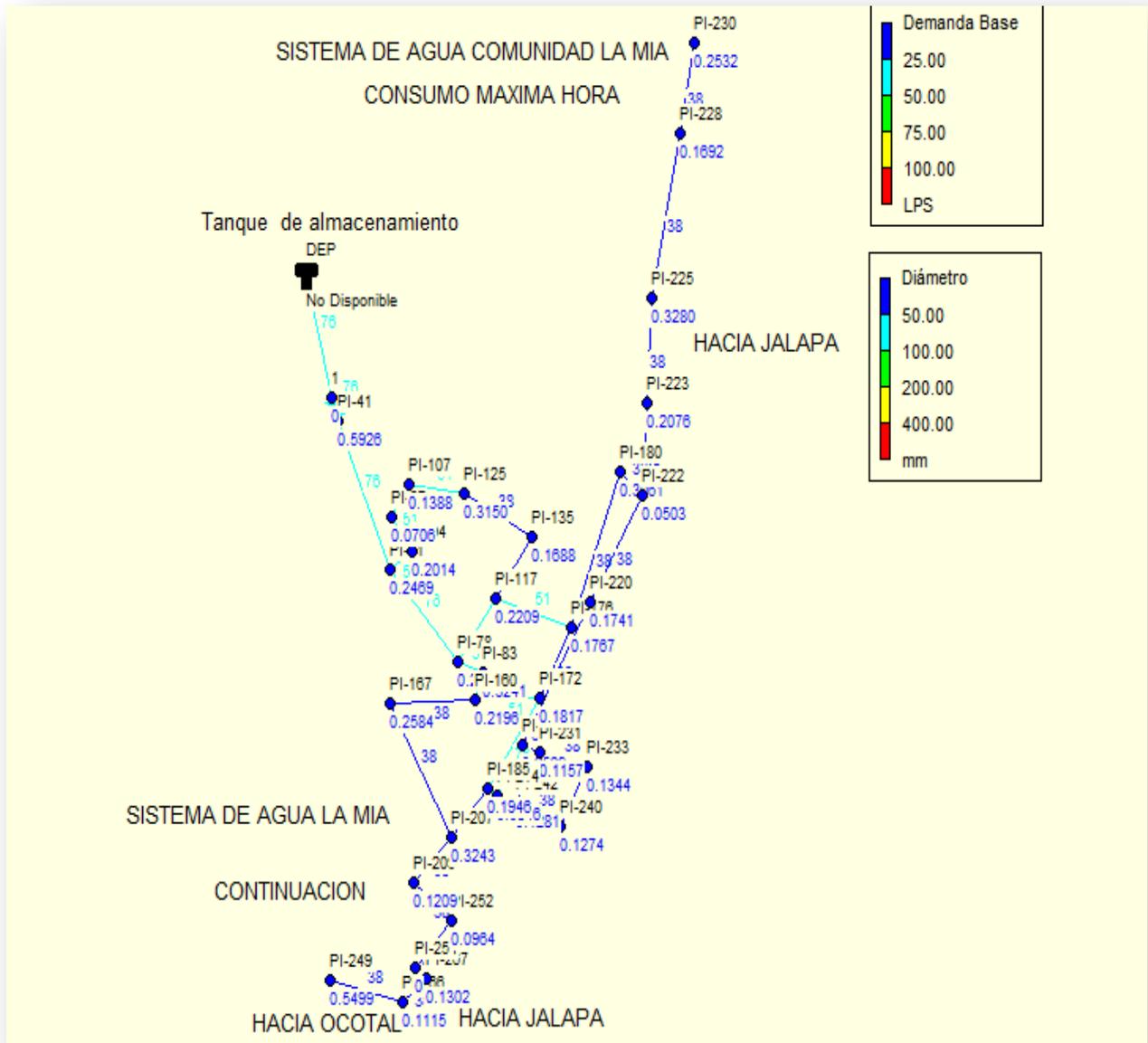


Figura XII: Esquema de diámetros y demanda base



CAPITULO VI
DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA
PROPUESTO

VI. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA PROPUESTO

A continuación, se presenta una breve caracterización de los elementos del sistema propuesto:

6.1. Fuente de abastecimiento

La fuente de abastecimiento de agua del acueducto de la Comunidad La Mía estará constituida por el depósito de aguas subterráneas del valle de Jalapa para satisfacer la demanda durante el periodo de diseño del presente proyecto, mediante la perforación 1 pozo nuevo ubicado en la cima de las Lomas las Balbinas propiedad del señor Oscar Ruiz con coordenadas X: 590 803.48; Y: 1 531 472.46 que tendrán una capacidad de 4.54 l/s (72 gpm).

6.2. Estación de bombeo

6.2.1. Equipo de bombeo

Se requiere la instalación de un Equipo de bombeo para el pozo propuesto con las características que se presentan en tabla 17. Ver curva característica, anexos VI, pág. #62 - #66.

Tabla 17. Características de los equipos de bombeo

Características	Pozo
Tipo	Sumergible
Capacidad (lps)	4.54
C.T.D. (pies)	423.35
Potencia (HP)	15.00
Velocidad de Rotación (rpm)	1760-3450
Eficiencia (%)	75
Energía	Tri-Fásica

6.2.2. Conexión de bombeo

La Estación de bombeo del pozo deberá dotarse de una sarta de 3" de diámetro equipadas con:

- 1 válvula de Aire de Φ 2" con rosca macho de H.F.
- 1 unión Dresser de Φ 3" de H.F.
- 1 medidor Maestro de Φ 3". Extremos Bridados.
- 1 válvula Check de Φ 3" de H.F. Extremos Bridados.
- 1 Cruz de Φ 3" X 3" de H.F. Extremos Bridados.
- 1 reductor de Φ 3" X 2" de H.F. Extremos Bridados.
- 1 válvula de Alivio de Φ 2" de H.F. Extremos Bridados.
- 1 válvula de Limpieza de Φ 3" de H.F. Extremos Bridados.
- Niple de H.G. dúctil con Flange. L = 1.50 mts.
- 1 válvula de Pase de Φ 3" de H.F. Extremos Bridados.
- 1 manómetro de Carga de 3000 PSI (Lb/plg²).
- Codos de 45° X 3". Extremos Bridados.
- 1 reductor de Φ 4" X 3" de P.V.C.
- Bridas de H.F. Φ 3" con sus Empaques y Pernos.

(Ver Anexos VIII, PLANO # 6).

6.3. Caseta de paneles eléctricos

En el predio de captación, se construirá una de mampostería confinada cuyo uso será para el operador y protección de Paneles Eléctricos. El predio del pozo tiene un área de 900 m² y sus dimensiones son: 30m x 30m, el área total de las casera es de 12.0 m².

(Anexos VIII, Plano #9).

6.4. Línea de conducción de bombeo

La línea de conducción que se propone construir se extenderá desde el pozo hasta el tanque de almacenamiento con una longitud total de 303.00 m de PVC Cédula SDR-26 con diámetro de 4". Anexos VIII, plano #6.

6.5. Red de distribución

La red de distribución de agua potable para la comunidad La Mia ha sido dimensionada para abastecer la demanda de máxima hora del año 2039. Se eliminará toda la tubería existente por ser diámetros de 1" y 1/2" y se reemplazará por tubería nueva de PVC con SDR 26 con diámetros que varían entre 1 1/2", 2" y 3" en una longitud total de 7113.18 m, cuya distribución se presenta en la Tabla 18. (Anexos VIII, PLANO # 4).

Tabla 18. Longitudes y diámetros de tubería en la red de distribución

Diámetro	Longitud (m)	Total
DN37,5 (1 1/2") SDR-26	4748.13	
DN 50 (2") SDR-26	1222.48	
DN 75 (3") SDR-26	1142.57	
Total.	7113.18	

A la red de distribución se le instaran 3 válvulas de limpieza y 46 válvulas de compuerta que permitan el cierre de ramales cuando se requieran.

La red de distribución contempla la instalación de un cruce aéreo con longitud de 38.0 metros lineales con tubería de 3" galvanizada.

Toda la red tendrá sus bloques de reacciones donde se encuentren cambios bruscos, a fin de evitar rupturas en la misma. Una vez concluida la instalación de la red de distribución se realizarán las pruebas hidrostáticas para asegurar la calidad de instalación.

Se colocarán 3 válvulas de limpieza en toda la red para evacuar los sedimentos provocados por las bajas velocidades en algunos tramos de tuberías. Tabla 19.

Tabla 19. Diámetros de válvulas de limpiezas

Diámetro	Cantidad
DN37,5 (1 1/2") SDR-26	3
Total.	3

Se ha previsto la instalación de 50 válvulas de pase para dividir la red de distribución en zonas, a fin de poder interrumpir el servicio parcialmente en la localidad cuando haya algún problema en la red de distribución o para dar mantenimiento a la misma. Tabla 20 y (Anexo VIII, PLANO # 4).

Tabla 20. Diámetros de válvulas de pase

Diámetro	Cantidad
DN37,5 (1 1/2") SDR-26	37
DN 50 (2") SDR-26	9
DN 50 (3") SDR-26	0
Total.	46

6.6. Tanque de almacenamiento

El volumen de almacenamiento requerido, según las normas del INAA es de 80 m³. Con dimensiones de localizado en un predio de 30m. x 30m.

La conexión de entrada al tanque es de 4" (101.60 mm) de diámetro de H.G. y salida de 3" (75.6 mm) y un By-Pass de 3" (75.6 mm), el cual servirá para aislar el tanque del sistema mientras esta en mantenimiento permitiendo el curso del agua desde los pozos hasta la red de distribución, garantizando la entrega del agua. (Anexo VIII, PLANO #5).

6.7. Tratamiento

El tratamiento, en vista de la naturaleza de las aguas de la fuente de a utilizar solo se realizará desinfección, mediante cloración. Esta podrá ser utilizando cloro en pastillas conocido como hipoclorito de calcio. El equipo de cloración será instalado antes del tanque donde se inyectará directamente a la tubería de bombeo.



CAPITULO VII

COSTO Y PRESUPUESTO DE LAS OBRAS PROPUESTAS

VII. COSTO Y PRESUPUESTO DE LAS OBRAS PROPUESTAS

Las obras que contempla el diseño del Mini acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE), han sido presupuestadas para obtener el costo total del proyecto. Los costos directos comprenden los rubros de costo de materiales, Mano de obra, Transporte y Equipo.

7.1. Costo total del proyecto

El costo directo total del proyecto Diseño del Miniacueducto por bombeo Eléctrico (MABE), asciende a un total de Trece Millones, Doscientos Cuarenta y Tres Mil, Doscientos Veinte y Nueve córdobas (C\$ 13, 243, 229), y su valor en dólar es de Cuatrocientos Trece Mil, Ochocientos Cincuenta, con Noventa y un centavos (\$ 413, 850.91). A continuación, se resumen los costos en la tabla 21.

Ver Anexos VII, Tabla 31-35, pág. #67 - #70.

Tabla 21. Costo total del proyecto

Descripción	Valores (C\$)
Preliminares	282,343.90
Línea de conducción	1,534,821.31
Línea de distribución	2937215.64
Fuente y obras de toma.	2,582,734.94
Tanque de almacenamiento	907,449.86
Conexiones	1,135,185.94
Limpieza final y entrega	189,055.54
Transporte de materiales	3,674,421.94

Monto total del proyecto: C\$ 13, 243, 229 (Córdobas)

\$ 413, 850.91 (Dólares)

El precio del 1 U\$ equivalente a C\$ 32.00 precio oficial a la fecha



CAPITULO VIII
CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES

VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1. Conclusiones

En términos generales el Sistema de Mini acueducto por Bombeo Eléctrico “MABE”, es un sistema factible que contribuye al mejoramiento de la calidad de vida de todos sus habitantes.

1. Basados en el estudio socioeconómico realizado por FISE, la población al 2017 era de 1788 habitantes distribuidos en 451 viviendas para un índice habitacional de 3.96 hab/viv, por lo que la población a beneficiar para un período de diseño de 20 años (2019-2039) es de 3078 habitantes.
2. Según estudios hidrológicos de la zona se determinó que el acuífero existente en las cercanías de la comunidad puede producir de 100-200 gpm, por lo tanto, este es suficiente para cubrir la demanda de agua potable de la población durante todo el período de diseño.
3. El Consumo Promedio Diario total obtenido para el inicio del periodo de diseño fue de 1.96 lps incrementándose a 3.21 lps, el CMD pasa a 4.54 lps y el CMH asciende a 7.21 lps y la capacidad requerida de almacenamiento se incrementa a 80 m³.
4. El análisis técnico del sistema en general cumple con las normas y criterios establecidos para el diseño hidráulico del sistema de abastecimiento de agua, como son las Normas Técnicas Obligatorias Nicaragüenses y NTON 09001-99 Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el medio rural y Normas Técnicas para el Diseño de Abastecimiento y Potabilización del agua.
5. Es sistema de abastecimiento es del tipo Fuente -tanque red, es decir que tendrá una línea de conducción por bombeo de 4” PVC SDR-26 con longitud de 303 m del pozo hacia el tanque y la red funcionará completamente por gravedad.

6. La red de distribución estará compuesta de tuberías PVC SDR-26 con diámetros de 1 ½", 2" y 3" que varían y con nivel de servicio de Conexión domiciliar.
7. El costo total directo del proyecto resulto de un total de C\$ 13, 243, 229 (Trece Millones, Doscientos Cuarenta y Tres Mil, Doscientos Veinte y Nueve córdobas), equivalente a U\$ 413, 850.91 (Cuatrocientos Trece Mil, Ochocientos Cincuenta, con Noventa y un centavos).

8.2.Recomendaciones

1. Para asegurar la mayor vida útil del sistema y el correcto funcionamiento, se deben de realizar mantenimiento preventivo y periódico al sistema de agua potable y de esta forma optimizar recursos para evitar el mantenimiento correctivo.
2. Proteger y evitar la deforestación de la cuenca para la permanencia y existencia del recurso agua.
3. Se recomienda realizar el análisis de calidad del agua, una vez que se lleve a cabo la perforación del pozo para comprobar su potabilidad.
4. Para una buena ejecución del proyecto se sugiere una supervisión a cargo de un profesional de la construcción.



CAPITULO IX
BIBLIOGRAFÍA

IX. BIBLIOGRAFÍA

- 1) Boletín Informativo El Agua, Organización Panamericana de la salud.
http://www.paho.org/nic/index.php?option=com_docman&view=download&category_slug=datos-y-estadisticas&alias=716-boletin-informativo-el-agua&Itemid=235.
- 2) Imagen de tipos de sistemas de abastecimiento de agua potable.
Fuente: <http://hondurasnacionymundo.blogspot.com/2014/03/con-recursos-delbcie-aumentan.html>.
- 3) Jalapa en cifras, Instituto Nacional de Información de Desarrollo.
www.inide.gob.ni/censos2005/CifrasMun/Nueva%20Segovia/JALAPA.pdf
- 4) Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua (NTON 09 003-99). Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Ente Regulador. Managua, Nicaragua 2001.
- 5) Municipios de Nueva Segovia (Jalapa), Manfut.
<http://www.manfut.org/segovia/jalapa.html>.
- 6) Especificaciones técnicas para tuberías de presión (PVC).
<http://www.proplastic.org/tuberia26.html>.
- 7) Norma Técnica para la perforación de pozos profundos en la administración nacional de acueductos y alcantarillados.
<http://www.anda.gob.sv/wp-content/uploads/2015/03/perf-pozos.pdf>.
- 8) Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento.
<http://aneas.com.mx/wp-content/uploads/2016/04/SGAPDS-1-15-Libro10.pdf>
<file:///C:/Users/User/Downloads/SP145.pdf>.
- 9) Sumario de bombas.
http://www.nesc.wvu.edu/pdf/dw/publications/ontap/2009_tb/spanish/water_hammer_DWFSOM141.pdf.
- 10) Criterios y lineamientos para estaciones de bombeo.
http://www.siapa.gob.mx/sites/default/files/capitulo_13._estaciones_de_bombeo.pdf.
- .11) Definición y características de redes de distribución de agua potable.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Contexto demográfico	37
Tabla 2. Cálculo de tasa de crecimiento comunal.....	37
Tabla 3. Proyección de población	38
Tabla 4. Cálculo de la dotación histórica.....	39
Tabla 5. Proyección de consumo	41
Tabla 6. Proyección de consumo	42
Tabla 7. Características principales del pozo a perforar	45
Tabla 8. Dosificación de cloro	48
Tabla 9. Características de los equipos de bombeo	49
Tabla 10. Datos para determinar el diámetro técnico - económico	50
Tabla 11. Cálculo del análisis económico de la línea de conducción por bombeo	51
Tabla 12. Cálculo del gradiente para tuberías.....	52
Tabla 13. Clases de tuberías	52
Tabla 14. Áreas tributarias y caudales en cada nodo	56
Tabla 15. Presiones en los nodos	58
Tabla 16. Cálculo de las velocidades en cada tramo	59
Tabla 17. Características de los equipos de bombeo	62
Tabla 18. Longitudes y diámetros de tubería en la red de distribución	64
Tabla 19. Diámetros de válvulas de limpiezas	65
Tabla 20. Diámetros de válvulas de pase	65
Tabla 21. Costo total del proyecto.....	66

ÍNDICE DE FIGURAS Y GRÁFICOS

FIGURAS:

Figura I: Macro localización del área en estudio	5
Figura II: Limites de la comunidad	6
Figura III: Micro localización del proyecto, área seleccionada en la parte izquierda del mapa	6
Figura IV: Sistema de abastecimiento actual	9
Figura V: Ubicación de la fuente actual.....	44
Figura VI: Sistema de abastecimiento propuesto	44
Figura VII: Características del pozo a perforar.....	46
Figura VIII: Equipo de Desinfección.	48
Figura IX: Esquema de EPANET	53
Figura X: Distribución de áreas tributarias	55
Figura XI: Esquema obtenido en EPANET.....	57
Figura XII: Esquema de diámetros y demanda base.....	60
Figura XIII: Esquema de EPANET con velocidades y presiones	61

GRÁFICO:

Gráfico I: Actividad económica.....	22
-------------------------------------	----

I. Encuestas socioeconómicas

Tabla 22: Encuestas socioeconómicas

Resultados					
*Categoría de Pobreza del Municipio					
Severa	Alta	Medio	Menor		
X					
*Tipo de Población					
Urbano	Rural Concentrado	Rural Disperso			
	X				
*Actividad Económica del área de influencia					
Agricultura	X	Ganadería	X	Pesca	
Minería		Comercio		Turismo	
Forestal	X	PYME		Agroindustria	X
*Cantidad de Población					
Hombres	Mujeres	Total			
870	918	1788			
*Educación					
Centros de estudios situados en el área de influencia					
Escuela primaria	Flor de María Montiel				
Escuela Secundaria	Simón Bolívar				
CDI	Sonrisa Infantil				

II. Evaluación rápida de vulnerabilidad

Tabla 23: Evaluación rápida de vulnerabilidad

Principales vulnerabilidades de la zona					Posibilidad de Ocurrencia		Observaciones
					Si	No	
A. Vulnerabilidad Física							
1	Algunos componentes del sistema se ubican en zonas propensas a amenazas y están expuestas a daños o colapso		X	No fueron observadas amenazas naturales o antrópicas que pudieran afectar los sistemas.			
B. Vulnerabilidad Operativa							
2	Deficiente organización local para la gestión de los sistemas de saneamiento básico y de baja cobertura.		X	La comunidad está organizada, existe Comité de Agua Potable y Saneamiento.			
C. Vulnerabilidad Política-Institucional							
3	Poco involucramiento de los gobiernos locales y sectores de salud y educación en el soporte de la comunidad.		X	El gobierno local y las instituciones sectoriales se involucran en el soporte de la comunidad.			
D. Vulnerabilidad cultural-organizativa							

4	La población desconoce las principales amenazas a las que podría estar expuesto su sistema y carecen de capacitación en gestión de Riesgos		X	La población está organizada y es capacitada para gestionar riesgos que pudieran presentarse en las comunidades.
E. Vulnerabilidad Económica				
5	Pobreza extrema y baja calidad de vida, con condiciones de salud, frágiles y deficiente acceso a servicios básicos.	X		De acuerdo al mapa de pobreza del municipio, la comunidad se encuentra en el nivel de Pobreza Alta.
F. Vulnerabilidad Ambiental				
6	Existen problemas ambientales sensibles, como degradación de suelos, con deforestación, mala gestión de los residuos sólidos y efluentes residuales, contaminación por químicos, etc.	X		Los sistemas naturales presentan cierto nivel de deterioro, la mayor parte del suelo del entorno presenta conflictos por sobre y subutilización. El bosque se presenta en parches muy pequeños. La comunidad no cuenta con acciones orientadas a la gestión adecuada de los recursos naturales y de los residuos sólidos.
G. Vulnerabilidad en Hábitos de Higiene y Gestión de Agua				
7	La población presenta deficientes comportamientos en hábitos de higiene y debilidad en el manejo del agua y excretas.		X	Según información extraída para la preparación del Informe de Pre-factibilidad, la población tiene ciertos hábitos de higiene y de manejo de excretas, no obstante, éstos se ven limitados debido a la debilidad en el servicio de abastecimiento de agua.

Tabla 24: Resumen de evaluación de vulnerabilidad

Vulnerabilidad rápida	Resultado
Existe vulnerabilidad	2
No existe vulnerabilidad	5
Calificación de vulnerabilidad	Rango de valores
Muy alto	$S_i > 2$, mayor a dos indicadores
Alto	$S_i = 2$, igual a dos indicadores
Medio	$S_i = 1$ igual a un indicador
Bajo	$S_i = 0$
Evaluación de vulnerabilidad: ALTA.	

III. Sistema de abastecimiento actual



Figura XIV: Tanque de almacenamiento, cilíndrico



Figura XV: 2da Pileta



Figura XVI: Estado de las piletas



Figura XVII: Filtros de grava



Figura XVIII: Conexión de Tuberías

IV. Estudio hidrogeológico

1. INTRODUCCIÓN

El Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE) ha previsto realizar diversos servicios de consultoría para estudios de Prefactibilidad y Diseño Final de proyectos de Agua, Saneamiento e Higiene, en diferentes comunidades que viven en extrema pobreza.

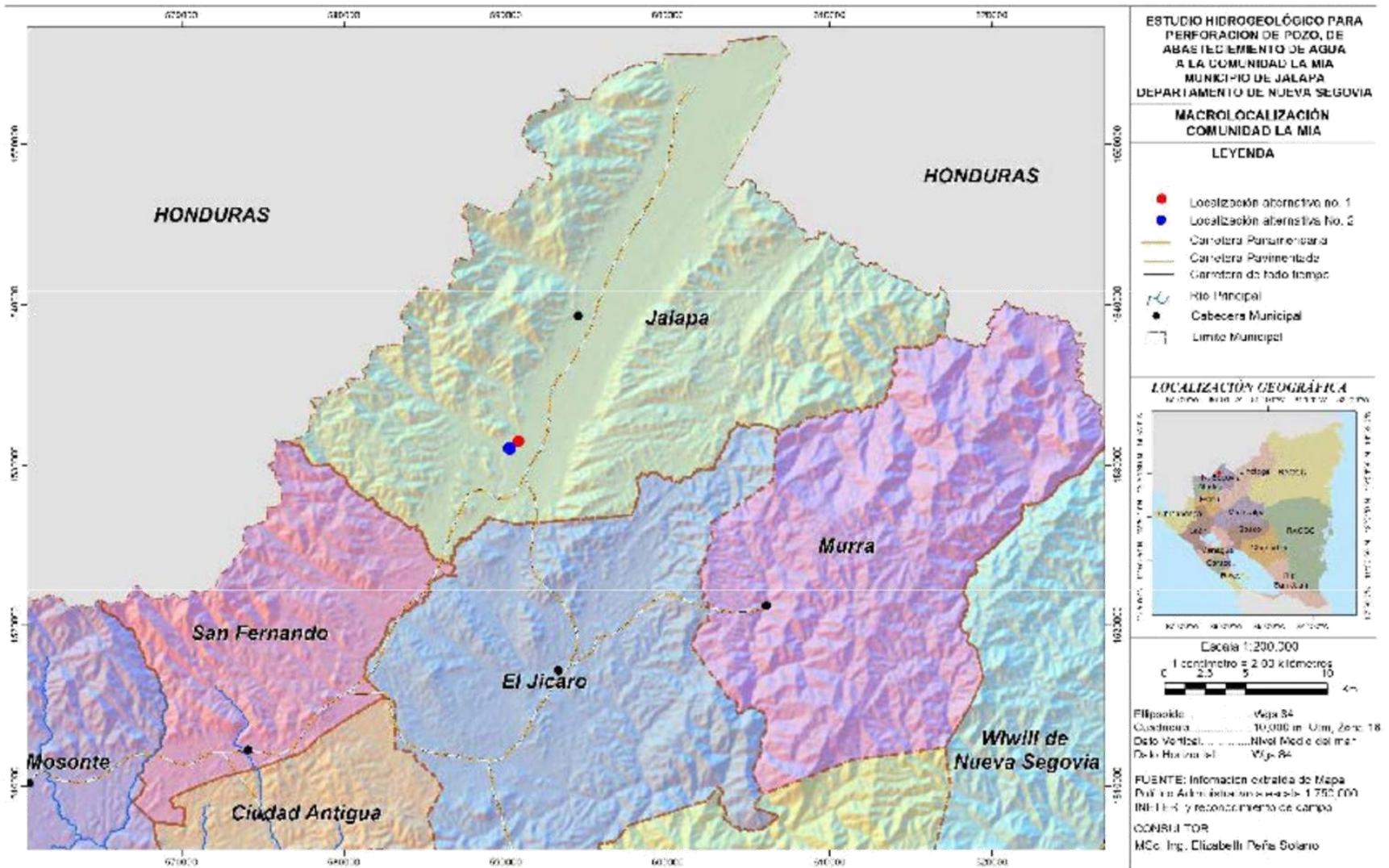
Entre estos el municipio beneficiado se encuentra El municipio de Jalapa y dentro de éste, está la comunidad de La Mia, en el departamento de Nueva Segovia Durante la realización del estudio se valoraron diferentes posibilidades para seleccionar la mejor alternativa técnica concluyéndose en cada caso acorde a las condiciones analizadas lo que debería ser desde el punto de vista técnico la mejor alternativa a ejecutarse.

Se debe subrayar que metodológicamente se ha abordado el tema con un enfoque de cuencas y en el municipio en especial el área donde se encuentran esta comunidad pertenece a la zona de recarga de las micro cuencas, por lo tanto las fuentes superficiales recolectan flujo y no es posible su aprovechamiento dado a la demanda de los pobladores y caudales de las fuentes subterráneas.

Es importante reflexionar, que el municipio de Jalapa, en donde se pretende desarrollar este proyecto es un municipio altamente intervenido en donde la cobertura vegetal que predomina es bosque ralo latifoliado en las áreas donde afloran fuentes hídricas también son áreas de pasto, maíz y frijol, los bosques son escasos y por consiguiente es inminente la necesidad de tomar medidas ambientales que permitan reorientar el uso del suelo sobre todo en donde se encuentran las obras de toma, para mantener los niveles de agua encontrados y posteriormente incidir para que se puedan enriquecer los mantos acuíferos existentes o las fuentes superficiales, según sea el caso.

En los últimos años se ha incrementado la demanda de agua debido al desarrollo poblacional y a su vez se ha incrementado los escasos del recurso hídrico debido al cambio de uso de suelo, al cambio climático, la deforestación y el mal manejo y explotación de los afluentes. Los estudios de agua en zona de Jalapa existen, pero estos son escasos, obsoletos por el paso del tiempo a la fecha o muy generalizados.

A pesar del fuerte despale en las comunidades, se pueden apreciar áreas con cobertura vegetal, en especial en las cárcavas o nacientes hídricos, el sitio para el nuevo pozo, se ubicó en área de ralo bosque aprovechando la presencia de una quebrada drenaje.



Mapa N° 1 Macro localización de la comunidad La Mía

2. OBJETIVO Y ALCANCES DEL ESTUDIO

2.1. Objetivos generales

Realizar un estudio de prefactibilidad hidrológica e hidrogeológica, para identificar fuentes superficiales o subterráneas que permiten el abastecimiento de agua de consumo humano para la Comunidad La Mia.

2.2. Objetivos específicos

- Visitar y analizar las condiciones del terreno donde se procure la ubicación de un pozo como fuentes propuestas para la captación y consumo de agua la comunidad.
- Sugerir alternativas de fuentes para la captación de agua en base a las características hidrológicas y necesidades de la comunidad.
- Evaluar los parámetros necesarios de la microcuenca para fines del proyecto determinando, el caudal del sistema para el abastecimiento satisfactorio por medio de pozos.
- Identificar el estado actual de las fuentes de agua en estudio.

2.3. Alcances

- I. Identificar por medio del estudio hidrogeológico las fuentes superficiales o subterráneas que puedan ser alternativas de abastecimiento a la comunidad cumpliendo con las normas de abastecimiento de agua de consumo humano para zonas rurales.
- II. Recopilar información existente sobre las características sociales, geológicas e hidrológicas propias del municipio.
- III. Analizar y georreferenciar las fuentes identificadas y definir la potencialidad para el abastecimiento a la comunidad.

3. METODOLOGIA DEL ESTUDIO

3.1 Primera etapa (Gabinete)

En el proceso de formulación se efectuó una recopilación de datos y estudios realizados anteriormente en las comunidades y las fuentes en cuestión llevados a cabo por la comuna, considerando la información hidrológica y amenazas naturales existentes en el lugar.

Se realizaron visitas de campo, observando detalladamente los puntos a interpretar de mayor relevancia de la microcuenca o cárcava de drenaje pluvial, también de las fuentes existentes relacionadas y así plasmar las conclusiones y recomendaciones.

3.2 Segunda etapa (Campo)

En la visita a la fuente en la que se encuentra el sistema actual y en las propuestas por las comunidades, pasa a evaluarse el entorno de la micro cuenca tomándose en cuenta las siguientes características: observaciones al terreno y periferias observación de las condiciones reales para la ocurrencia de amenazas naturales, entrevistas con lugareños sobre el comportamiento del agua y la regularidad del período lluvioso.

3.3. Generalidades

Jalapa es una ciudad y un municipio ubicado al norte del departamento de Nueva Segovia en la Republica de Nicaragua. *Jalapa* es un vocablo que proviene de las voces mexicanas *xalli*, *arena*; *atl*, *agua* y *Pa* o *pan*, adverbio *de lugar* que se traduce Como "*Lugar de agua arenosa*", una referencia al hecho que en tiempos antiguos su Territorio fue un lago. Esta teoría se sostiene por el hallazgo de fósiles de caracoles y otros animales de vida acuática.

- Límites geográficos:

El municipio de Jalapa limita al Norte: con la República de Honduras, al Sur: con el municipio de Jícaro, al Este: con el municipio de Murra y al Oeste: con el municipio de San Fernando

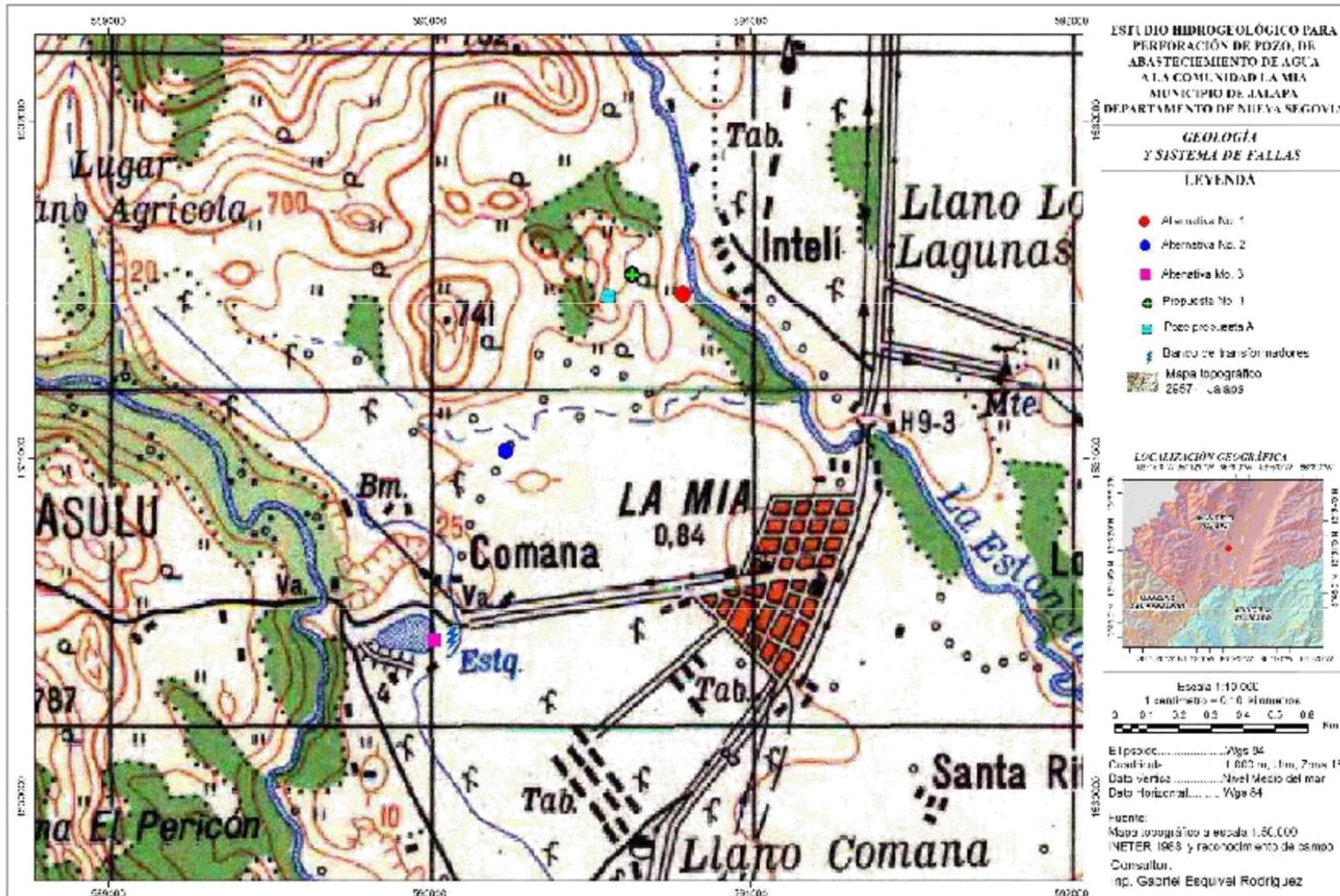
3.4. Posición geográfica

El municipio de Jalapa se encuentra a una distancia 300 km al norte de la capital Managua y 70 km al noreste de la ciudad de Ocotol, cabecera departamental de Nueva Segovia.

Lo constituye un extenso valle a lo largo de la parte central y sus costados lo bordean elevaciones que van de los 600 hasta los 1.500 metros sobre el nivel del mar que forman parte de la Cordillera de Dipilto y Jalapa.

3.5. Datos generales de la población

La comunidad La Mía cuenta con un total de población de 1,788 personas, de los cuales 870 son hombres, equivalente al 48,66% y 918 Son mujeres equivalentes al 51.34% de la población.



4. INFORME DE CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA

La caracterización climática de una zona determinada reviste de gran importancia debido a que nos permite conocer el comportamiento de las diferentes variables que condicionan el comportamiento del clima en la zona de estudio.

En cumplimiento de los objetivos del presente estudio, la caracterización climática es un elemento que juega un papel importante ya que facilita y una mejor interpretación y comprensión de los vectores atmosféricos que prevalecen el área de estudio.

Es así que se ha seleccionado la estación principal meteorológica ubicada en municipio de Ocotal, esto debido a que es una estación principal del tipo HMP, otro elemento que nos sugirió su elección, es la confiabilidad de sus registros, datos continuos y homogéneos.

La estación Ocotal, una estación hidrometeorológica Principal (HMP), su confiabilidad en el registro y ubicación condiciona el comportamiento de las variables de precipitación, temperatura y humedad relativa, así como el aspecto orográfico de la zona.

4.1. CLIMA

De acuerdo a la clasificación de Köppen¹ el clima predominante en la zona en estudio es de Clima Caliente y Sub-húmedo con lluvia en el periodo de verano (AW2). Este clima predomina en toda la Región del Pacífico y en mayor parte en la Región Norte del país. Se caracteriza en una marcada estación seca durante seis meses, desde noviembre hasta abril y un período lluvioso que inicia en mayo y finaliza en octubre, ver figura no. 1 Mapa de Clasificación Climática predominante en el sitio de estudio.

4.2. PRECIPITACIÓN

De acuerdo al comportamiento de la precipitación en Nicaragua estas disminuye de Este a Oeste y su distribución media anual es variada, con rangos comprendidos entre 800 mm que se registran en los valles intramontanos en el Norte del país, hasta más de 5000 mm en el Sureste del país.

La distribución de la precipitación interanual presenta importantes variaciones espaciales y temporales que son el resultado de complejas interacciones entre la circulación general de la atmósfera, los sistemas meteorológicos, la orografía, la Orientación y forma de las costas así como las influencias de los flujos de humedad provenientes del Mar Caribe y el Océano Pacífico.

De acuerdo al registro de datos existentes del historial de la estación, se seleccionó el período comprendido de 2000 – 2016 equivalentes a 17 años de registros, significando esto una estadística acorde y confiable para este tipo de trabajo.

Para la determinación de las características climáticas del área de estudio, se utilizó la información generada por la estación meteorológica Tipo HMP ubicada en Ocotal, por ser esta estación principal y ser representativa al área geográfica de estudio.

¹Clasificación Climática de Köppen Modificado, Dirección de Meteorología
² Dirección General de Meteorología

Estaciones	Coordenadas		Elevación (msnm)	Código	Tipo
	Lat. N	Long. E			
Ocotal I	13° 37' 00"	86° 28' 00"	612	45017	HMP

Cuadro Nro. 1 Estación Hidrometeorológica Principal Ocotal

HMP Estación Hidrometeorológica Principal

Utilizando datos de lluvia registrados en la estación principal ubicada en Ocotal durante el período del 2000 hasta el 2016, se estimó una precipitación media anual de 837.17 mm. De este valor total se obtiene que de Mayo a Octubre se acumulan 768.0 mm representando el 91.74 % del total anual y de Noviembre a Abril 91.1 mm, representa el 8.26 % del total medio anual registrado en el periodo.

En el período lluvioso, Septiembre es el mes que registra el mayor acumulado de lluvia, siendo este de 151 mm, seguido de mayo y Octubre que registran un acumulado medio de 148 y 147 mm en cada mes.

En el cuadro 1 se presenta el comportamiento de la precipitación media mensual. En el mismo se caracteriza el régimen de precipitación obtenido del registro considerado para determinar la precipitación media anual.

N°	Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agost	Sept	Oct	Nov	Dic	TOTAL
1.-	Ocotal	2.56	6.05	7.92	28.68	132.42	157.48	79.41	114.33	140.33	143.58	18.77	5.15	836.68

Cuadro No. 2 "Precipitación Media Mensual"

Del resultado en cuadro no. 1 "Precipitación Media Mensual" se expresa que el periodo de Mayo a Febrero, se logra acumular un promedio de 800.6 mm, que corresponden al 95.63 % del total anual. Se determina un primer y segundo subperíodo lluvioso (Mayo-Septiembre y Octubre – Febrero), se logra acumular un promedio de 624.5 y 176.11 milímetros, representando porcentajes aproximados de 74.60 y 21.04 %. En el período seco de Marzo a Abril se acumulan 36.6 mm representando el 4.37 % del total anual.

El comportamiento de la precipitación media anual se muestra en el gráfico No. 1 en el mismo se caracteriza el régimen de precipitación obtenido del registro de la estación meteorológica que se muestran en cuadro No. 1 y que fue considerada para determinar la precipitación media anual.

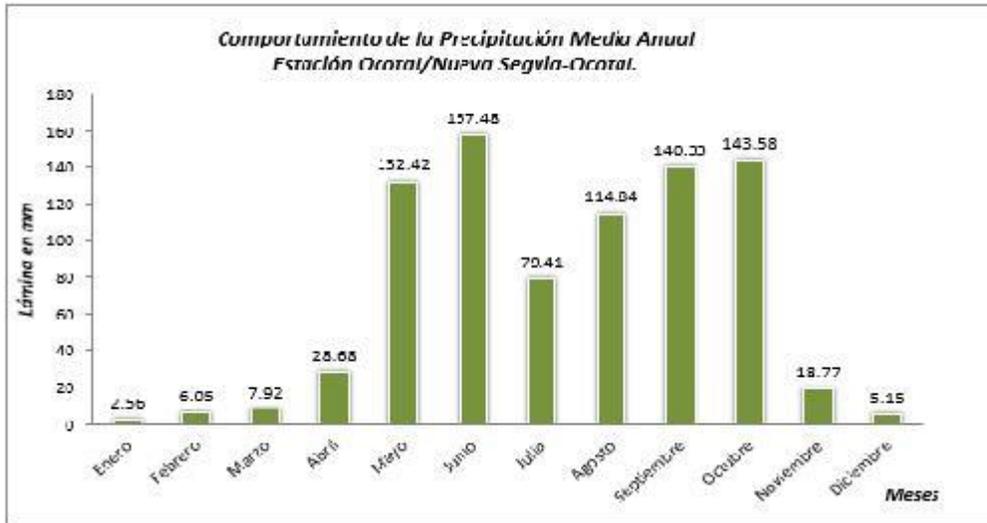
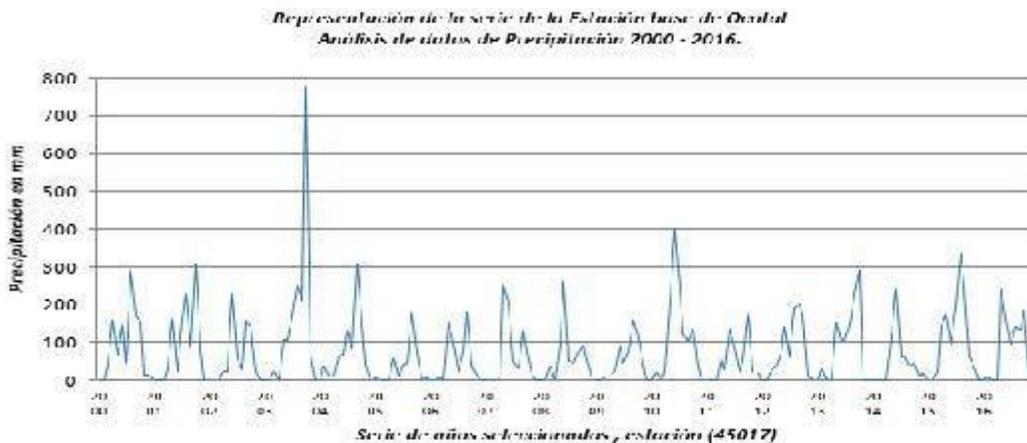


Gráfico Nro. 1 Precipitación Media Anual

En el comportamiento histórico anual de lluvia del periodo seleccionado, se observa que el mínimo valor anual registrado es de 439.5 mm en 2000 y su máximo registro corresponde a 1319.6 mm en 2010; el valor promedio anual obtenido en la estación es de 837.17 mm.

Gráfico Nro. 2 Variación Precipitación respecto al periodo seleccionado



4.3. TEMPERATURA MEDIA

La temperatura es inversamente proporcional con la altitud, es decir, que a mayor altitud existe una menor temperatura. El comportamiento de la temperatura media anual para el sitio de estudio corresponde a los 24.1 °C. La marcha media anual muestra que dentro de la región se puede observar

contrastes significativos, provocados por el efecto del relieve y otras condiciones locales.

Los rangos de temperaturas mínimas y máximas absolutas oscilan en rangos que predominan de 14.2 °C a 34.5 °C.

Los valores medios mensuales de las temperaturas más elevadas se registran en los meses de Abril y Mayo, precisamente a finales del período seco con valores de 25.2 y 26.1 °C respectivamente. Los valores de las temperaturas medias más bajas, ocurren entre diciembre y enero, con magnitudes que oscilan entre 22.9 y 22.7°C respectivamente.

La gráfica n° 2 “Comportamiento de la Temperatura” se muestran las tendencias medias mensuales, tomando como referencia la estación principal de ubicada en el municipio de Ocotlal con código 45017 de INETER. Así se muestra las tendencias medias mensuales, mínimas y máximas absolutas.

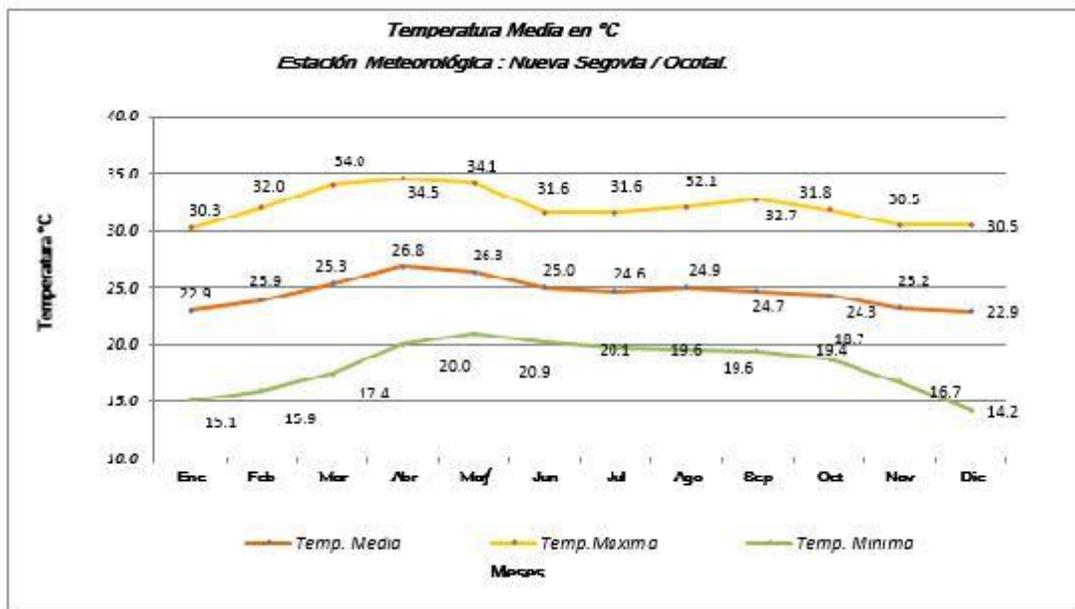


Gráfico Nro. 3 Temperatura Media Anual

4.4. HUMEDAD RELATIVA

La humedad relativa media anual para el área de estudio es de 78 %, los valores mínimos de la humedad relativa en las diferentes localidades dentro tienen lugar en el mes de marzo y abril con 68 y 65 %.

En el gráfico n° 3 se muestra claramente el comportamiento de la marcha anual de la humedad relativa media, en los cuales se observa que los valores máximos mensuales se registran en los meses de Septiembre y Octubre, tales valores oscilan entre el 89 y 88 % respectivamente

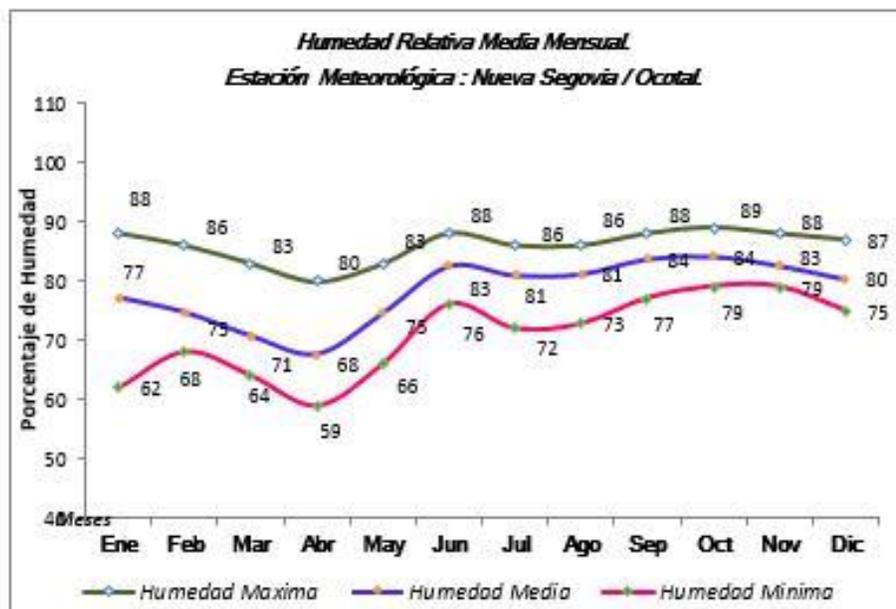
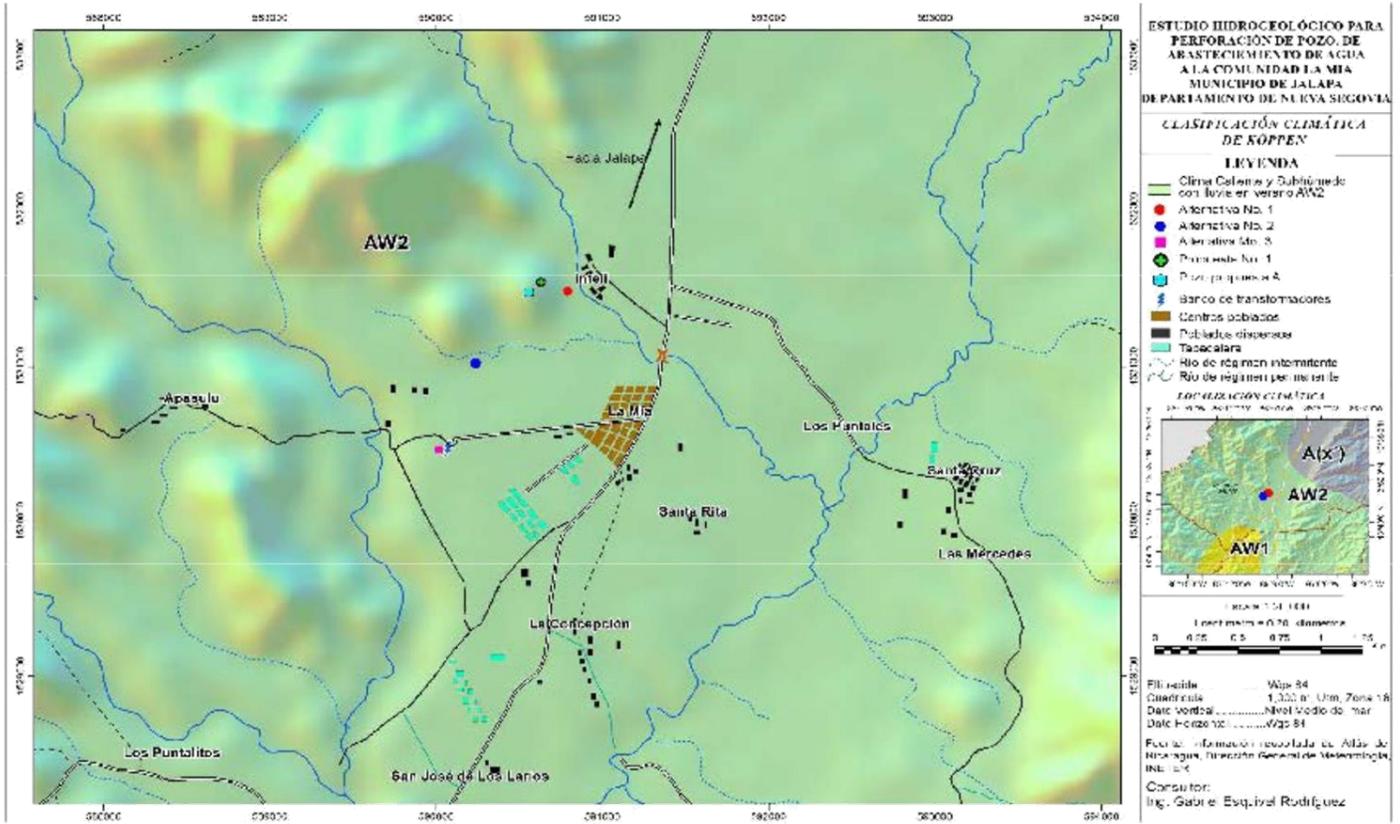


Gráfico No. 4 Humedad Relativa Media Anual



Mapa N° 3 Clasificación climática de Köppen

5. GEOMORFOLOGÍA

5.1. Geomorfología regional

El área comprende la región NW y NE de Nicaragua, fue señalada por G. Hodgson como la subprovincia geológica del norte y abarca la Plataforma Paleozoica, la cuenca del río Bocay y áreas del norte de las tierras altas del interior.

Las características topográficas predominantes son cordilleras, mesas, serranías, lomas alineadas, cuestas, colinas aisladas y terrenos montañosos quebrados, con pendientes que oscilan de 10 a 85% o más. En general, el relieve dominante es severamente accidentado, como resultado de un sistema de fracturas complejas y densas.

El sistema de drenaje superficial está constituido principalmente por patrones rectangulares y angulares, y en menor cantidad es dendrítico. En el caso de los relieves volcánicos de forma cónica, la red de drenaje es tipo radial.

La geomorfología de las Tierras Altas del Interior, se extienden desde el borde nor-occidental de la Depresión Nicaragüense hasta la Llanura del Caribe. Las mayores alturas la constituyen el cerro Mogotón (2107 msnm), Kilambé (1560 msnm), Macizo Peñas Blancas (1705 msnm) y el cerro Musún (1423 msnm).

5.1.2. Geomorfología local

La comunidad La Mia, se encuentra ubicada en el extremo sureste del valle de Jalapa en la provincia geomorfológica de las Tierras Altas del Interior en la subprovincia Geológica del Norte de Nicaragua.

La subprovincia comprende los terrenos del norte del departamento de Nueva Segovia, Madriz, ligeramente del departamento de Estelí y gran parte del área central y norte del departamento de Jinotega.

5.2. DRENAJE

En el valle de Jalapa existen varios sistemas de drenaje: al sur oeste del valle la escorrentía superficial drena hacia el río Solonlí, al noreste las aguas drenan al río Estero, este a la vez drena al río Poteca, al Este el drenaje se enrumba hacia el Noreste hasta desembocar en el río Poteca, todas las fuentes superficiales tienen un solo rumbo no importando su trayectoria todos terminan en el río Coco. Cercano a la comunidad La Mía el drenaje superficial es el río Aguas Calientes.



Imagen N° 1 Caudal del río Aguas Calientes.



Imagen N° 2 Área de afloramiento termal

En el cauce de las quebradas también encontramos bolones sub angulares en su mayoría de granodioritas hasta 1.20m de diámetros, en el interior de esta subdivisión sedimentaria, encontramos gravas sub redondas y angulares de material félsico y Silíceo, ambas tienen color blanquecino, la presencia de estas se deben al arrastre desde las elevaciones superiores hasta sedimentarse en las partes bajas de las serranías, esto ocurre por causas de efectos pluviales, estos sedimentos son los que conocemos como sedimentos aluviales. Qal



Imagen N° 5 Bolones arrastrados por la corriente.

5.3.1.2. Formación metamórfica Pzm

Litológicamente están compuestas por esquistos sericíticos, esquistos colonito sericíticos y grafitosos, cuarcitas mármoles; esquistos calcáreos, silíceos y arcillosos. La mayoría del fallamiento tiene rumbo NW-SE y están cementadas, en menor porcentaje se localizan fallas con rumbo NE-SW las cuales son más jóvenes.

El esquisto grafitoso de color gris verdoso fisurado y con alteración ferrosa es el que da forma al relieve accidentado de las comunidades aledañas, a como

se pudo observar en un camino interno, el afloramiento de esquisto se encuentra entre las coordenadas UTM WGS-84 W 591907 y N1526578.

El afloramiento tiene alineación con rumbo de 10° y buzamiento casi vertical con preferencia hacia el este, en la muestra se observa un esquisto muy intemperizado fibroso y con incrustaciones de bolones



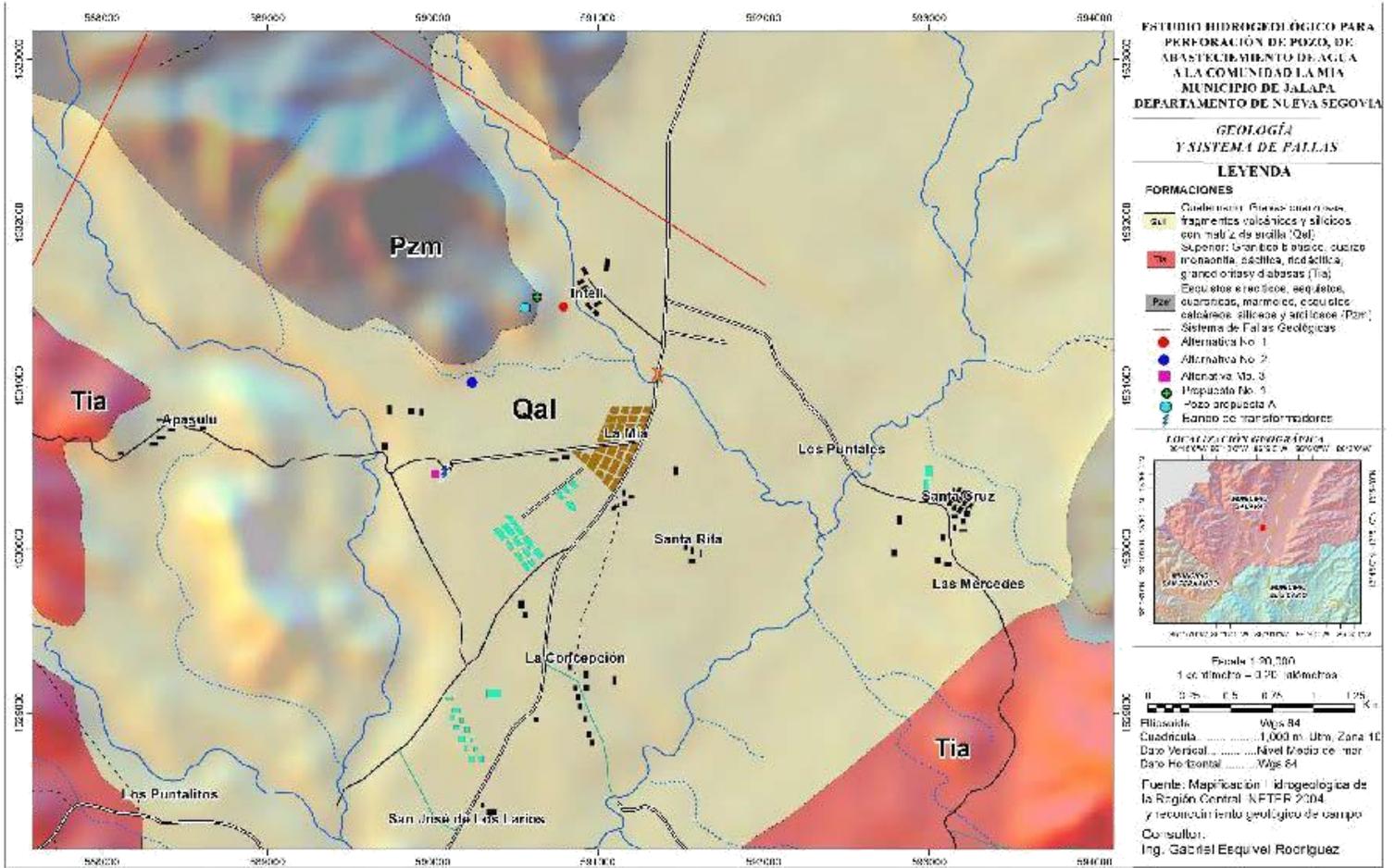
Imagen N° 6 Afloramiento de esquisto

5.3.1.3. Rocas intrusivas acidas Tia

En el área del estudio hidrogeológico y levantamiento de campo, las rocas intrusivas básicas, se localizan solamente en dos sitios distantes de la comunidad La Mia, en los extremos inferiores del mapa geológico del municipio de Jalapa Su morfología es de intrusión a las rocas de la formación Paleozoica, se trata de una roca andesíticas masivo, con textura afanítica, de color gris verdoso en superficie sana y blanco en superficie alterada.

Esta formación es el producto de las primeras actividades volcánicas endógenas, está constituida por granodiorita, estas rocas se encuentran surgentes en las capas del Grupo Matagalpa, rellenando las antiguas depresiones y por lo general cortan a los flujos basálticos en forma concordante.

Mapa N° 4 Geología del área de estudio y del valle de Jalapa



6. HIDROGEOLOGÍA

6.1. MEDIO HIDROGEOLÓGICO DEL ÁREA DE ESTUDIO

El medio hidrogeológico del área está constituido por medio de la combinación de los depósitos de materiales sedimentarios del periodo Cuaternario, (arenas gruesas a finas, limos y arcillas), dando origen a un acuífero libre, otro volumen hídrico subterránea la aportan las grietas y/o fracturas en la deposición de los esquistos procurando una permeabilidad secundaria, así mismo se encuentran suelos limo arcillosos y limo arenosos, este tipo de formaciones poseen buena permeabilidad para la circulación y el almacenamiento del agua subterránea. El valle de Jalapa es una de las zonas que constituye acuífero con buen caudal hídrico subterráneo.

6.2. CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DEL ÁREA

Dado a la ubicación de la comunidad La Mia, en un área central del sector suroeste del valle de Jalapa acuífero de Jalapa y a las características de la zona, el agua subterránea se escurre por medio de un acuífero libre y a mayor profundidad lo hace por medio del agrietamiento de las rocas metamórficas.

Cercano al sitio de establecimiento de la Mia no existen pozos perforados ni excavados ya que el abastecimiento de agua es por medio de un antiguo sistema superficial, por lo tanto no hay datos puntuales de las condiciones del acuífero

El Valle de Jalapa, mapa N° 5, se encuentra entre las coordenadas (582E, 1523N y 608E, 1557N), con un área de 173.26 km². Se localiza entre los municipios de Jalapa y Ciudad Sandino, del departamento de Nueva Segovia; abarca las planicies del río La Concepción (drenando en dirección suroeste) y el río El Poteca (drenando en dirección noreste), con una elevación de los 700 m.s.n.m.

6.2.1. Transmisividad (T)

La Transmisividad se relaciona con la conductividad Hidráulica k y con el espesor saturado ($T=k*m$) tiene la capacidad de transmitir agua horizontalmente y se mide en ($m^2/día$). Ese parámetro tiene una influencia directa con la litología del medio hidrogeológico. Es un parámetro de gran importancia ya que ayuda a obtener la cuantificación del potencial subterráneo.

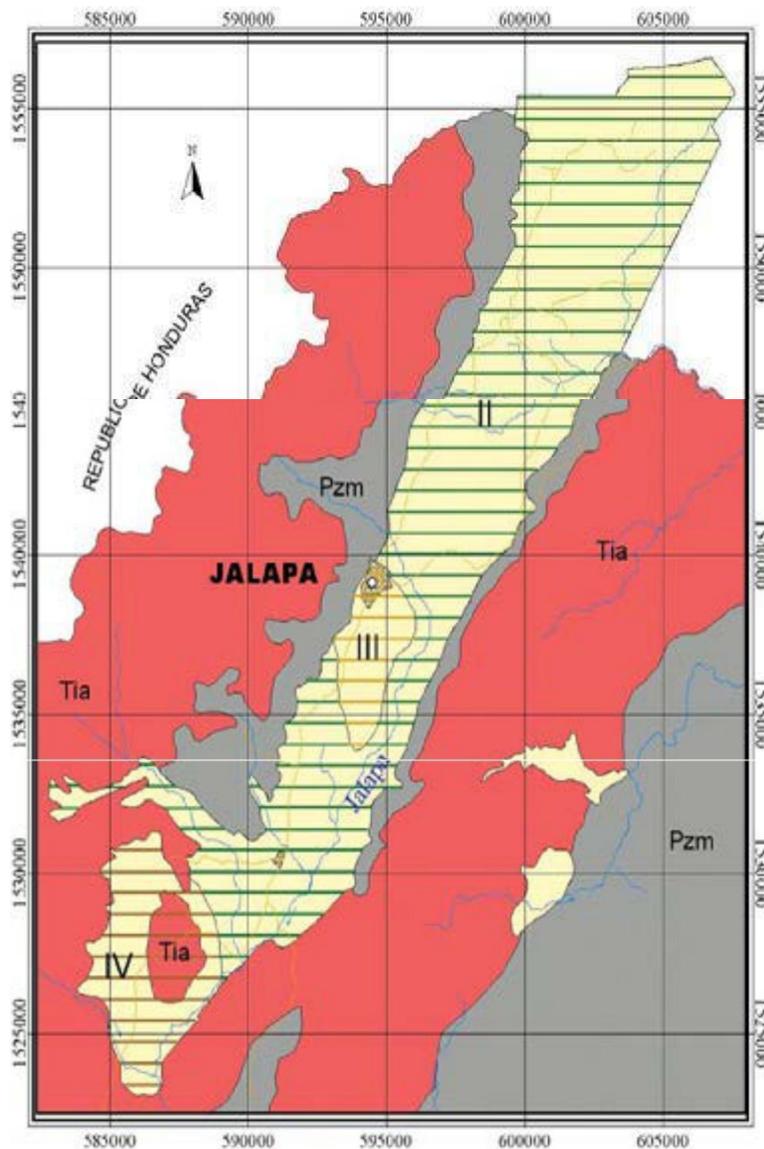
La magnitud de la Transmisividad en el valle de Jalapa oscila desde 90 hasta $799 m^2/d$ con una media de $455.2 m^2/d$ y con espesor saturado de 49.5m en promedio; el caudal específico es de $4.5 m^3/hr/m$. (Estudio Hidrogeológico e Hidrogeoquímico del valle de Jalapa INETER).

6.3. CONDICIONES HIDRODINÁMICAS DEL ACUÍFERO

La recarga del valle de Jalapa es de dos formas, vertical y horizontal. El río Soronlí, o Jalapa, que baja por el oeste del valle, forma parte de una recarga horizontal como río influente; en paralelo se encuentra la mayor parte de los pozos perforados de abastecimiento de agua potable a la población, que a la vez sirven de descarga. En su recorrido hacia el sur, este mismo río sirve de descarga. Las lluvias y el agua utilizada para riego contribuyen a la recarga vertical por infiltración directa.

La clase presente en el valle, según Mapa N° 5, son las siguientes:

CLASE	T (m ² /d)	
Categoría	Desde	Hasta
II	100	1,000
III	10	100
IV	1	10



Mapa N° 5 Acuífero Aluvial del valle Jalapa

Mapa N° 5 Acuífero del valle de Jalapa

6.3.1. Profundidad del agua subterránea

El comportamiento de la profundidad del agua subterránea, se muestra con mediciones que se han realizado en 55 pozos excavados y perforados, localizados en las riberas de los ríos, en zonas bajas y áreas altas de las subcuencas. Los rangos de profundidad del agua son de 1.89 a 17.28m; con una

diferencia mayor a los 16 m, esta última magnitud podría estar influenciada por niveles dinámicos, o bien que la distribución de los pozos es variable dentro del valle.

La superficie piezométrica del valle, fue establecida a partir de los niveles estáticos medidos en los pozos inventariados durante la realización del estudio hidrogeológico del INETER y curvas de los mapas topográficos escala 1:50,000 del cuadrante Jalapa.

6.3.2. Piezometría del acuífero

Estas magnitudes de las cargas oscilan entre 545.35 (pozo excavado) y 706.35 msnm (pozo perforado), indicando que los niveles freáticos tienen estrecha relación con la superficie del terreno. En la parte noroeste del valle, se puede encontrar valores más altos, siendo la curva mayor a los 650 msnm (pozo excavado); esto podría deberse a una zona de recarga.

Las informaciones de las elevaciones del terreno con respecto a la ubicación de los pozos en especial a los pozos excavados se comportan desde la zona alta de 685msnm a la baja con 645 msnm, y poseen una sola dirección general del agua subterránea la que se descarga al centro del valle de Jalapa.

6.3.3. Dirección de flujo

Esta presenta una dirección de escurrimiento subterráneo bien definida. Hay ocurrencia de agua en dirección desde la zona alta en las primeras estribaciones de las tierras altas del interior, hacia la zona baja del valle, en todo caso drenan a las fuentes superficiales o ríos del valle que al final finalizan su recorrido drenando sus aguas al río Coco por medio del río Poteca.

De acuerdo a la dirección del flujo subterráneo se puede apreciar que en el centro del valle se encuentra una divisoria de agua subterránea que atraviesa el valle, tanto en la parte norte como en el sur, posiblemente influenciada por los ríos que atraviesan el valle lateralmente.

En todo caso el acuífero libre del valle como el acuífero de permeabilidad secundaria

de la zona es recargado principalmente por la infiltración directa de las precipitaciones, esta es condicionada por los tipos de suelos y caída de lluvia que se distribuyen heterogéneamente.

6.4. Balance Hídrico de la micro cuenca

El balance hídrico subterráneo, se realizó con el objetivo de estimar la producción hídrica global del micro cuenca y también como un insumo en la cuantificación de la disponibilidad de recurso hídrico subterráneo, hecha para la cuenca del área en estudio.

6.5. Potencial hídrico en el área de recarga

Se realizó un análisis de oferta y demanda en el área de recarga al pozo propuesto como perforado, estimándose en 14.51 km² (según Mapa N° 5) y una precipitación media anual de 836.68 mm en el área de influencia del proyecto, tomando como referencia los registros que proporciona la estación meteorológica puntual del INETER, establecida en la ciudad de Ocotlán, para un período de 17 años, el período comprendido es de 2000 – 2016.

6.6. Balance zona de recarga micro cuenca del pozo.

El aporte proveniente de las precipitaciones al medio hidrogeológico en el área de recarga al pozo se estimó como el 10% de la precipitación media anual obteniéndose un valor de 38.5 lps, la descarga superficial fue estimada en base a las características geológicas del territorio, área de escurrimiento, precipitación y valor de infiltración del 10% de la precipitación, obteniendo un valor de 25.0227 lps.

Se estimaron las extracciones de agua subterránea en la condición sin proyecto y con proyecto, seguidamente se estimó un volumen no utilizado en la condición sin proyecto y finalmente después de considerar todas las extracciones y descarga natural obtuvimos una disponibilidad de 13.3165 lps,

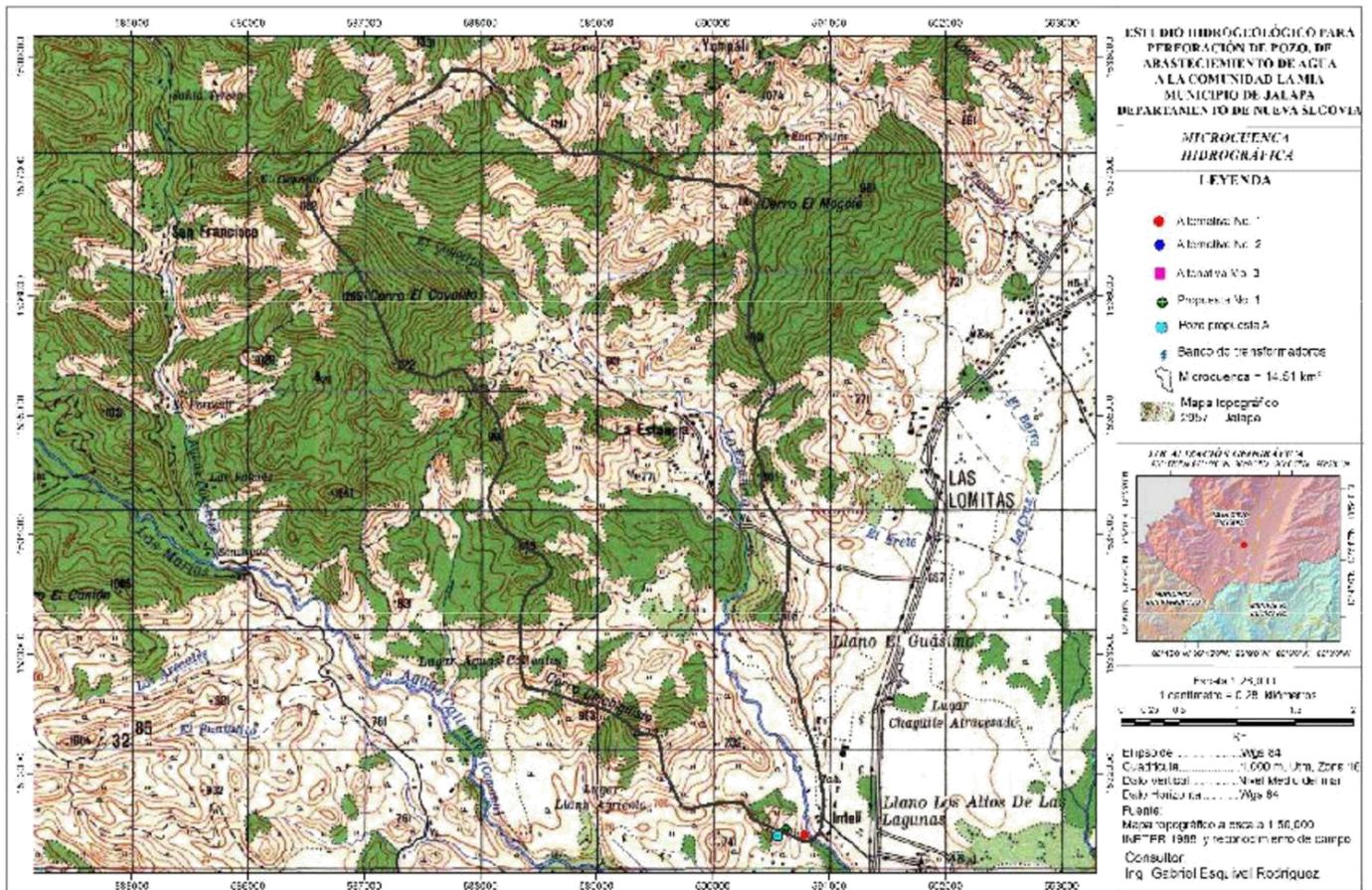
lo que significa que hay un excedente en el área de recarga entre las entradas y salidas (ver resultados en cuadro abajo detallado).

Según los resultados obtenidos, en el área del proyecto podemos encontrar pozos con rendimientos entre 100 y 200 gpm, que tengan profundidades entre 200 y 250 pies con diámetros de perforación de 10 a 12 pulgadas y ademados con tubería PVC en 6 pulgadas. Ver mapa de micro cuenca.

CAUDAL DE LA FUENTE							
Q fte							
PRECIPITACION MEDIA ANUAL						=	836.68 mm
AREA DE RECARGA						=	14.51 Km2
HECTAREAS						=	1451 Ha
	lps	seg	dias	litros	MM3		
Q _{fte} =	0.8536	86400	365	1000	1000000	=	0.0269 MMCAñual
RECARGA NATURAL							
	mm	Ha	m2	MM3	Lts		
RN =	836.68	1451	10000	1000000	1000	=	12.1402 MMCAñual
INFILTRACION 10 %							
			RN -MMCAñual		INFILTRACION 10%		
RECARGA DIRECTA			12.1402		0.1	=	1.2140 MMCAñual
RECARGA DIRECTA						=	1.2140 MMCAñual
VOLUMEN DE AGUA APROVECHABLE							
	RD	Lts	mm3	dias	seg		
	1.2140	1000	1000000	365	86400	=	38.4964 lps
					Volumen de Agua Aprovechable	=	38.4964 lps

ZONA UNIDAD HIDROGRAFICA	RECARGA DIRECTA	DESCARGA SUPERFICIAL 0.65%	CONSU ANUAL DE LA COMUNIDAD CON PROYECTO	DISPONIBILIDAD DE AGUA	EXTRACCION SIN PROYECTO	VOLUMEN NO UTILIZADO
	MMCAñual	MMCAñual	MMCAñual	MMCAñual	MMCAñual	MMCAñual
	A	B	C	D= A-B-C	E	F=A-B-E
La Mia	1.2140	0.7891	0.1514	0.2735	0.0050	0.4199
Km2	LPS	LPS	LPS	LPS	LPS	LPS
	14.51	38.4964	25.0227	4.8022	8.6715	0.1573
						13.3165

Cuadro N° 4 Balance hídrico de la micro cuenca



Mapa N° 5 Micro cuenca del rio La Estancia

7. VULNERABILIDAD DEL ACUIFERO

La vulnerabilidad del acuífero es la ductilidad intrínseca ante acciones contaminantes; que depende de las características del medio hidrogeológico, movimiento del agua subterránea y de los fenómenos de la zona no saturada. No se conocen estudios de vulnerabilidad de acuíferos en la región.

En el área de estudio, los acuíferos son por lo tanto no someros, son permeables y de flujos subterráneos no lentos (valle de Jalapa) y lento en el área de estudio, lo que sugiere que se está en presencia de zonas acuíferas escasamente vulnerables a las contaminaciones naturales, y antropogénicas específicas de los derivados agroquímicos.

En una gran dimensión del área, la práctica agrícola se mantiene como uno de los principales rubros para la economía de los hogares del sector es decir que se conoce del manejo de cultivo de granos básicos como maíz, frijoles y hortalizas, toda la región mantiene su actividad económica agrícola y además que paso a ser un área de fuerte intercambio comercial en todas las especialidades que no genera agentes contaminantes que pongan en riesgo la fuente hídrica del sector.

7.1. AMENAZAS Y RIESGOS DE ZONAS DEL ESTUDIO

Los fenómenos naturales tienen un carácter de eventualidades e imprevisibilidad, lo que indica que para el hombre constituyen una amenaza o un riesgo potencial que se debe convivir y se deberá aprender a mitigarlo.

En el departamento de Nueva Segovia podrían ocurrir fenómenos naturales de orden geológico, hídricos y sísmicos.

El área de estudio se localiza en el municipio de Jalapa, departamento de Nueva Segovia al sureste del acuífero de Jalapa, en los predios de la comunidad Las Mercedes, con lo cual se tratara un esbozo para evaluar cualitativamente las amenazas y riesgos ambientales en el pozo a construirse.

7.2. AMENAZA Y RIESGO GEOLOGICO

En el área de estudio la amenaza y riesgo geológico es insignificante, dado que la perforación del pozo se localiza en planicie en donde no se evidencia posibles derrumbes o deslizamientos sin motivo de alarma y no representan riesgo alguno, donde se hará la perforación, no existe afectación por derrumbes de bloques de rocas o arrastres de materiales geológicos.

7.3. AMENAZAS Y RIESGOS SISMICOS

El departamento de Nueva Segovia se localiza cerca de la frontera Norte de Nicaragua, el área de estudio se localiza en el municipio de Jalapa en el

extremo sur del valle del mismo nombre en área de fuerte actividad agrícola está levemente amenazada por eventos sísmicos, ya que la región esta experimentando en los últimos meses de este año cierta actividad sísmica que tiene que ver con el fallamiento local. Así mismo por la sismicidad de la cordillera volcánica y el sistema de fallas presentes en el suelo del departamento. Sin embargo estos eventos de los fenómenos sísmicos por el carácter de la obra a construirse no representan un sustancial peligro para el estudio.

7.4. AMENAZA VOLCANICA

Negativo

7.5. AMENAZA Y RIESGOS METEOROLOGICOS

El Norte de Nicaragua históricamente no se conocen frecuentes eventos de huracanes o tormentas severas, debido a que se haya en la zona donde son escasos estos fenómenos, se exceptúa el evento del Micht que afecto principalmente el departamento de Chinandega y la Tormenta Alma y con mayor anterioridad el huracán Joan 1989, el departamento de Nueva Segovia se ubica en el corredor de traslación de eventos meteorológicos

Para el estudio de perforaciones de pozos, la existencia o no de estos fenómenos en el área no son motivo de riesgo o amenaza para estos trabajos, ya que los mismos son subterráneos y no implican daños sustanciales.

7.6. AMENAZA Y RIESGO HIDRICOS

Los fenómenos de inundaciones dentro del departamento de Nueva Segovia y en especial en el municipio de Jalapa no son frecuentes, sobre todo en las zona bajas y en los entornos de las riveras de los ríos, no existen caseríos dispersos locales.

En el área de estudio, se conocen de extensas planicies que actualmente son zonas de desarrollo agrícola y donde se facilita el drenaje de agua superficial para efecto de circulación, motivo por el cual la amenaza y riegos hídricos podrían ser eventualmente o inexistente. Por tal razón, no existe afectación para la perforación de pozos.

En consecuencia, el estudio de perforación de pozo o la existencia de explotación de agua subterránea a través del pozo propuesto no son objeto de significativa vulnerabilidad de la contaminación para el uso de riego.

8. PELIGRO POTENCIAL DE CONTAMINACIÓN

Para la determinación de la carga contaminante se inicia con la identificación de las fuentes en la zona de estudio, clasificándola en cuatro tipo de actividades: Industrial, Agrícola, Municipal, y otras actividades (gasolineras, hospitales etc.), las cuales son derivadas de la actividad antropogénica, considerada como un factor de incidencia para el peligro potencial de contaminación de las agua subterráneas. Por tanto es muy importante conocer las características generales de los diferentes focos identificados en el área de estudio.

El mismo proyecto de la construcción de este pozo, es una fuente contaminante para el acuífero, pero las aguas servidas resultantes de esta perforación son biodegradables.

8.1. Determinación

La Clasificación del peligro potencial de contaminación en Alta., Moderada y Baja, está basada en observación realizada en visita de campo, consulta con lugareños e información encontrada en la recopilación de documentos.

8.1.1. Resultados

- **Contaminación Agrícola:**

ALTA _____ MODERADA _____ BAJA X NINGUNA _____

En el área del proyecto existe actividad Agrícola pero solo se cultiva con el periodo de lluvias por lo tanto, esta contaminación no existe o es muy en el área.

- **Contaminación Industrial:**

ALTA _____ MODERADA _____ BAJA _____ NINGUNA X

En los alrededores del proyecto no existe actividad Industrial, se considera nula la contaminación industrial.

- **Contaminación por actividad Municipal:**

ALTA _____ MODERADA _____ BAJA _____ NINGUNA X

A pesar que no existe ningún vertedero de basura ni corriente de agua servida, ni disposición de excretas por medio de letrinas en los alrededores del área de perforación de pozo nuevo, en el área hay un drenaje natural durante el periodo de lluvias, no constituye alarma, además de la dirección del flujo superficial y subterráneo favorecen la seguridad del pozo, por lo tanto no se puede considerar que hay contaminación por actividad Municipal.

8.2. RIESGO DE CONTAMINACIÓN DEL ACUÍFERO

El riesgo de contaminación del acuífero se interpreta como la probabilidad de que las aguas subterráneas se contaminen en dependencia de la interacción que ocurra entre la vulnerabilidad y la carga contaminante.

Su determinación puede ser utilizada para identificar las fuentes que ameritan una atención prioritaria por su alto riesgo potencial de contaminación que aquellas que presentan un bajo riesgo.

Determinación.

La información generada por la Vulnerabilidad Hidrogeológica y la que genera la carga contaminante es correlacionada para definir el riesgo potencial de contaminación de las fuentes.

Resultado.

8.2.1. Riesgo de contaminación agrícola:
ALTA _____ MODERADA _____ BAJA _____ NINGUNA X _____

8.2.2 Riesgo de contaminación industrial:
ALTA _____ MODERADA _____ BAJA _____ NINGUNA X _____

8.2.3 Riesgo de contaminación por actividad municipal y otras actividades:
ALTA _____ MODERADA _____ BAJA _____ NINGUNA X _____

9. DISEÑO CONSTRUCTIVO DEL POZO Y TIEMPO DE EJECUCIÓN

9.1. Diseño constructivo

Se determina un diseño constructivo con el objetivo de establecer el sistema de abastecimiento de agua potable y suplir la demanda para el ejercicio de abastecimiento de agua potable para todas las actividades que se realizan y que comprende el presente estudio.

9.2. Para el pozo

Profundidad total	222	pies
Diámetro de perforación	12	pulgadas
Diámetro de revestimiento	6	pulgadas
Longitud de rejillas PVC-SDR 21 con rosca Slot 20=1.2mm	40	pies
Longitud de tubería ciega PVC-SDR 21 con rosca	182	pies
Filtro de grava ½ - ¾"	4	m ³
Sello sanitario	30	pies
Tubo de engrave PVC SDR 26 (1½")	30	pies
Piezómetro PVC SDR 26 (1")	220	pies
Base de soporte concreto	2 x 2 x 1.3	pies
Desarrollo por medio de inyección de aire	8	horas
Prueba de bombeo preliminar y de larga duración.	30	horas

9.3. Tipo de perforación

Las características geológicas del área en que se proyecta la perforación del pozo son suelos sedimentarios no consolidados y alta incidencia de derrumbes de las paredes en este tipo de estratos geológicos, por lo tanto se recomienda realizar la perforación con método a percusión.

9.4. ACLARACIONES

En el extremo inferior del ademe, se colocará tapón de 6 pulgadas de diámetro, así mismo se hará en el extremo superior mientras se instala equipo de bombeo definitivo. El ademe debe sobresalir dos (2) pies sobre la superficie.

El desarrollo del pozo se hará mediante inyección de aire durante ocho horas como mínimo, o cuando el agua ya este saliendo limpia y sin sedimentos.

Durante el avance de la perforación, se captarán muestras de los estratos perforados a intervalos de cinco pies, para su descripción litológica tacto visual de los detritos.

En caso de derrumbes de las paredes del agujero, se procederá al ademado provisional, se instalará ademe provisional para continuar con la perforación con diámetro de 10 pulgadas hasta su profundidad proyectada.

9.5. Tiempo para la perforación del pozo

Desde el inicio de la perforación hasta la prueba de bombeo del nuevo pozo, se tendrá que realizar en el período de 30 días calendarios como máximo, incluyendo avance de perforación en estratos muy consolidados, esto dará pauta para su incorporación en el momento que sea requerido.

DISEÑO PROPUESTO PARA POZO NUEVO

DISEÑO		PROPUESTO PRELIMINAR	
Elevación 653.72 msnm	NEA	Nivel del terreno	
NEA invierno 5' 652.25 msnm	NEA	30'	Tubo de engrave 2" Ø PVC con tapon
NEA verano 35' 643.05 msnm	NEA	35'	
			Empaque de grava de ¼ - ½" Ø
Piezometro 1½" Ø PVC - SDR 26			Tuberia ciega PVC 6" Ø SDR - 21 con rosca
			Seccion de rejillas: 142.25' - 162.25'; 17.25- 192.25'
NB 142.25' 610.43 msnm	NB	142.25'	Nivel de Bombeo
Espesor Sat. 67.75'		162.25'	
Recamara para Bomba		172.25'	Tuberia de rejilla 6" Ø PVC SDR- 21 con rosca Slot 40
		192.25'	
Sedimentador		210'	
	6"		
	12"		

10. ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA LA CONTRUCCION DEL POZO

10.1. Localización del pozo

El micro-localización del punto de perforación, lo indicará el comité de agua potable y saneamiento CAPS de conformidad a información disponible preparada para este fin de la construcción del pozo en el área de interés de la comunidad.

Desde el punto de vista hidrogeológico el pozo estará micro localizado en las zona de recarga intermedia sur este del acuífero de Jalapa, con regular potencialidad del recurso agua.

10.2. Perforación del agujero

Atendiendo los requerimientos demandados por el estudio Hidrogeológico, la profundidad total del pozo será de 67.68m (222 pies); ademe de 6 pulgadas, con un diámetro de agujero de 12 pulgadas, en toda la profundidad.

Dicha perforación del agujero deberá realizarse por el método a rotativo, dada las características del acuífero de formaciones no consolidadas, debido a que el subsuelo puede presentar inestabilidad. Si el perforador decide utilizar otro método está bajo la responsabilidad de cualquier riesgo que se pueda producir por inestabilidad de la formación geológica. Asimismo la perforación deberá cumplir con la verticalidad precisa, requerida para este tipo de construcción de obras.

El perforador deberá obtenerse del uso inapropiado o excesivo de arcillas o arenas para contrarrestar la inestabilidad de las formaciones o para facilitar la perforación en arcillas plásticas, solo se recurrirá a estos métodos con la aprobación del supervisor de la obra.

En donde se prevea la ocurrencia de derrumbes, el perforador deberá instalar tubería temporal hasta la profundidad en que se considere el derrumbe.

Esta deberá ser totalmente extraída paulatinamente durante la colocación del empaque de grava y antes de colocar el sello sanitario.

Si durante la etapa de perforación se alcanza una formación consolidada, esta será considerada por el CAPS y la Alcaldía municipal o el supervisor cuando el avance de perforación sea inferior a 2 pies (0.61 m) por turno de 8 horas.

10.3. Recolección de los testigos litológicos

Durante la perforación del agujero se hará la recolección de las muestras del subsuelo en coordinación con el hidrogeólogo contratado por la alcaldía o el CAPS (Supervisor) y los perforadores de la empresa. Estas serán secadas y guardadas en bolsas plásticas, en el lugar de la perforación.

Se interpretará los testigos litológicos muestreados in situ y se efectuará la descripción litoestratigráfica de la columna del pozo. Se solicita hacer recolección de las muestras cada 5 pies, según el comportamiento del material que exista en el avance de la perforación.

Al finalizar la perforación se deberá practicarle registro eléctrico para realizar el diseño definitivo del pozo.

Se sugiere medir el nivel estático del agua subterránea al inicio y final de cada día durante se está en la perforación diariamente.

10.4. Verticalidad del agujero

Se hará verificación de la verticalidad de los pozos cada 100 pies esto para tener seguridad que las obras sean perforadas con verticalidad eficiente.

Tanto el revestimiento como la rejilla deberán ser colocados en perfecta verticalidad y alineamiento con los estratos permeables.

La verticalidad y alineamiento deberán ser ensayado introduciendo hasta el fondo de la sección del pozo, un embolo de prueba. Este consiste en un tramo de tubo de por lo

menos 40 pies de longitud, cuyo diámetro será más pequeño que el diámetro interior del revestimiento.

El embolo deberá moverse libremente a lo largo de la profundidad ensayada. La separación del eje de perforación con respecto a la vertical, no deberá exceder los 2/3 del diámetro interior del revestimiento por cada 100 pies de profundidad.

En caso que la perforación no llene el requisito anterior se rechazara la perforación y la verticalidad y/o alineamiento deberá ser corregido por la empresa perforadora por su propia cuenta.

10.5. Revestimiento y engravado del pozo

El revestimiento definitivo se colocara cuando el pozo haya alcanzado su profundidad nominal, o que el supervisor determine como profundidad final del pozo. Se solicita un revestimiento de tubería plástica, con diámetro de 10 pulgadas en toda la profundidad del pozo y poner un tapón final en el fondo del mismo.

Para el entubado del pozo, primero deberá atenderse de acuerdo al diseño preliminar; anexo al pliego base, este estará sujeto a modificación una vez determinada la estratificación litológica del pozo, será conforme al perfil litoestratigráfico que presente el subsuelo. Estos trabajos estarán bajo la responsabilidad de un hidrogeólogo y la representación técnica de la empresa de perforación contratada.

Se hará la aprobación conjunta del diseño definitivo del pozo; y posteriormente ubicar la tubería ciega y ranurada donde corresponde.

La tubería ranurada será de material plástico PVC, en secciones de 60,20; y 10 pies para un total de 190 pies sin embargo esta tubería ciega y ranura podrían variar de acuerdo a la litoestratigrafía encontrada en la perforación, la empresa perforadora proporcionara todos los accesorios y piezas necesarias para unirlos, apropiadamente al revestimiento ciego y las uniones para conectar las secciones de rejilla entre sí. Las rejillas deberán colocarse de acuerdo al diseño definitivo en comparación con el diseño preliminar del pozo.

En la colocación del empaque de grava, dentro del espacio anular del pozo, se considera echar una grava con diámetro de partículas de acuerdo a las características litoestratigráficas encontradas en el subsuelo; con el interés de no alterar el rendimiento en los estratos permeables del manto acuífero.

El empaque de grava estará constituido por grava de río silícea redonda y limpia de arcilla y limo, que no contenga más del 5% de material calcáreo.

El perforador llevara un registro de la cantidad de grava utilizada para rellenar el espacio anular del pozo.

10.6. Instalación de tubo piezómetro

Este tubo a instalarse será de 1.0 pulgada, se deberá conectar directamente y ubicarse por debajo del NEA del agua subterránea, a una profundidad de 200 pies, con el fin de monitorear los niveles de agua subterránea durante la vida útil del pozo.

10.7. Desarrollo del pozo

Una vez concluida la colocación del empaque de grava o el relleno estabilizador, el pozo deberá desarrollarse por medio del siguiente método: PISTONEO

El tiempo de desarrollo se extenderá hasta que el agua salga limpia, el supervisor decidirá la duración real del desarrollo.

10.8. Prueba de bombeo de los Pozos e instalación de equipo de bombeo

Las pruebas de bombeo se realizaran después de finalizado el engravado y desarrollo del pozo o bien cuando lo indique el supervisor, estas serán realizadas por la empresa perforadora empleando su propio equipo de bombeo, estas con el propósito de conocer las características hidráulicas del pozo, se solicita la realización de una prueba de bombeo con preferencia escalonada y prueba definitiva no menor de 24 horas a

descarga libre más el tiempo de la recuperación, según sea la respuesta del acuífero durante la prueba de bombeo.

Bajo orientación, si así lo desear el supervisor de la obra hará muestreo hidroquímico para calidad de agua en dichos pozos. (Físico-químico completo, bacteriológico y arsénico)

Si durante cualquiera de las pruebas de bombeo ocurrieran interrupciones debido a fallas en el equipo, el supervisor podrá suspender la ejecución de la prueba, para volver a reanudarla después de transcurrido un tiempo de recuperación igual a la duración que llevaba la prueba suspendida en el momento de la interrupción.

10.9. Instalación de equipo de bombeo

Para la puesta en operación del pozo se hará la instalación del equipo de bombeo definitivo, se solicita la instalación de equipo de bombeo (bomba sumergible de 2") en el pozo para una demanda de agua de 50 gpm (272.55 m³/d).

Posteriormente la instalación de los equipos de bombeo debe incluir y garantizar la sarta de descarga de agua en el pozo a construir, listos para la operación esta debe de contener todos los accesorios como válvula check, válvula de compuerta de limpieza, válvula de alivio, válvula de compuerta para salida de flujo, manómetro, macro medidor, unión, y cualquier accesorio que sea de utilidad para la descarga del agua subterránea. Además debe de quedar lista con sus bases de concreto.

10.10 Sello Sanitario y base de concreto

El acabado de cada pozo deberá tener un sello sanitario de 9.14 metros (30´ pies) con una lechada de cemento, que reúna los requisitos de aseguramiento de un derrumbe por inestabilidad de las primeras capas del subsuelo.

10.11 Base de concreto

Además se construirá una base de concreto con dimensiones de 0.6*0.6*0.40m de alto. Esta base será sobre la cual descansara el cabezal de descarga y que soportara todo el peso de la unidad de bombeo. El pozo se rematará con un tapón PVC DE 8" la cual deberá sujetarse al extremo superior de la tubería de revestimiento, para resguardo temporal mientras se hace la instalación de la bomba y sarta de descarga.

10.12. Supervisión de la obra

Un delegado de la alcaldía y un supervisor hidrogeólogo contratado, harán una inspección durante los trabajos de construcción del pozo.

Se establecerá una comunicación constante con el personal de la empresa a fin de evaluar el avance de los trabajos. En caso de presentar dificultad o accidente en los trabajos de perforación, el contratado deberá comunicarlo oficialmente a la empresa, para hacer las debidas consideraciones. Así mismo el contratado deberá llevar un registro diario de sus actividades de perforación. Este registro deberá permanecer en el sitio de perforación a disposición del supervisor y deberá contener informaciones tales como número y ubicación del pozo, profundidad perforada durante el día, descripción de los materiales encontrados, modelo y marca del equipo de perforación, nivel del agua subterránea.

De igual forma presentara tres informes de avance a la contraparte técnica designada; el primero al finalizar el agujero, este deberá contener lo siguiente:

1. Número y ubicación del pozo
2. Fecha de inicio y terminación de perforación
3. Datos técnicos de maquinaria utilizada
4. Profundidad perforada durante el día
5. Descripción de los materiales encontrados a lo largo de la perforación
6. Profundidades en las cuales ocurren cambios en la formación geológica

7. Fluctuaciones niveles de agua
8. Tiempo utilizado en perforar cada tramo de cinco pies.
9. Nivel estático antes de iniciar los trabajos cada mañana y minutos antes de suspenderlos.

Y toda información que el considere útil para los fines de diseño, operación y mantenimiento del pozo, cuando se termine el acabado del pozo y prueba de bombeo.

En esta etapa deberá presentar resultados de la prueba de bombeo tales como tiempo de bombeo, descenso del nivel del agua y recuperación del pozo, aspectos físicos del agua, volúmenes de engravado aplicado al anular, información sobre la base de concreto de materiales utilizados

Tercero al finalizar la obra con su equipo de bombeo ya funcionando listo para realizar la descarga, esto permitirá conocer los alcances o limitaciones en el debido tiempo. Este contiene toda la información técnica generada (Prueba de bombeo, perfil litológico, diseño final del pozo, datos técnicos del acabado de la obra, cumplimiento de tiempo, limitaciones en el proceso de perforación, y otros aspectos de consideración de relevancia.

10.13. Tiempo de ejecución

Para la construcción de la obra, se considera que la empresa haga una perforación en 35 días. Se atenderán los imprevistos en los avances de la construcción de la obra, con la debida comunicación oportuna al contratante.

10.14. Recepción de la Obra

Para finiquitar la obra terminada, se hará mediante un acta de entrega y la recepción in situ por las partes técnicas actuantes, se deberá entregar en un solo documento a la entidad que lo contrató y que acompañará el acta de recepción.

10.15. Trabajos misceláneos y Otros

La empresa perforadora deberá tomar todas las precauciones que sean necesarias durante la construcción, para evitar que aguas subterráneas que provienen de los estratos que se van a aprovechar sean contaminadas.

La empresa perforadora será responsable de la protección del pozo mientras se encuentre en construcción así mismo de todos sus equipos.

La empresa perforadora deberá informar por escrito al supervisor, con 48 horas de anticipación la hora y fecha en que piensa iniciar cada uno de los trabajos principales tales como perforación, colocación de revestimiento y rejillas, desarrollo prueba de bombeo etc.

La empresa perforadora deberá mantener el orden y el aseo en el área de perforación evitando que los desperdicios de suelos extraídos del pozo sean esparcidos en el área, para ello tendrá a disposición equipo especializado y personal para la recolección del lodo como producto del avance de la perforación.

La empresa perforadora deberá suministrar a su personal de campo (cuadrilla de perforación), todos los implementos de seguridad e higiene ocupacional consistente en casco, guantes, botas, chaleco y lentes protectores, para evitar en lo mínimo accidentes laborales que podrían causar atrasos en el avance de la perforación.

La empresa perforadora mantendrá en el área de ejecución del pozo, los equipos y vehículos necesarios, así como del personal especializado para esta actividad, no se permitirá el acceso de personas no autorizado al sitio.

Posterior a la conclusión de todas las actividades y cuando el pozo quede disponible, la empresa perforadora realizara limpieza de residuos orgánicos, basura, grasas y aceites, así como de otro residuo de cualquier material que por las características de la perforación hayan sobrado y dejado en lugar.

No se tomara como tarea concluida y para efectos de cancelación monetaria de la perforación, el no cumplimiento del párrafo anterior.

11. CONCLUSIONES

Del presente estudio se concluye lo siguiente:

- Las principales formaciones encontradas en el área, pertenecen al periodo Cuaternario; entre estas encontramos el cuaternario indiferenciado, cuaternario aluvial, cuaternario residual y formación de rocas metamórficas.
- La fuente disponible de agua para suplir la demanda de la comunidad se encuentra almacenada y en movimiento en la formación geológica del periodo Cuaternario.
- El área de estudio es alimentado de agua subterránea por medio de la permeabilidad de los sedimentos cuaternarios
- De acuerdo a las características de la formación cuaternaria el tipo de acuífero es: Acuífero libre en el sector céntrico del valle de Jalapa y en la zona de la comunidad La Mía.
- En la zona existen pozos perforados y excavados la mayoría se encuentran activos especialmente los comunales.
- La profundidad del agua subterránea cercano al área de perforación varia de
 - 10.05 mts. y 21.47 mts.
- Tomando en cuenta la profundidad del agua subterránea, extensión y espesor del acuífero, la permeabilidad secundaria y litología, el área estudiada posee condiciones hidrogeológicas para obtener caudales mayores de 50 gpm.

12. RECOMENDACIONES.

- Se recomienda cumplir con las Especificaciones Técnicas indicadas en este informe con el objetivo de tener pozos más eficientes.
- El área de protección del pozo deberá tener por lo menos 400 m² de superficie (20 x 20), el agujero deberá quedar en el centro de esta área. En este predio

está restringido actividades que no sean relacionadas con el bombeo, operación y mantenimiento del pozo.

- La práctica de la prueba de bombeo, deberá cumplir con las normas NTON
- Se recomienda una vez perforado el pozo realizar análisis fisicoquímico completo, bacteriológico y metales pesados.

Bibliografía

Estudio de mapificación Hidrogeológica e Hidrogeoquímica de la Región Central de Nicaragua. Dirección de Hidrogeología, Dirección General de Recursos Hídricos. INETER 2004.

Estudio Hidrogeológico para perforación de pozo, comunidad Las Mercedes, municipio de JALAPA Nueva Segovia, Ing. José Gabriel Esquivel Rodríguez, para GSI Renewable Blue.

Mapa topográfico, cuadrante de Jalapa.

V. Estudio de suelo

INFORME GEOTÉCNICO

1. INTRODUCCION

El presente estudio geotécnico fue realizado con el fin de conocer las estratigrafías y resistencia del subsuelo encontrada en la zona de estudio, donde se construirá un tanque de almacenamiento y líneas de conducción para el Proyecto Agua y Saneamiento para la comunidad La Mia-Jalapa.

Para llevarse a cabo el estudio, se exploraron (2) dos puntos distribuido dentro del área de estudio, en los cuales fueron realizados un sondeo manual en la línea de conducción y otro cercano al sitio donde será construido el tanque de almacenamiento para agua potable que fue realizado con el equipo de penetración estándar (SPT); para luego, las muestras ser analizadas en el laboratorio Central.

2. Objetivo del estudio

Analizar los tipos de estratigrafías existentes en la zona de estudio, donde se construirá la planta de tratamiento de agua y saneamiento, tomando en cuenta las propiedades y característica del terreno, con el fin de determinar las cargas admisibles de las diferentes capas encontradas en el subsuelo, apegado a los requerimientos establecido en el RNC (Reglamento Nacional de la construcción de Nicaragua) o proponer una mejora en el terreno como base de apoyo a las nuevas cimentaciones.

3. Geo localización

El área de estudio donde se realizará el Proyecto 19993 Agua y Saneamiento de la comunidad La Mia-Jalapa se encuentra localizada en las coordenadas 13° 51' 7.7" N - 86° 9' 45.4" O. Donde será construido un tanque de agua potable y sus líneas de conducción.

INVESTIGACION DE CAMPO

1. Ensayo de Penetración Estándar (SPT)

El ensayo de penetración estándar, (SPT) llamado en inglés (standard penetration test), consiste en hincar un muestreador partido de 45 cm de largo colocado al extremo de una varilla AW, por medio de un martillo de 68.04 kg equivalente a 150 lbs, que se deja caer libremente desde una altura de 76 cm, anotando los golpes necesarios para penetrar cada 15 cm. El valor normalizado de penetración (N) es para 30 cm, se expresa en golpes/pie y es la suma de los dos últimos valores registrados.

Se dice que la muestra se rechaza cuando:

- * N es mayor de 50 Golpes/cm.
- * N es igual a 100 Golpes/Pie.
- * No hay avance luego de 10 Golpes.

El ensayo esta normalizado (por la Norma ASTM D'1586-67). El equipo que se utilizó en el estudio, es una maquina portátil provista de un motor Briggs & Stratton de 8 HP, con todos sus aditamentos para la exploración del subsuelo por el método de percusión.

El sondeo SPT se realizó en la parte central del terreno, donde se obtuvo la siguiente profundidad:

SONDEO Nº	PROFUNDIDAD DE PERFORACION	
	PIES	METROS

SONDEO - 1	5.91	1.50
PERF. - 1	9.84	3.00

2. Sondeos manuales (Calicata)

Este tipo de exploración consiste en realizar excavaciones de pequeñas secciones en planta a una profundidad máxima de 1.20 metros, obteniendo muestras alteradas que serán clasificadas en el campo con la vista y el tacto, para la realización de esta exploración se deberá localizar el sitio donde realizarán los sondeos, primeramente, se debe remover la capa vegetal, luego se hará uso de barra, pala, palín doble, posteadora, según lo que se necesite.

Al llegar a la profundidad proyectada (1.20m), se procede a la descripción de los suelos que corresponden a cada estrato. Luego se muestrea cada estrato por separado, esto consiste en colocar suficiente cantidad de material de cada estrato en bolsas de plástico con su correspondiente tarjeta que identifica a cada muestra y posteriormente trasladarla al laboratorio.

Trabajos de campo

En la fase de campo se realizaron visitas de reconocimiento técnico al sitio del proyecto, efectuándose un recorrido en el área a construir, revisando la situación actual del terreno y la ubicación de los sondeos.

ENSAYE	METODO AASHTO	ENSAYO ASTM
ANALISIS GRANULOMETRICO	T88-T11	D422
% HUMEDAD NAT.	-	D2216
LIMITE LIQUIDO	T89	D4318 (B)

LIMITE PLASTICO	T90	D4318 (B)
INDICE PLASTICO	T90	D4318 (B)
SPT	T86-70	420-69
CARGA ADMISIBLE (Met. Terzaghi)	-	-

4. DESCRIPCION DEL SUELO

Resultados del terreno de exploración sondeos manuales

De acuerdo al análisis realizado en el laboratorio podemos decir que según clasificación AASHTO, los suelos encontrados en los sondeos manuales son: A-7-6(14), A-2-4(0); son suelos que predominan en la zona de estudio. (Ver anexo: hoja de resumen de sondeos manuales).

La información de laboratorio nos provee un sub-suelo con diferente **SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS UNIFICADO "U.S.C.S."**

DIVISIONES PRINCIPALES		Símbolos del grupo	NOMBRES TÍPICOS	IDENTIFICACIÓN DE LABORATORIO
SUELOS DE GRANO GRUESO	GRAYAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz número 4 (4,76 mm)	Gravas limpias (sin o con pocos finos)	GW	Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz número 200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue: <5% -> GW, GP, SW, SP. >12% -> GM, GC, SM, SC. 5 al 12% -> casos límite que requieren usar doble símbolo.
		Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.	GP	
		Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.	GM	
		Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.	GC	
	ARENAS Más de la mitad del material retenido en el tamiz número 200	Arenas limpias (pocos o sin finos)	SW	Cu = $D_{60}/D_{10} > 4$ Cc = $(D_{30})^2/D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3 No cumplen con las especificaciones de granulometría para GW. Límites de Atterberg debajo de la línea A o IP < 4. Encima de línea A con IP entre 4 y 7 son casos límite que requieren doble símbolo. Cu = $D_{60}/D_{10} > 6$ Cc = $(D_{30})^2/D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3 Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para SW. Límites de Atterberg debajo de la línea A o IP < 4. Los límites situados en la zona rayada con IP entre 4 y 7 son casos intermedios que precisan
			SP	
			SM	
		Arenas con finos (apreciable cantidad de finos)	SC	
			ML	
			CL	
SUELOS DE GRANO FINO	Límite líquido menor de 50	OL		
	Limos y arcillas:	MH		



e
k
n

- 0.15-1.50m (SUCS:GC y AASHTO: A-2-4(0)): Es una arena limosa con grava, con un índice de plasticidad de 10%, es un suelo con una graduación general como sub-grupo de excelente a bueno en calidad. Tiene una densidad seca máxima de 1800 kg/m³ con una humedad óptima de 16%.

SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos pasa por el tamiz N° 200)						Materiales limoso arcilloso (más del 35% pasa el tamiz N° 200)				
	A-1		A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7	A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 A-7-6
Grupo:	A-1-a	A-1-b									
Porcentaje que pasa: N° 10 (2mm) N° 40 (0,425mm) N° 200 (0,075mm)	50 máx 30 máx 15 máx	- 50 máx 25 máx	- 51 mín 10 máx	-			- -	-			- -
Características de la fracción que pasa por el tamiz N° 40 Límite líquido Índice de plasticidad	-		-	40 máx 10 máx	41 mín 10 máx	40 máx 11 mín	41 mín 11 mín	40 máx 10 máx	41 mín 10 máx	40 máx 11 mín	41 mín (2) 11 mín
Constituyentes principales	Fracmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Grava y arena arcillosa o limosa			Suelos limosos		Suelos arcillosos		
Características como subgrado	Excelente a bueno						Pobre a malo				

(1): No plástico

(2): El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5 es igual o menor al LL menos 30

El índice de plasticidad del subgrupo A-7-6 es mayor que LL menos 30

Índice de grupo:

$$IG = (F - 35) \cdot [0,2 + 0,005 \cdot (LL - 40)] + 0,01 \cdot (F - 15) \cdot (IP - 10)$$

Siendo :

F : % que pasa el tamiz ASTM n° 200.

LL : límite líquido.

IP : índice de plasticidad.

El índice de grupo para los suelos de los subgrupos A - 2 - 6 y A - 2 - 7 se calcula usando sólo : $IG = 0,01 \cdot (F - 15) \cdot (IP - 10)$

Calculo de carga admisible:

Es la carga que puede soportar un suelo sin que su estabilidad sea amenazada. A continuación, se realizan los análisis del nivel de desplante de la cimentación.

Correlación para suelos cohesivos:

OCR	N, golpes (SPT)	Qu (KG/CM ²)	DESCRIPCION	ANGULO DE FRICCIÓN En grados	E (KG/CM ²)
NC	< 2	< 0,25	Muy blanda	0	3
NC	2 - 4	0,25 - 0,50	Blanda	0 - 2	30
NC	4 - 8	0,5 - 1,0	Media	2 - 4	45- 90
NC	8 - 15	1,0 - 2,0	Compacta	4 - 6	90 - 200
>OCR	15 - 30	2,0 - 4,0	Muy compacta	6 - 12	> 200
>OCR	> 30	> 4,0	Dura	> 14	

NC , Normalmente consolidados

OCR , Suelos sobreconsolidados

SPT, Ensayo STANDAR PENETRATION TEST

E, Modulo de rigidez del suelo

Correlación para suelos granulares:

COMPACIDAD (Suelo Granular)	Grado de Compacidad	N (S.P.T.)	Resistencia a la Penetración Estática	ϕ
Muy suelta	< 0,2	< 4	< 20	< 30
Suelta	0,2 - 0,4	4 - 10	20 - 40	30 - 35
Compacta	0,4 - 0,6	10 - 30	40 - 120	35 - 40
Densa	0,6 - 0,8	30 - 50	120 - 200	40 - 45
Muy Densa	> 0,8	> 50	> 200	> 45

Fuente: ASTM INTERNATIONAL. Standard Test Method for Standard Penetration Test (SPT) and Split-Barrel Sampling of Soils: ASTM D 1586. New York: ASTM, 1996. p. 3.

H (Pies)	Profundidad (m)	No de Golpes(N)			CAPAS		Promedio No Golpe	Parámetros de los tipos de Suelos	
		1	2	3	Perf. No1	Clasificación		S1	Φ1
0.50'	0.00-0.15	8	7	6	A-7-6(14)	SC	7	3°	BLANDA
1.97'	0.15-0.60	35	34	34	A-2-4(0)	GC	34	42°	MUY FIRME
5.91'	0.60-1.50	50	50	50	A-2-4(0)	GC	50	42°	MUY FIRME
9.84'	1.50-3.00	RECHAZO, SE ENCONTRÓ ROCA							

Indicación Técnica: Los valores presentados en esta tabla son los datos investigados en campo al realizar los ensayos a penetración estándar (SPT). En la tabla N°6 tiene (1 cuadro de cada sondeo con los resultados finales del ensayo SPT), donde se representan los valores corregidos (N° golpes/pie).

RESULTADOS FINALES PARA EL DISEÑO DE LAS CIMENTACIONES:

Capas(m)		AASHTO/SUCS		Densidad Kg/m ³	(qAd m.) Kg/cm ²	Angulo de Fricción Interna Φ	Cohesión No Drenada Cu (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	Ncorregido
0.00	0.15	A-7-6(14)	SC	1500	0.09	3°	0.25	127	4.24
0.15	0.60	A-2-4(0)	GC	1800	0.40	3°	1.08	551	18.32
0.60	1.50			1800	0.51	3°	1.39	709	23.64
1.50	3.00	RECHAZO, SE ENCONTRÓ ROCA							

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

Conclusiones:

- Geotécnicamente, dada la presencia de marcada heterogeneidad tanto vertical como horizontal, y según la clasificación de los suelos, no existen problemas geomecánicos con los subsuelos, donde existen suelos con arenas arcillosas de media plasticidad y arenas limosas; por lo tanto, cabe suponer que las condiciones constructivas serán favorables si se utiliza el nivel adecuado para el desplante de las cimentaciones.
- No se encontró en la investigación geotécnica presencia de manto acuífero a la profundidad de 3.00 mts
- Según los resultados del sondeo SPT, ubicado en el centro donde se colocará el tanque de almacenamiento de agua potable, con una profundidad alcanzada de 3.00 mts, logrado en la perforación con el equipo SPT. Predominaron dos tipos de suelos en el sitio de estudio, de los cuales el A-7-6(14) según la norma AASHTO M145 se clasifican de regular a pobre en calidad, mientras el A-2-4(0) se encuentra de excelente a bueno.
- La carga admisible en la primera capa es de 1.07 kg/cm^2 , en la segunda es de 1.94 kg/cm^2 y en la tercera capa que es un material A-2-4(0) compuesta por arena y grava tiene un promedio de carga admisible de 2.40 Kg/cm^2 . Según el Reglamento Nacional de la Construcción (RNC) la carga admisible mínima es de 2.5 Kg/cm^2 , se tendrá que incorporar en el suelo otro material de mejor clasificación (A-1-b) mezclándose con el existente o incorporarle cemento para crear un concreto pobre (suelo cemento) y aumentar la resistencia del nivel de desplante propuesto, logrando cumplir con la resistencia.

Recomendaciones:

Estas recomendaciones son para el nivel de desplante del Tanque y las líneas de conducción, se tendrá que respetar estas condiciones debido a los tipos de suelos que se encontraron en la zona de estudio.

1. Se tendrá que excavar y retirar el material hasta una profundidad de 0.60 mts para llegar al nivel de desplante, se hará una sub-excavación de 0.50m más de profundidad, donde será mezclado el material excavado con cemento formando una mezcla de suelo cemento en una proporción de 1:8, luego se rellena con el suelo cemento y se tendrá que colocar en dos capas de 0.25 mts de espesor y compactando al 100% del Proctor estándar, logrando llegar de nuevo al nivel que será la base de apoyo de la estructura del tanque.
2. Para la colocación de las tuberías de conducción, los suelos serán variables debido a las condiciones topográficas, donde es una zona montañosa, se excavará la zanja a una profundidad entre un rango de 0.60 a 2.0 m de profundidad, se mejorará el suelo natural ya excavado compactándose con un compactador manual a un 90% del Proctor estándar, aplicando la norma AASHTO T99 y luego se colocará una cama de 40 cm de material granular triturado en el rango de 1 1/2 a 3/4 pulgadas, se extiende y se compacta al 95% de compactación del Proctor Standar como apoyo de las tuberías de conducción.
3. Para el relleno complementario será necesario conseguir una fuente de material cercano a la zona de estudios, que cumpla con las siguientes condiciones de suelos: A-2-4(0) o A-1-b (0) con un límite líquido menor de 20% y un índice de plasticidad inferior al 10% de plasticidad.

VI. Detalles de la Bomba

VII. Costo y presupuesto

Tabla 31. Costo directo del proyecto

Etapa	Descripción	U.M	Cantidad	Precio	Costo Total(Sin FT)
1	PRELIMINARES	MP	5606	50.36459073	282343.8956
	LIMPIEZA INICIAL	MP	6606	17.92	118379.52
	LIMPIEZA MANUAL INICIAL	MP	6606	17.92	118379.52
	TRAZO Y NIVELACION	ML	12718.6	12.8917	163964.3756
	TRAZO DE EJE DE TUBERIA DE AGUA POTABLE	ML	12718.6	12.8917	163964.3756
2	LINEA DE CONDUCCION	ML	3003.78	510.9632878	1534821.305
	EXCAVACION PARA TUBERIA	MP	4841.4573	131.6403	637330.8888
	EXCAVACION MANUAL DE ZANJA EN TERRENO NATURAL Ancho=De 0.50m a 1.00m,Prof.=De1.01m a 2.00m	MP	4841.4573	131.6403	637330.8888
	RELLENO Y COMPACTACION	MP	4841.4573	84.8978	411029.0719
	RELLENO Y COMPACTACION MANUAL	MP	4841.4573	84.8978	411029.0719
	PRUEBA HIDROSTATICA	C/U	11	2260.977382	24870.7512
	PRUEBA HIDROSTATICA (CON BOMBA MANUAL) EN TUB. Diám.=HASTA 4", L= HASTA 300 m PARA PROY. A	C/U	12	2072.5626	24870.7512
	TUBERIA DE 3" DE DIAMETRO	ML	3003.78	100.9211116	303144.8167
	TUBERIA DE PVC Diám.=6" (SDR-26) CON REJILLA PARA ADEME CON COLUMNA DE TUBO REDONDO DE	ML	304.03	357.3243	108637.3069
	TUBERIA DE PVC Diám.=3" (SDR-26) CON EMPAQUE ELASTOMERICA (NO INCL. EXCAVACION)	ML	304.03	639.7642	194507.5097
	VALVULAS Y ACCESORIOS	C/U	5	22723.4765	113617.3825
	VALVULA DE AIRE Y VACIO DE HIERRO FUNDIDO Diám.=3/4"+ABRAZADERA DE ROSCA RECTA DE HIERRO	C/U	5	12623.998	63119.99
	BLOQUE DE REACCION DE CONCRETO PARA ACCESORIOS MENORES A 6"	C/U	5	106.1128	530.564
	CAJA PARA PROTECCION DE VALVULA HECHA DE TUBO DE CONCRETO Diám. = 6" H=1.20(NO INCL. EXCAVACION)	C/U	5	540.8669	2704.3345
	VALVULA DE ALMO DE HIERRO FUNDIDO Diám.=3" + FLANGE (2 C/U) DE HIERRO FUNDIDO DE 3" DE 8 HO	C/U	1	35134.314	35134.314
	VALVULA DE CHECK DE HIERRO FUNDIDO Diám.=3" EXTREMOS BRIDADOS	C/U	1	12128.18	12128.18
	CRUCE AEREO	ML	38		44828.3936
	CRUCE AEREO CON TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=1½" CON CABLE DE ACERO Diám.=3/8" C	ML	38	1400.8873	44828.3936
3	LINEA DE DISTRIBUCION	ML	9714.82	297.1654748	2937215.636
	EXCAVACION PARA TUBERIA	MP	5050	131.6403	664783.515
	EXCAVACION MANUAL DE ZANJA EN TERRENO NATURAL Ancho=De 0.50m a 1.00m,Prof.=De1.01m a 2.00m	MP	5050	131.6403	664783.515
	RELLENO Y COMPACTACION	MP	5050	84.8978	428733.89
	RELLENO Y COMPACTACION MANUAL	MP	5050	84.8978	428733.89
	PRUEBA HIDROSTATICA	C/U	40	2072.5626	82902.504
	PRUEBA HIDROSTATICA (CON BOMBA MANUAL) EN TUBERIA Diám.=HASTA 4", L= HASTA 300 m PARA PRO	C/U	40	2072.5626	82902.504
	TUBERIA DE 1 1/2" DE DIAMETRO	ML	12460.47	57.5683	790367.6121
	TUBERIA DE PVC Diám.=1 1/2" (SDR-26) (NO INCL. EXCAVACION)	ML	12460.47	63.43	790367.6121
	TUBERIA DE 2" DE DIAMETRO	ML	1222.48	88.91	108690.6968
	TUBERIA DE PVC Diám.=2" (SDR-26) (NO INCL. EXCAVACION)	ML	1222.48	88.91	108690.6968
	TUBERIA DE 3" DE DIAMETRO	ML	1142.57	639.7642	730975.382
	TUBERIA DE PVC Diám.=3" (SDR-26) (NO INCL. EXCAVACION)	ML	1142.57	639.7642	730975.382
	VALVULAS Y ACCESORIOS	C/U	116	693.5818802	130762.0362
	VALVULA DE LIMPIEZA DE BRONCE Diám. = 1½" CON 1m TUBO DE PVC Diám.=4" (SDR-26) Y TEE REDUCT	C/U	3	3883.0957	11649.2871
	VALVULA DE COMPUERTA DE BRONCE Diám.=3"	C/U	4	1520.36	6081.44
	VALVULA DE COMPUERTA DE BRONCE Diám.=2"	C/U	9	1450.62	13055.58
	VALVULA DE COMPUERTA DE BRONCE Diám.=1½"	C/U	37	1363.8656	50463.0272
	YEE DE Diám: 2"	C/U	2	150	300
	YEE DE Diám: 3"	C/U	1	160	160
	YEE DE Diám: 1.5"	C/U	5	145	725
	CAJA PARA PROTECCION DE VALVULA HECHA DE TUBO DE CONCRETO Diám. = 6" H=1.20(No incluye acat	C/U	5	540.87	2704.35
	BLOQUE DE REACCION DE CONCRETO PARA ACCESORIOS MENORES A 6"	C/U	111	106.1128	11778.5208
	TEE LISA DE PVC Diám.= 2"	C/U	11	312.28	3435.08
	TEE LISA DE PVC Diám.= 3"	C/U	7	321.52	2250.64
	TEE LISA DE PVC Diám.= 1.5"	C/U	53	305.1	16170.3
	CODO LISO DE PVC Diám.= 1 1/2", 90°	C/U	9	60.3081	542.7729
	CODO LISO DE PVC Diám.= 2", 45°	C/U	6	142.43	854.58
	CODO LISO DE PVC Diám.= 3", 45°	C/U	9	150.5	1354.5
	CODO LISO DE PVC Diám.= 1.5", 45°	C/U	7	60.31	422.17
	CRUZ LISA DE PVC Diam= 1.5"	C/U	26	157.8021	4102.8546
	CRUZ LISA DE PVC Diam= 2"	C/U	4	716.087	2864.348
	TAPON HEMBRA DE PVC Diam= 1 1/2"	C/U	9	21.37	192.33
	REDUCTOR LISO DE PVC DE 3" x 1 ½"	C/U	4	86.4099	345.6396
	REDUCTOR LISO DE PVC DE 3" x 2"	C/U	4	90.1712	360.6848
	REDUCTOR LISO DE PVC DE 2" x 1½"	C/U	24	39.5388	948.9312

Tabla 32. Continuación

4 FUENTE Y OBRAS DE TOMA	GLB				2582734.942
POZO PROPUESTO	C/U				279029.103
MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	KM				113170.9
MOVILIZACION,TRANPORTE DE EQUIPO DE PERFORACION Y PERSONAL	KM	100	565.8545		56585.45
DESMOVILIZACION Y TRANSPORTE DEL EQUIPO DE PERFORACION Y PERSONAL	KM	100	565.8545		56585.45
PERFORACION DE POZO					95936.148
PERFORACION DE AGUJERO DIAMETRO DE 12" EN SUELO COMBINADO	Pies	210	456.8388		95936.148
REGISTRO ELECTRICOS					6300
RESISTIVIDAD ELECTRICA	Pies	210	10		2100
POTENCIAL EXPONTANEA	Pies	210	10		2100
RAYOS GAMMA	Pies	210	10		2100
SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE PVC					49161.388
TUBERIA CIEGA Ø 8" PVC SDR-26 (200')	Pies	80	234.2322		18738.576
TUBERIA RANURADA LOCAL Ø 8" PVC SDR-26	Pies	120	234.3		28116
TUBERIA RANURADA Ø 1 1/2" (PIEZOMETRO)	Pies	40	43.9885		1759.54
TUBERIA CIEGA Ø2"	Pies	40	13.6818		547.272
SUMINISTRO E INSTALACION CENTRALIZADORES PVC					915.18
SUMINISTRO E INSTALACION DE TAPON PVC Ø8"	C/U	1	494.58		494.58
SUMINISTRO E INSTALACION DE GRAVA DE RIO	M3	6	70.1		420.6
CONSTRUCCION DE RELLENO SANITARIO					937.5
SUMINISTRO E INSTALACION DE CAPA DE ARCILLACOMPACTADA, t = 5" (0.15 M3)	M3	0.15	1250		187.5
SUMINISTRO E INSTALACION DE LECHADA DE CEMENTO, LONG. 25'	M3	0.6	1250		750
BASE SOPORTE DE EQUIPO DE BOMBEO					2140.5904
SUMINISTRO E INSTALACION DE Ho.Co.DE 1/2" Ø	kg	12	29.6568		355.8816
SUMINISTRO E INSTALACION DE CONCRETO	M3	1	1784.7088		1784.7088
DESARROLLO, LIMPIEZA, PRUEBA DE BOMBEO					300
SUMINISTRO E INTRODUCCION DE SOLUCION DE AGUA DISPERSANTE	Kg	100	3		300
LIMPIEZA Y DESARROLLO	Horas				10167.3966
PRUEBA DE BOMBEO (Descenso)	Horas	24	398.7117		9569.0808
PRUEBA DE BOMBEO (Recuperacion)	Horas	6	99.7193		598.3158
ESTACION DE BOMBEO	C/U	1	240174		363804.4994
SARTA DE TUBERIA DE HIERRO FUNDIDO Diám.=3"(INCL. 3 VALVULAS DE HIERRO FUNDIDO DE 3"y2") CO	C/U	1	92950.23		92950.23
VALVULA (o LLAVE) DE CHORRO DE BRONCE Diám.=½" CON PEDESTAL DE CONCRETO DE	C/U	1	789.3288		789.3288
VALVULA DE AIRE DE HIERRO FUNDIDO Diám.=½" (ROSCA MACHO)	C/U	1	4254.9406		4254.9406
BOMBA C/MOTOR SUMERGIBLE DE 15 HP, Q=125 GPM, CTD =1200 Pies, 1/60/230V, Diam=6"	C/U	1	120426		120426
TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=6" (NO INCL. EXCAVACION) (NO INCL. BLOQUE DE REACCION)	ML	68	2138		145384
CASETA DE CONTROL+ACOMETIDA ELÉCTRICA	C/U	1	1512323.583		1512323.583
CASETA DE MAMPOSTERIA CONFINADA +CUBIERTA TECHO ZINC,A= 3.95 mx2.85m	C/U	1	129531.0523		129531.0523
EXCAVACION MANUAL EN T.N	M³	6.4688	94.6176		612.0623309
ZAPATA CORRIDA DE CONCRETO DE 3000 PSI REF., DE (NO INCL. EXCAVACION) 0.25m,Alto=0.15m, REF.# 3@	ML	20.16	359.132		7240.10112
VIGA ASIMICA DE CONCRETO DE 3000 PSI DE 0.20mx0.25m,REF. 4#3, ESTR.#2@, FORMALETA 2 CARAS(ML	16.8	616.3358		10354.44144
VIGA DE CONCRETO DE 3000 PSI Ancho=0.15m, Alto=0.15m,REF. 4#3, ESTR.#2@0.125m (INCL. FORMALET	ML	9.6	395.32		3795.072
COLUMNA DE CONCRETO DE 3000 PSI DE 0.15mx0.15m, REF. 4#3, ESTR.#2,LOS PRIMEROS 5 @5 RESTO	ML	30.9	514.0403		15883.84527
PARED DE BLOQUE DE MORTERO DE 4"x8"x16" (2 HOYOS) SIN SISAR	M²	11.5	409.241		4706.2715
PARED DE BLOQUE DECORATIVO DE MORTERO DE 0.10mx0.30mx0.30m	M²	3.78	309.5467		1170.086526
HIERRO (EN VARILLAS) CORRUGADO (GRADO 60) Diám. <= AL No. 4	LBS	1674.624	25.1496		42116.12375
ALISTAR ARMAR Y COLOCAR HIERRO MENOR O IGUAL AL NUMERO 4	LBS	1674.624	2.3322		3905.558093
RELLENO Y COMPACTACION MANUAL	M³	2.148	84.8978		182.3604744
PUERTA DE MADERA (CEDRO MACHO) SÓLIDA DE 8 TABLEROS,Ancho=1.00m,Alto=2.10m(INCL.Marco+Bise	C/U	1	14700.4479		14700.4479
FASCIA DE MADERA MACHIMBRADA DE CEDRO DE Esp.=½", Alto=10" CON ESQUELETO DE MADERA ROJ	ML	16.4	1001.9456		16431.90784
CUBIERTA DE TECHO DE LAMINA ONDULADA DE ZINC CAL.26 SOBRE ESTRUCTURA DE MADERA	M²	16.56	237.4408		3932.019648
BASE DE CONCRETO DE 2500 PSI SIN REF. Alto=0.10m CON REPELO CORRIENTE	M²	7.254	620.4514		4500.754456

Tabla 33. Continuación

ACOMETIDA ELECTRICA	C/U	1	1382792.531	1382792.531
ACOMETIDA AEREA CON TUBO DE IMC Diám.=2" CON CALAVERA DE EMT DE 3" CON ALAMBRE ELECTRIC	ML	800	1116.324	893059.2
ALAMBRE ELECTRICO DE COBRE THHN #4 AWG	ML	30	103.79	3113.7
ALAMBRE ELECTRICO DE COBRE THHN CABLEADO #12 AWG	ML	60	23.0316	1381.896
ALAMBRE ELECTRICO DE COBRE THHN CABLEADO #4	ML	20	182.1726	3643.452
APAGADOR DOBLE DE 15 AMP/120V CON PLACA DE BAQUELITA	C/U	2	181.749	363.498
ARRANCADOR MAGNETICO DIRECTO (A TENSION COMPLETA) P/MOTOR DE 20 HP,3/220v CON TODAS SU	C/U	1	56880.12	56880.12
BANCO DE TRANSFORMADORES DE 3X10 KVA, 14.4/24.9 KV, 120/240 v (INCL. ESTRUCTURA)	C/U	1	120075.15	120075.15
BOMBILLO FLUORESCENTE DE 20 WATTS	C/U	1	384.761	384.761
BRAZO DE TUBO DE HIERRO GALVANIZADO PARA LUMINARIA TIPO COBRA	C/U	1	985.4	985.4
BREAKER DE 1X15 AMPERIOS	C/U	1	315.945	315.945
BREAKER DE 1X20 AMPERIOS	C/U	3	315.945	947.835
BREAKER DE 2X20 AMPERIOS	C/U	1	624.145	624.145
BREAKER DE 3X90 AMPERIOS	C/U	1	3013.5051	3013.5051
BRIDA DE EMT Diám.=½"	C/U	12	28.04	336.48
CABLE DE ALUMINIO CUADRUPLX #1/0	ML	18	206.02	3708.36
CABLE DE COBRE CABLEADO DESNUDO #2	ML	10	134.505	1345.05
CABLE ELECTRICO ACSR #1/0	ML	768	71.2585	54726.528
CABLE ELECTRICO ACSR #3X6	ML	10	51.495	514.95
CABLE ELECTRICO DE COBRE PROTODURO TSJ 3x10	ML	11	111.0696	1221.7656
CABLE TRIPLEX ACSR #6	ML	12	91.219	1094.628
CAJA AISLANTE PARA CONECTORES DE COMPRESION	C/U	3	151.6	454.8
CAJA DE REGISTRO DE EMT DE 2" x 4"	C/U	5	74.3116	371.558
CAJA DE REGISTRO DE EMT DE 4" x 4"	C/U	6	121.144	726.864
CAJA DE REGISTRO DE EMT DE 6" x 6" CON TAPA DE EMT DE 6"x6" PARA INTEMPERIE	C/U	1	501.13	501.13
CEPO DE BAQUELITA REDONDO PARA COLOCAR BUJIA	C/U	3	54.1984	162.5952
CONECTOR DE COMPRESIÓN PARA CABLE 1/0 - 1/0 AWG, CAJA #4	C/U	12	55.54	666.48
ESTRUCTURA ELECTRICA AP-1: SOPORTE DE 6' PARA LUMINARIA DE ALUMB.PUBLICO	C/U	1	2,943.1000	2943.1
ESTRUCTURA ELECTRICA HA-100 B/C ESTRUCT.RETENCION: VIENTO SENCILLO 14.4/24.9KV	C/U	3	4,956.8012	14870.4036
ESTRUCTURA ELECTRICA M2-1: POLO A TIERRA CON VARILLA DE 5/8" X 8'	C/U	1	3,610.0300	3610.03
ESTRUCTURA ELECTRICA MT-801/C: MONTAJE TRIFASICO CON ANGULO DE 0° á 5°	C/U	1	3747.3139	3747.3139
ESTRUCTURA ELECTRICA MT-805/C: MONTAJE TRIFASICO HORIZONTAL, LINEA ANG. 61° á 90°	C/U	1	9266.7629	9266.7629
ESTRUCTURA ELECTRICA MT-807/C: MONTAJE TRIFASICO - FIN DE LINEA (HORIZONTAL)	C/U	1	7409.9733	7409.9733
ESTRUCTURA ELECTRICA PR-101/C: INSTALACION DE CONDUCTOR Y ELECTRODO DE PUESTA A TIERR	C/U	1	901.0527	901.0527
ESTRUCTURA ELECTRICA TR2-305/C: ESTRUCT. TRANSF/MONOFAS. BANCO SERVIC. TRIFASICO	C/U	1	23887.532	23887.532
ESTRUCTURA ELECTRICA VC7-1: REMATE SENCILLO EN CRUCETA (3 CRUCETAS);14.4/24.9 KV	C/U	1	10,724.0400	10724.04
ESTRUCTURA ELECTRICA VM2-1: POLO A TIERRA CON VARILLA	C/U	1	3569.18	3569.18
EXCAVACION MANUAL AISLADA EN TERRENO NATURAL DE 0.00 A MAYOR De 1.00mx1.00m,Prof.=De 0.00 A	M3	3	137.6579	412.9737
FUSIBLE PRIMARIO SLOFAST DE 0.7 AMPERIOS	C/U	3	528.78	1586.34
HACER BALANCE DE CARGA EN PANELES	C/U	1	1586.56	1586.56
INSTALACION DE LUMINARIA EN POSTE DE CONCRETO	C/U	1	1531.1618	1531.1618
INSTALACION DE POSTE TRONCO-CONICO DE CONCRETO L=35' (CON GRUA CAMION)(NO INCL. POSTE)	C/U	1	4,017.3720	4017.372
INSTALACION DE POSTE TRONCO-CONICO DE CONCRETO L=40' (CON GRUA CAMION)(NO INCL. POSTE)	C/U	2	4,171.1280	8342.256
MAIN BREAKER CH 3x100 AMPERIOS 120/240V CON CAJA	C/U	1	4435.25	4435.25
PANEL CH TRIFASICO 12 ESPACIOS 120/240 V, BARRA 125 AMP C/MAIN BREAKER	C/U	1	2847.25	2847.25
PANEL DE CONTROL DE BOMBA PARA MOTOR DE ARRANQUE DE 20 HP, 15 KVA, 1/220 v	C/U	1	17083.5	17083.5
POSTE TRONCOCONICO DE CONCRETO PRETENSADO, Alto=30' (9.15 m) (NO INCL. ESTRUCTURA ELECT	C/U	1	12074.42	12074.42
POSTE TRONCOCONICO DE CONCRETO PRETENSADO, Alto=35' (10.67 m) (NO INCL. ESTRUCTURA ELEC	C/U	1	14087.24	14087.24
POSTE TRONCOCONICO DE CONCRETO PRETENSADO, Alto=40' (12.20 m), Diám.=4" (NO INCL. ESTRUCT	C/U	2	21916.62	43833.24
SUPRESOR DE SOBREVOLTAJE DE 80 KA 120/240V MONOFASICO PARA REGULAR ENERGIA	C/U	1	37676.82	37676.82
TOMA CORRIENTE DOBLE POLARIZADO 20A-125V, CAT. No.3232 ACERO	C/U	1	114.3449	114.3449
TOMACORRIENTE DE FUERZA DE 20 AMP/208 V CON PLACA METALICA DE 1 HOYO	C/U	1	1,243.4100	1243.41
TUBO CONDUIT DE PVC Diám. = ½", L = 10'	C/U	8	20.34	162.72
UNION CONDUIT DE PVC Diám. = ½"	C/U	6	34.748	208.488
CERCAS PERIMETRALES Y PORTONES	ML	100	4275.777565	427577.7565
PORTON DE ALAMBRE DE PUAS, (L= 4.25m, H= 1.40 POSTE DE MADERA DE DIAM= 0.12, H=1.4M)	C/U	1	1932.9565	1932.9565
CERCO (A) DE ALAMBRE DE PUAS CAL. 13, 7 HILADAS C/POSTE DE CONCRETO A CADA 2.50 m	ML	700	608.064	425644.8

Tabla 34. Continuación

5	TANQUE DE ALMACENAMIENTO CAPACIDAD 75 M ³	GLB	1	907449.8634	907449.8634
	NIVELETA SENCILLA L = 1.10 m	C/U	4	64.17	256.68
	NIVELETA DOBLE DE 1.50 m x 1.50 m	C/U	4	115.72	462.88
	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NATURAL	M ³	70	94.6176	6623.232
	RELLENO Y COMPACTACION MANUAL	M ³	15	84.9	1273.5
	OTRO TIPO DE OBRAS	GLB	1.00	866497.4149	866497.4149
	TAPA DE ACERO (A-36) DE 0.70mX0.70m, Esp.=1/8" CON 2 CANDADOS MEDIANOS (INCLUYE PINTURA ANTIR	C/U	1	1067.6729	1067.6729
	CONCRETO CICLOPEO (CONSIDERANDO COMPRA DE PIEDRA BOLON)	M ³	98	1968.9945	192961.461
	FORMALETA PARA LOSA AEREA @ H=2.40m (INCL. BARULES DE 4" x 4")	M ²	49	453.44	22218.56
	FORMALETA FUNDACIONES	M ²	25.8	288.2008	7435.58064
	FORMALETA PARA MUROS	M ²	121.6	197.8577	24059.49632
	CONCRETO DE 3,000 PSI (MEZCLADO A MANO)	M ³	53.912	3458.9134	186476.9392
	HIERRO (EN VARILLAS) CORRUGADO (GRADO 60) Diám. <= AL No. 4	LBS	12000	25.1496	301795.2
	TUBERIA DE PVC Diám.=2" (SDR-26) (NO INCL. EXCAVACION)	ML	23.72	88.9145	2109.05194
	CODO DE HIERRO GALVANIZADO DE 3"X 90°	C/U	4	551.867	2207.468
	TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO Diám. =2" (NO INCL. EXCAVACION)	ML	21.18	572.2689	12120.6553
	TEE LISA DE PVC Diám.=2" (SCH 40) (ASTM D2466) JUNTA CEMENTADA	C/U	1	111.5727	111.5727
	VALVULA DE COMPUERTA DE HIERRO FUNDIDO Diám.=3" CON FLANGE DE PVC (2 C/U) +PERNOS +TUER	C/U	1	8711.0906	8711.0906
	VALVULA DE COMPUERTA DE HIERRO FUNDIDO Diám.=2" CON BRIDAS DE HIERRO	C/U	2	7048.4432	14096.8864
	VALVULA DE COMPUERTA DE HIERRO FUNDIDO Diám.=4" CON FLANGE DE PVC (2 C/U) +	C/U	1	10444.233	10444.233
	RESPIRADERO DE TUBO DE Ho. Go. Diám. = 3"	C/U	1	983.8757	983.8757
	CAJA PARA PROTECCION DE VALVULA HECHA DE TUBO DE CONCRETO Diám. = 6" H=1.20(No incluye acat	C/U	1	540.87	540.87
	PIQUETEO EN CONCRETO FRESCO	M ²	175.28	28.672	5025.62816
	REPELLO Y FINO CORRIENTE	M ²	175.28	194.2519	34048.47303
	PINTURA EPOXICA SOBRE PAREDES (TANQUES DE AGUA POTABLE)	M ²	105	381.74	40082.7
	CERCAS PERIMETRALES Y PORTONES	ML	50	646.72313	32336.1565
	PORTON DE ALAMBRE DE PUAS, (L= 4.25m, H= 1.40 POSTE DE MADERA DE DIAM= 0.12, H=1.4M)	C/U	1	1932.9565	1932.9565
	CERCO (A) DE ALAMBRE DE PUAS CAL. 13, 7 HILADAS C/POSTE DE CONCRETO A CADA 2.50 m	ML	50	608.064	30403.2
6	CONEXIONES	C/U	451	2517.042	1135185.942
	CONEXIONES INTRADOMICILIARES	C/U	451	375.7997	169485.6647
	CONEXION DOMICILIAR CON SILLETA LISA DE PVC DE 2" x ½" PARA AGUA POTABLE(NO INCL. MED)(NO IN	ML	451	375.7997	169485.6647
	MEDIDORES DE AGUA POTABLE	C/U	425	2141.2423	965700.2773
	MEDIDOR DE AGUA POTABLE Diám.=½" (CON CAJA DE CONCRETO Y TAPA Y ARO DE Ho. Fo.) DOMICILIAR	C/U	451	2141.2423	965700.2773
7	LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA	M ²	10136.682	18.65063342	189055.54
	LIMPIEZA FINAL				181649.3414
	LIMPIEZA MANUAL FINAL	M ²	10136.682	17.92	181649.3414
	Costo Total Directo (Sin Transporte de Materiales)				9568807.124

Tabla 35. Costo directo total del proyecto

A=Costo directo Agua Potable		9568807.124
B= 0.80 *A		7655045.699
C=Factor Transporte		1.48
D= B*(C-1)		3674421.936
E=A+D Costo Total Directo (incluy. Factor Transporte)		13243229.06

	A=Costo directo
	C=Fac
	E=A+D Costo Total Directo (incluy. Fac

A=Costo directo Agua Potable 9568807.124

B= 0.80 *A 7655045.699

C=Factor Transporte 1.48

$$D = B \cdot (C - 1)$$

3674421.936

E = A + D Costo Total Directo (incluy. Factor Transporte)

13243229.06

VIII. Planos

ÍNDICE

I. Encuestas socioeconómicas	1
II. Evaluación rápida de vulnerabilidad	2
III. Sistema de abastecimiento actual	5
IV. Estudio hidrogeológico	8
V. Estudio de suelo	52
VI. Detalles de la Bomba	62
VII. Costo y presupuesto.....	67
VIII. Planos	71