



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

**“DISEÑO DE MINI ACUEDUCTO POR BOMBEO ELÉCTRICO (MABE) PARA
LA COMUNIDAD HORIZONTE AZUL, DEL MUNICIPIO DE MATAGALPA,
DEPARTAMENTO DE MATAGALPA”**

Para optar al título de Ingeniero Civil

Elaborado por

Br. Roman de Jesús Siles Ramírez

Br. José Rafael Castillo Trujillo

Tutor

M. Sc. Ing. Sergio Junior Navarro Hudiel

Managua, Octubre 2019

Estelí, 24 de octubre 2019

Doctor Oscar Isaac Gutiérrez Somarriba
Decano Facultad de Tecnología de la Construcción
UNI - RUPAP
Su despacho

Estimado Doctor Gutiérrez. Reciba un cordial saludo.

Sirva la presente para referir que se han incorporado las sugerencias de los miembros del jurado examinador emitidas en el proceso de pre defensa de la monografía "DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO ELÉCTRICO PARA LA COMUNIDAD HORIZONTE AZUL, DEPARTAMENTO DE MATAGALPA, 2019" elaborada por los bachilleres Román de Jesús Siles Ramírez y José Rafael Castillo Trujillo, el cual cumple con los requisitos para que su trabajo sea sometido al proceso de defensa acorde a los requisitos establecidos por nuestra Facultad.

Sin más a que hacer referencia, aprovecho para expresarle mis muestras de consideración y estima.

Atentamente,



Maestro Sergio J. Navarro Hudiel
Tutor Acreditado
Docente Titular FTC



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION
DECANATURA

DEC-FTC-REF-No.007
Managua, Enero 24 del 2019

Bachilleres
ROMAN DE JESÚS SILES RAMÍREZ
JOSÉ RAFAEL CASTILLO TRUJILLO
Su atención

Estimados (as) Bachilleres:

Es de mi agrado informarles que el PROTOCOLO de su Tema **MONOGRAFICO**, titulado "**DISEÑO DE MINI ACUEDUCTO POR BOMBEO ELÉCTRICO (MABE) PARA LA COMUNIDAD HORIZONTE AZUL, DEL MUNICIPIO DE MATAGALPA, DEPARTAMENTO DE MATAGALPA**". Ha sido aprobado por esta Decanatura.

Asimismo les comunico estar totalmente de acuerdo, que el (la) **Ing. Sergio Javier Navarro Hudiel**, sea el (la) tutor (a) de su trabajo final.

La fecha límite, para que presenten concluido su documento, debidamente revisado por el tutor guía será el **24 de Julio del 2019**.

Esperando puntualidad en la entrega de la Tesis, me despido.

Atentamente,

Dr. Ing. Oscar Gutiérrez Somarriba
Decano



CC: Protocolo
Tutor
Archivo*Consecutivo

DEDICATORIA

A Dios, a mi madre “Luz Marina” por darme su apoyo incondicional que salió de nuestras fronteras para lograrlo, a mi esposa e hijo “N y R” que siempre me alentaron en cada momento, a mi padre y mis hermanos a toda mi familia porque nunca perdieron la esperanza en mí.

A todas aquellas personas que me tendieron la mano.

Roman Siles.

A Dios por darme la oportunidad de vivir, por estar conmigo en los momentos difíciles, a mi familia, mi madre “Josefina”, mi padre “Remijio” y mis hermanos quienes siempre han estado conmigo dándome su apoyo incondicional para salir adelante.

A todas aquellas amistades que me apoyaran para cumplir esta meta.

Rafael Castillo.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por aliento de vida.

A mi madre y a toda mi familia.

A los docentes, por transmitir sus conocimientos a una nueva generación.

Roman Siles.

A Dios, por su misericordia.

A mi familia por su apoyo y amor que me ha brindado.

A los docentes por compartir su experiencia que han sido parte de formación en el transcurso de mi carrera.

Rafael Castillo.

RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe de graduación, describe en forma detallada el procedimiento a través del cual se desarrolló una propuesta de diseño de un mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE) para la comunidad Horizonte Azul, del municipio de Matagalpa, departamento de Matagalpa, para un periodo de 20 años (2019-2039), con el propósito de ayudar al mejoramiento de las condiciones higiénico-sanitarias de la comunidad.

El sistema fue diseñado a partir de las “Normas Técnicas para el Abastecimiento de agua potable en el medio rural”, establecidas por el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA), en combinación con los estatutos establecidos por el FISE para la formulación y desarrollo de proyectos de agua potable en el sub sector rural.

Se tomaron en cuenta las condiciones particulares que rigen las propuestas a través de una caracterización socioeconómica de la comunidad y características ambientales, topográficas e hidrológicas del área en cuestión.

De acuerdo al análisis hidráulico, el sistema abastece de agua potable al 100% de la población de la comunidad, para los puestos públicos la dotación se determinó según el apartado número tres de la NTON, para un diseño total de 371 habitantes, correspondiente a 100 familias y un establecimiento religioso actualmente y conforme a la proyección futura a 20 años la cual corresponde a un total de 608 habitantes.

La fuente de abastecimiento consiste en un pozo perforado de 400 pies de profundidad con un nivel NEA de 169 pies ubicado en las cercanías de la comunidad, desde el cual se bombeará el agua hasta el tanque de almacenamiento, para su posterior distribución.

La línea de conducción consta de 323.4 metros de tubería PVC SDR-26 de 2” pulgadas de diámetro, la cual se dimensionó de acuerdo al caudal de bombeo.

El almacenamiento propuesto está ubicado en el final de la conducción, estará conformado por concreto ciclópeo con volumen de **16.52** metros cúbicos, calculados en función de la demanda diaria de la población proyectada a 20 años.

La modelación hidráulica se realizó en EPANET 2.0, ésta fue calculada en base al consumo máxima horario (CMH) y el comportamiento de este en cero consumos del periodo de diseño, el diámetro propuesto de la red de distribución es de 2 pulgadas, el cual dio como resultado una buena distribución con presiones residuales adecuadas.

Se presenta un costo estimado de C\$ 3,168,614.19 córdobas los cuales corresponden a la construcción de este sistema de agua potable.

También contiene la memoria de diseño y demás aspectos considerados durante las etapas de estudio y diseño, además de los datos recolectados durante la investigación de campo e información suministrada por entes competentes.

Conforme al desarrollo del estudio, el informe está estructurado en seis capítulos descritos a continuación:

Capítulo I Generalidades: Presenta generalidades del estudio.

Capítulo II Descripción: Caracterización detallada del municipio y la comunidad

Capítulo III Marco teórico: Contiene la parte conceptual concerniente a proyectos de abastecimiento de agua potable.

Capítulo IV Diseño metodológico: Describe la metodología aplicada durante el desarrollo del estudio para la obtención de los resultados.

Capítulo V Cálculos y Resultados: Presenta los resultados obtenidos en cada una de las etapas del estudio.

Capítulo VI Conclusiones y recomendaciones

INDICE GENERAL

Capítulo I Generalidades

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

Capítulo II Descripción

2.Descripción.....	6
2.1. Generalidades del sitio de estudio.....	6
2.1.1. Macro localización	6
2.1.2. Micro localización	7
2.1.3. Caracterización del municipio de Matagalpa	8
2.1.4. Caracterización de la comunidad Horizonte azul.....	10

Capítulo III Marco teórico

3.Marco teórico.....	13
3.1. Estudio socioeconómico	13
3.2. Estudio topográfico.....	13
3.3. Sistema de abastecimiento de agua potable	13
3.4. Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE)	13
3.5. Normas y reglamentos	14
3.6. Parámetros de diseño	17
3.7. Dotación	20
3.8. Nivel de servicio	20

3.9. Tratamiento y desinfección	20
3.10. Golpe de ariete	21
3.11. Evaluación de impacto ambiental	21

Capítulo IV Diseño metodológico

4. Diseño metodológico	23
4.1. Recopilación de información y recorrido de campo	23
4.2. Estudio socioeconómico	23
4.3. Levantamiento topográfico	23
4.4. Estudio de la fuente de abastecimiento	24
4.5. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable	25
4.6. Evaluación de impacto ambiental	39
4.7. Elaboración de planos y especificaciones técnicas	42
4.8. Estimación económica del proyecto	42

Capítulo V Cálculo y resultados

5. Cálculo y resultados	45
5.1. Diagnóstico socioeconómico	45
5.2. Levantamiento topográfico	56
5.3. Estudio de la fuente de abastecimiento	57
5.4. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable	61
5.5. Impacto ambiental	85
5.6. Costos del proyecto	95
5.7. Especificaciones técnicas	99

Capítulo VI Conclusiones y recomendaciones

6. Conclusiones y recomendaciones	119
6.1. Conclusiones	119

6.2.Recomendaciones.....	121
Bibliografía.....	122

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1-1 Mapa de macro localización.....	6
Figura 2.1-2. Mapa de micro localización.....	7
Figura 2.1-3 Mapa de pobreza extrema municipal.....	10
Figura 5.4-1 Esquema de la red de distribución y línea de conducción.....	75
Figura 5.4-2 Presiones en la red de distribución condición cero demanda.....	77
Figura 5.4-3 Presiones en la Red con tanque lleno y CMH.....	80
Figura 5.4-4 Velocidades en la línea de conducción y red de distribución.....	81

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.5-1 Distribución espacial de la población del Municipio de Matagalpa....	8
Tabla 3.6-1 Periodos del diseño de los componentes de un SAP.....	18
Tabla 3.6-2 Presiones máximas y mínimas.....	18
Tabla 3.6-3 Velocidades admisibles en tubería.....	19
Tabla 3.6-4 Coeficiente de Rugosidad de Hazen- Williams.....	19
Tabla 4.5-1 Perdidas localizadas en longitudes equivalentes.....	30
Tabla 4.5-2 Valores de coeficiente (G) para distintos materiales.....	33
Tabla 4.5-3 Valor para C y K.....	34
Tabla 4.5-4 Presiones nominales de trabajo de tuberías tipo SDR.....	35
Tabla 4.5-5 Especificaciones de tuberías H.G SCH40.....	36
Tabla 5.1-1 Distribución de escolaridad.....	47
Tabla 5.1-2 Situación de la propiedad.....	47
Tabla 5.1-3 Ocupación poblacional.....	51
Tabla 5.1-4 Disposición de aguas servidas.....	53

Tabla 5.2-1 Elevaciones de tanque y pozo.....	57
Tabla 5.3-1 Prueba de bombeo “Recuperación”.....	58
Tabla 5.3-1 Parámetros Físico – Químico	59
Tabla 5.3-2 Parámetros sustancias no deseadas.....	60
Tabla 5.3-4 Parámetros sustancias toxicas.....	61
Tabla 5.3-5 Parámetros sustancias toxicas.....	61
Tabla 5.4-1 Población del sector rural municipio de Matagalpa	61
Tabla 5.4-2: Consumos proyectado a 20 años de diseño.	63
Tabla 5.4-3: Consumos promedios diario y consumo máximo horario	64
Tabla 5.4-4 Resultado de caudales obtenidos	65
Tabla 5.4-5 Comparativa de diámetros para línea de conducción.....	66
Tabla 5.4.6 Línea de conducción.....	67
Tabla 5.4-7 Datos para cálculo del golpe de ariete	69
Tabla 5.4-8 Criterios del golpe de ariete.....	69
Tabla 5.4-9 Datos requerido para la determinación de potencia	71
Tabla 5.4-10 Capacidad del tanque de almacenamiento	73
Tabla 5.4-11. Red de distribución.....	74
Tabla 5.4.12 Demanda nodales.....	76
Tabla 5.4.13 Presiones máximas	78
Tabla 5.4.14 Presiones en la red con tanque lleno y CMH.....	79
Tabla 5.4.15 Velocidades en la red de distribución	82
Tabla 5.4.16 Dosificación de Hipoclorito de Calcio.....	84
Tabla 5.5-1 Factores ambientales	87
Tabla 5.5-4 Factores ambientales asociados a sus causas y efectos	90
Tabla 5.5-5 Valoración de impactos potenciales negativos.....	91

Tabla 5.5-6 Valoración de impactos potenciales negativos	93
Tabla 5.6.1. Costos administración, operación, mantenimiento	97
Tabla 5.6-2 Tarifa a establecer por costo metro cúbico.....	98

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 5.1-1 Distribución de la población por género.....	45
Gráfico 5.1-2. Distribución de la población por rango de edades	46
Gráfico 5.1-3 Materiales de los cerramientos	48
Gráfico 5.1-4 Material de techo	49
Gráfico 5.1-5 Estado de las viviendas	50
Gráfico 5.1-6. Habitantes con empleo	50
Gráfico 5.1-7 Ingresos mensuales.....	52
Gráfico 5.1-8 Estado de las letrinas.....	53
Gráfico 5.1-9 Opinión de calidad del agua	54
Gráfico 5.1-10 Acarreo del agua.....	55
Gráfico 5.4-1 Crecimiento poblacional.....	62

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1. Generalidades

1.1. Introducción

El abastecimiento de agua potable está considerado como uno de los principales indicadores de salud preventiva para la población y como uno de los factores más importantes que contribuyen al desarrollo socioeconómico sostenible de las comunidades. La existencia de un sistema de abastecimiento de agua potable eficiente determina directamente el tipo de vida de la población, por ello, es importante tomar las decisiones correctas sobre la ubicación del pozo, la ubicación del punto de extracción de agua o la creación de zonas de protección; la notificación de averías y adopción de medidas correctoras, incluidas las relativas a prácticas de saneamiento e higiene. (OMS O. M., 2006, pág. 21).

En las zonas rurales del país, la mayoría de las comunidades no cuentan con un sistema de abastecimiento de agua potable, por lo tanto, no tienen acceso a agua segura, esta situación es un riesgo para la salud de los habitantes ya que contribuye a la aparición de enfermedades de origen hídrico e higiénico, afectando de manera negativa la calidad de vida de los pobladores, como es el caso de la comunidad Horizonte Azul ubicada en el municipio de Matagalpa, en el departamento de Matagalpa.

Tomando en cuenta las condiciones anteriores, el presente documento propone la realización del diseño de mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE), que consiste en un conjunto de obras necesarias para captar, conducir, tratar, almacenar y distribuir el agua desde fuentes naturales ya sean subterráneas o superficiales hasta las viviendas de los habitantes que serán favorecidos con dichos sistemas, que garantice la calidad y cantidad requerida para los pobladores de éste, debe respetar las normativas vigentes en el país para medios rurales (NTON 09001-99,) prevista por el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA) que garantizan la calidad de agua potable que se quiere suministrar, con la intención que dicha propuesta pueda ser elegida como una alternativa de solución a la actual situación de la comunidad.

1.2. Antecedentes

Según la Autoridad Nacional del Agua (ANA), en la zona rural hay una cobertura del 69% de agua, sin embargo, de este total se desconoce cuántas familias realmente tienen acceso al recurso.

En la zona rural no hay conexiones a la red de la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL), de manera que las familias se abastecen de fuentes superficiales y pozos artesanales, a pesar de que la mayoría de los Comités de Agua Potable y Saneamiento (CAPS), tienen la tarea de buscar agua de fuentes superficiales o de pozos para llevarla a los comunitarios a través de un sistema ya sea por gravedad o eléctrico.

Los primeros sistemas de abastecimiento de agua potable en Nicaragua se crearon en los años 80, con el apoyo del Instituto Nacional de Acueducto y Alcantarillados (INAA), organismos internacionales y líderes comunitarios, en el país hay registrados 5200 CAPS, de los cuales 780 son Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE).

La comunidad Horizonte Azul, se encuentra ubicada a 10 km al suroeste del cascode urbano del municipio de Matagalpa y en los 12° 92' 65" de latitud norte, la cual cuenta con una población aproximada de 371 habitantes, según datos de la alcaldía municipal proporcionados por los líderes de la comunidad, los cuales en su mayoría se dedican a laborar en empresas privadas, mientras que las mujeres atienden las labores del hogar, y entre las actividades que realizan a diario está el transportar el agua para el consumo doméstico desde el pozo escavado y de servicios privados, (consultar anexo).

Conforme a los datos recolectados por el actual líder comunitario, Sergio Rafael Aguilar Flores, esta comunidad cuenta con un pozo público ubicado a unos 300 metros de las viviendas más cercanas, equipado con una bomba manual tipo mecate, el cual es la principal fuente de abastecimiento.

1.3. Justificación

El crecimiento acelerado demográfico y el nivel reducido de inversiones han engrandecido los desafíos hídricos que se enfrentan a nivel global, uno de ellos es dotar el servicio de agua potable.

En la comunidad Horizonte Azul en el municipio de Matagalpa, departamento de Matagalpa, el 55% de los habitantes (248 personas aproximadamente) según registros de ENACAL, no tienen acceso al servicio de agua potable y se abastecen de un pozo público; las mujeres tienen que transportar el líquido para el consumo humano y sus actividades.

La mayor parte de los pobladores de la comunidad no tienen acceso al agua segura, aumentando así los riesgos de enfermar e incluso las posibilidades de morir por enfermedad diarreica aguda (EDA), teniendo como factores; la higiene personal deficiente y la falta de limpieza en la preparación y consumo de alimentos, contaminación fecal del agua; Las EDA por sí solas son responsables en promedio anual de 604,871 eventos de morbilidad y 98 casos de mortalidad, ambos notificados en la vigilancia epidemiológica todos los años. A menudo la población afectada por problemas de EDA se les dificulta presentarse en la escuela o en el trabajo. (OMS, 2015)

Realizando este estudio se procura brindar una alternativa de solución a la falta de acceso del agua potable que tienen los ciudadanos de la comunidad Horizonte Azul, para contribuir al mejoramiento de la situación actual y beneficiar directamente al sector social, económico y salud reduciendo enfermedades, garantizando un servicio de buena calidad apta para el consumo humano y sin interrupciones. Dando así soluciones a sus necesidades, mejorando sustancialmente la calidad de vida de los pobladores y promoviendo la disminución de trabajo de las mujeres en el hogar para dotarse de agua potable.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Diseñar un mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE) para la comunidad Horizonte Azul, del municipio de Matagalpa, departamento de Matagalpa.

1.4.2. Objetivos específicos:

1. Diagnosticar las condiciones sociales y económicas de los habitantes de la comunidad Horizonte azul mediante la implementación de una encuesta socio económica.
2. Efectuar un levantamiento topográfico del área de estudio para el análisis del relieve y la ubicación apropiada de los componentes del sistema.
3. Realizar el diseño hidráulico de los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable.
4. Estimar costo y presupuesto del sistema de abastecimiento de agua potable.
5. Evaluar los efectos negativos y positivos que puede generar la realización del proyecto en el ambiente.

CAPITULO II

DESCRIPCIÓN

2. Descripción

2.1. Generalidades del sitio de estudio

2.1.1. Macro localización

El Municipio de Matagalpa ubicado en el departamento de Matagalpa, se localiza a 128 km al noreste de la capital Managua, ubicado en las coordenadas, 12° 55´ latitud Norte y 85° 55´ latitud oeste, a una altitud media 681.84 msnm.

La extensión territorial del municipio de Matagalpa es de 619.36 km² y sus límites son:

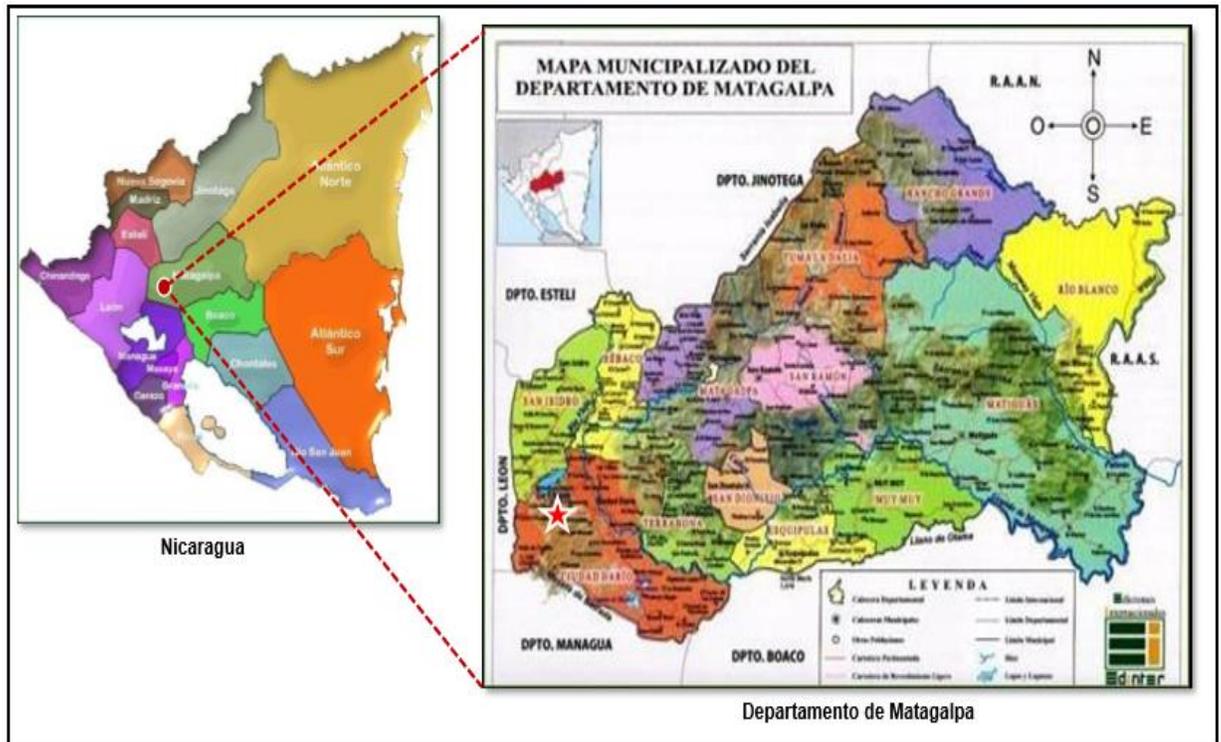
Al norte: Departamento de Jinotega.

Al sur: Municipio de Esquipulas y San Dionisio.

Al este: San Ramón, Muy Muy y El Tuma - La Dalia.

Al oeste: Sébaco.

Figura 2.1-1 Mapa de Macro Localización



Fuente: Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI)

2.1.2. Micro localización

La comunidad Horizonte Azul se localiza en el municipio de Matagalpa, en las coordenadas geográficas Latitud 12.926500°; - Longitud -89.965800°. A una altura media de 681.84 msnm y sus límites son:

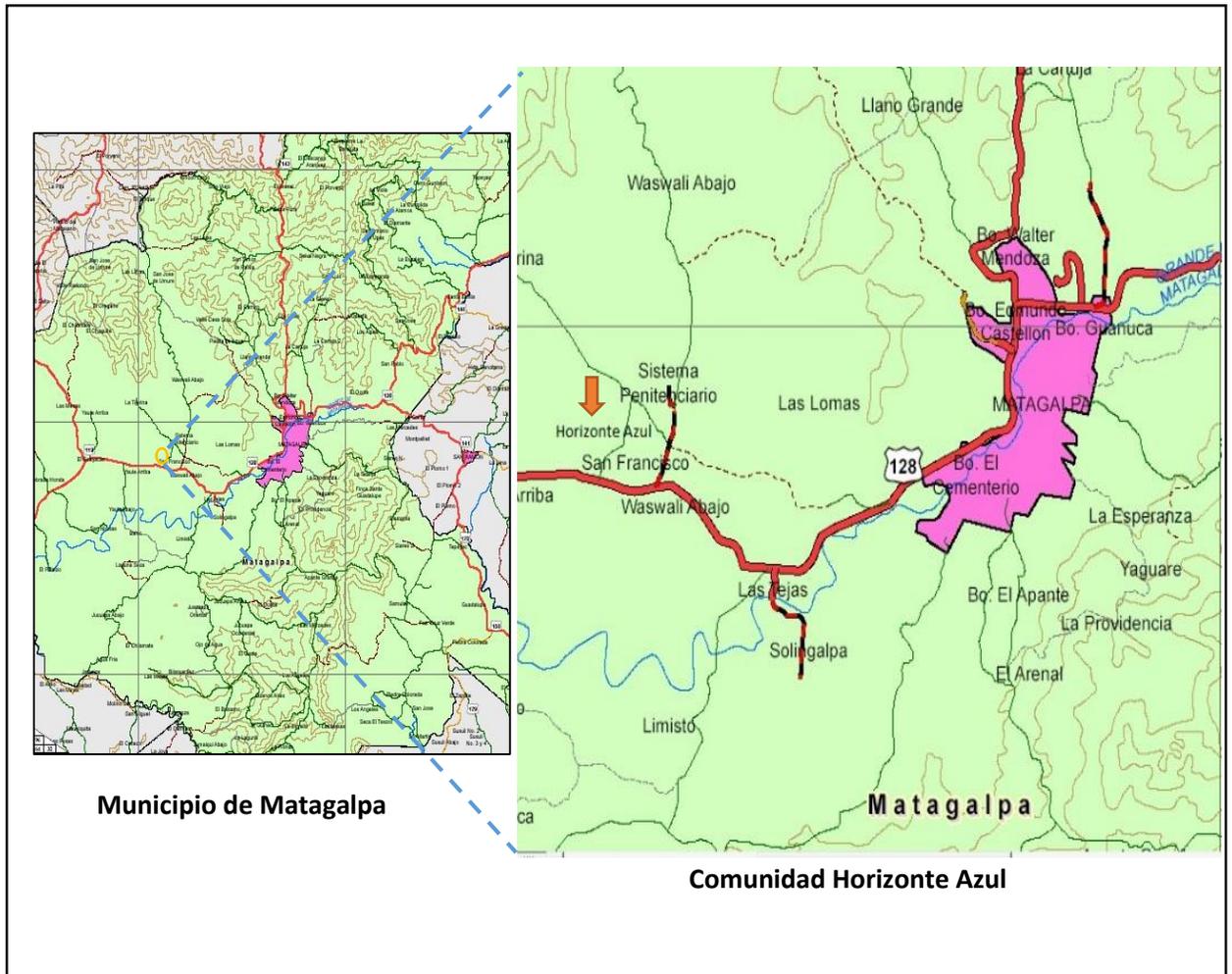
Al norte: La Tijerina.

Al sur: San Francisco.

Al este: Yaule Arriba.

Al oeste: Las Lomas.

Figura 2.1-2. Mapa de Micro Localización



Fuente: Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI), Alcaldía municipal

2.1.3. Caracterización del municipio de Matagalpa

a) Población y economía

El municipio de Matagalpa ocupa el tercer lugar a nivel nacional, con mayor densidad poblacional, su principal actividad económica es la agricultura, predominando los cultivos de café como producción principal, también el cacao frijol, maíz, hortaliza y floricultura, en otra escala la industria láctea. Según datos brindados por el Instituto Nacional de Información y Desarrollo (INIDE), obtenidos en el último censo realizado en el 2005, datos desarrollados en el anuario estadístico 2015, el municipio cuenta con 156,218 habitantes totales y presenta una densidad poblacional de 253 habitantes por km², la distribución espacial de la población se detalla en la tabla 2.5-1.

Tabla 2.5-1 Distribución espacial de la población del Municipio de Matagalpa

Sector	Habitantes
Urbano	102,386
Rural	53,832
Total	156,218

Fuente: Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE)

La población urbana representa el 65.54% de la población total y está distribuida en 65 barrios, mientras que la población rural se encuentra distribuida en 91 comunidades, estableciendo el 34.45 % del total de la población.

b) Clima, temperatura y precipitaciones

Las características climáticas del municipio de Matagalpa en donde se encuentra ubicada la comunidad de estudio es de sabana tropical, de acuerdo a Wladimir Köppen y Geiger el clima se clasifica como Aw, éste presenta la estación más seca (marzo) y la mayor parte de la precipitación caen en septiembre. La temperatura media anual se encuentra en 22.8°C. La precipitación media es de 1429 mm.

c) Geología

El municipio de Matagalpa está asentado en el departamento de Matagalpa, el cual pertenece a la VI región localizada en la parte central del país, éste destaca un relieve escarpado debido a las cordilleras Isabelia y Diriense con pendientes mayores al 30% y la diferencia de elevaciones en las partes bajas de los valles oscilan entre los 200 y 1075 msnm. Siendo susceptibles a movimientos de laderas.

Esta región pertenece a tierras altas centrales y está compuesta por cerros, montañas y lomerías con inter-montañas y llanuras montañosas. Las rocas intrusivas terciarias son material magmáticas que instruyen las rocas del grupo Coyol y Matagalpa.

d) Hidrología superficial y subterránea

Los recursos hídricos (superficiales y subterráneo) que constituyen las cuencas hidrológicas e hidrogeológicas del municipio de Matagalpa son: El río Grande de Matagalpa (atraviesa el municipio de noroeste a suroeste), siendo ésta la principal cuenca del municipio, existen otros recursos hídricos, quebradas, ríos de menor caudal y manantiales superficiales (como es el caso de Molino Norte que actualmente el 44% de la población del municipio obtiene el servicio de agua potable de éste).

La hidrogeología presenta factores favorables por la infiltración del agua en las rocas como es la cubierta de vegetación, pendientes moderadas, la cual hace que el escurrimiento superficial se efectuó en menor velocidad, aumentando en sí el tiempo de contacto del agua de lluvia con el suelo. Esto significa que la extracción de agua subterránea es posible.

e) Suministro eléctrico

El municipio cuenta con servicio de energía eléctrica domiciliar y alumbrado público, según Enatrel 83.7% del municipio cuenta con este servicio, alimentado por la planta Carlos Fonseca y por la sub-estación de Matagalpa, a nivel

departamental cuenta con una planta hidroeléctrica El Diamante ubicada en el Jobo.

2.1.4. Caracterización de la comunidad Horizonte azul

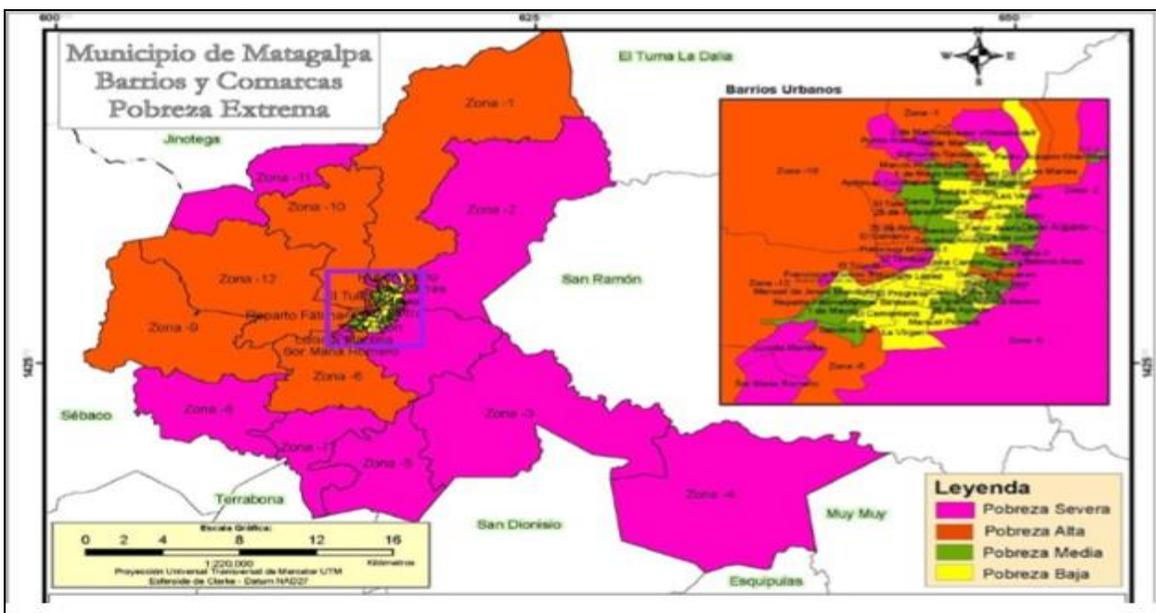
a) Economía y población

Congruente a los datos obtenidos en el estudio socioeconómico, la población que reside en la comunidad Horizonte Azul es de 371 habitantes, de los cuales, 181 son de género femenino (49%) y 190 son de género masculino (51%), lo cual corresponde a 100 familias en total.

La actividad económica se encuentra dividida en los diferentes gremios ya sean privados o propios para autoconsumo, como es la agricultura y la crianza de animales de corral.

En la escala de pobreza extrema, de acuerdo al mapa de pobreza municipal por el método de las necesidades básicas insatisfechas, la comunidad se ubica en un nivel de alta pobreza, por pertenecer al territorio de extrema pobreza del municipio.

Figura 2.1-3 Mapa de pobreza extrema municipal



Fuente: Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE)

b) Clima

El clima de la comunidad es muy variable y está afectado por la altura y orientación de las principales serranías. Las Montañas de Matagalpa parecen ejercer un efecto beneficioso.

c) Vialidad y transporte

El principal medio de transporte son los buses de transporte público que comunican la ciudad de Matagalpa con el sistema penitenciario y la comunidad Waswalí arriba, sin embargo, los habitantes deben de movilizarse caminando unos 2.5 km para llegar a la comunidad porque no existe ningún medio público que llegue hasta el propio lugar, durante el invierno se dificulta la entrada vehicular dado a escarpadas subidas que se localizan para llegar a ésta.

d) Salud

No existe ningún puesto público en la comunidad, de manera que los habitantes deben de movilizarse a la comunidad Waswalí abajo o a la ciudad de Matagalpa para recibir asistencia médica en el centro de salud Trinidad Guevara o al Hospital Escuela Cesar Amador Molina.

e) Servicios públicos

La comunidad Horizonte Azul cuenta con energía eléctrica, alimentada por la sub-estación de Matagalpa, distribuida por la empresa privada Unión Fenosa.

No existe la comunicación por telefonía fija; la principal herramienta de comunicación son los celulares que algunas personas tienen.

CAPITULO III

MARCO TEÓRICO

3. Marco teórico

3.1. Estudio socioeconómico

Este tiene como objetivo conocer la capacidad económica de la población, debe de considerar que la construcción de SAAP, implica inversiones de cuantiosos recursos humanos, técnicos y económicos. En todo sistema de agua, los costos de operación y mantenimiento son inevitables y deben de ser cubiertos por la población servida.

Dentro del estudio también se incluye a la población, con el objetivo de determinar sus características y condiciones generales: Densidad poblacional, estructura por edades y nivel de ingreso, entre otros.

3.2. Estudio topográfico

Determinar la configuración del terreno y la posición sobre la superficie de la tierra de elementos naturales o instalaciones construidas por el hombre es el fin del levantamiento topográfico.

En el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable, la topografía sirve de guía para determinar las diferencias de alturas, la carga por elevaciones y los niveles de descarga del agua.

3.3. Sistema de abastecimiento de agua potable

Los sistemas para abastecimiento de agua potable constan de diversos componentes, en cada uno de ellos se construyen las obras necesarias para que sus objetivos particulares sean alcanzados de forma satisfactoria, que es entregar a los habitantes de una localidad, el vital líquido para satisfacer las primordiales necesidades.

3.4. Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE)

Un Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico, es un sistema de abastecimiento de agua potable en donde es bombeada o levantamiento artificial que emplea energía eléctrica convertida en energía mecánica para levantar una columna de fluido

desde un nivel determinado hasta la superficie, descargándolo a una determinada presión por medio de los diferentes elementos del sistema.

Como en todos los casos cuando se desea diseñar un sistema de abastecimiento, se debe de tomar en cuenta la disponibilidad de la fuente de suministro, condiciones para la operación como la disponibilidad de mantenimiento, la capacidad de pago de los usuarios y de acuerdo a las normas de diseño de acueductos.

3.5. Normas y reglamentos

A nivel nacional los proyectos de agua potable y saneamiento rural, deben desarrollarse de acuerdo con las normativas y reglamentos establecidos por el INAA.

- Normas técnicas de diseño de abastecimiento de agua potable en el medio rural **(NTON 09001-99)**.
- Normas técnicas de saneamiento básico rural **(NTON 09002-99)**.

3.5.1. Fuente de abastecimiento

Las fuentes de agua constituyen el elemento primordial en el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable y previo a cualquier fase es necesario definir su ubicación, tipo, cantidad y calidad.

De acuerdo a la ubicación y naturaleza de la fuente de abastecimiento, así como la topografía del terreno, el suministro de agua potable será por medio de agua subterránea por permitir la mejor selección técnica y económica que presenta la comunidad.

La capacidad de la fuente de abastecimiento estará sujeta al consumo promedio diario y a las variaciones de consumo, los estudios de agua subterránea deberán de hacerse para un periodo que comprenda el diseño.

Los criterios de aceptación del pozo para un MABE según NTON 09001-99 define lo siguiente:

- El caudal de explotación será obtenido a través de una prueba de bombeo de un mínimo de 24 horas a caudal constante y de una prueba a caudal variable con un mínimo de cuatro etapas de una hora cada una. La recomendación del caudal máximo de explotación se hará de acuerdo al análisis de la prueba.
- El caudal de explotación de bombeo estará en función de un período de bombeo mínimo de 12 horas y un máximo de 16 horas.
- El caudal máximo recomendado de la explotación de un pozo deberá ser igual o superior a 1.5 del consumo promedio día (CPD).
- Disposición de la comunidad para operar y mantener el sistema.

3.5.2. Estación de bombeo

Esta compuesta de una caseta de mampostería que incluye servicios de iluminación, ventilación y desagüe, que tiene como objetivo proteger donde se instalará los elementos de controles eléctricos, conexión, equipo y sistema de cloración.

Los equipos de bombeo se seleccionan para un periodo de diseño de 5 a 10 años en los cuales se definen:

- **Bomba vertical**

Las bombas se utilizan para la extracción de aguas de pozos, el elemento se sumerge en un nivel de acuerdo a las pruebas de bombeo, pueden proporcionar una fuerza de elevación significativa pues no depende de las presiones del aire.

- **Motor**

Estos pueden ser motores eléctricos o motores de combustión en dependencia de la bomba a instalar y las condiciones que brinden para la operación, los más empleados en sistemas de abastecimiento de agua son los motores eléctricos, este tipo de motor es menos costosos, no exigen grandes requisitos de mantenimiento evitando interrupciones, pueden llegar hasta más de 200 HP.

- **Prueba de bombeo**

La prueba de bombeo se enfatiza en un constante suministro de agua en un tiempo mínimo de 24 horas y una prueba de caudal de cuatro etapas como mínimo, escalonada una hora cada una, de modo que cumpla con el caudal recomendado.

- **Tiempo de bombeo**

El tiempo de bombeo estará en dependencia de la variación de caudal en el lapso del tiempo del periodo de diseño del sistema de abastecimiento por los que se podrá determinar los tiempos de trabajos de la bomba para satisfacer la demanda.

3.5.3. Línea de impulsión

La línea de impulsión es el conjunto de ductos, obras de arte y accesorios destinados a transportar el agua procedente de la fuente de abastecimiento, desde la captación hasta la comunidad, formando el enlace entre la obra de captación y red de distribución, hidráulicamente estas conducciones pueden ser de diferentes formas, dependiendo de la topografía y la longitud de las mismas (NTON 09001-99, sección 7.2).

3.5.4. Red de distribución

Se realiza desde la manera más simple que sería un suministro único por medio de un tanque o puesto público, hasta su forma más compleja por medio de una serie de tuberías o redes de distribución que llevan el agua a cada domicilio.

- Se deberá diseñar para la condición del consumo máximo al final del periodo de diseño ($CHM = 2.5CPD + \text{Pérdidas}$).
- Sistema de distribución puede ser de red abierta, de malla cerrada o una combinación de ambas.
- La red se deberá proveer de válvulas, accesorios y obras de arte necesarias, para asegurar su buen funcionamiento y facilitar su mantenimiento (NTON 09001-99, sección 7.3).

3.5.4.1. Tipos de redes

Redes cerradas: Constituidas por tuberías interconectadas formando mallas. Este tipo de red elimina los puntos muertos, además de ser más económico, los tramos son alimentados por ambos extremos consiguiéndose menores pérdidas de carga y por lo tanto menores diámetros.

Redes abiertas: Conformada por un ramal matriz y una serie de ramificaciones. La principal desventaja de este sistema son los puntos muertos, donde se requiere instalar válvulas de limpieza (NTON 09001-99).

3.5.5. Tanque de almacenamiento

El almacenamiento en sistemas de abastecimientos de agua, tienen como objetivos suplir la cantidad necesaria para compensar las máximas demandas que se presentan durante su vida útil.

El tanque de almacenamiento es básico para el diseño del sistema de distribución de agua, así como su importancia en el funcionamiento hidráulico del sistema y el mantenimiento de un servicio eficiente.

Un tanque de almacenamiento debe de cumplir tres propósitos fundamentales:

- Compensar la variación de consumo diario (durante el día).
- Mantener las presiones de servicio en la red de distribución.
- Conservar un volumen de reserva para atender situaciones de emergencia, tales como incendios, interrupciones en el servicio por daños en la tubería de conducción o de abastecimiento de bombeo.

3.6. Parámetros de diseño

3.6.1. Periodo de diseño

Para determinar los periodos en que satisfacen las demandas de la población, que elementos del sistema deberán diseñarse por etapas y cuáles serán las previsiones que deben considerarse para incorporar los nuevos componentes del sistema.

Tabla 3.6-1 Periodos del diseño de los componentes de un SAP

Tipos de componentes	Periodo de diseño
Pozo excavado	10 años
Pozo perforado	15 años
Captación superficial y manantiales	20 años
Desarenador	20 años
Filtro lento	20 años
Líneas de conducción	15 años
Tanque de almacenamiento	20 años
Red de distribución	15 años

Fuente: Normas técnicas de diseño de sistema de abastecimiento de agua potable en el medio rural.

3.6.2. Variaciones de consumo

Las variaciones de consumo están expresadas con factores de la demanda promedio diario, y sirven de base para el dimensionamiento de la capacidad de: obras de captación, línea de conducción y red de distribución, etc.

3.6.3. Presiones máximas y mínimas

Para brindar presiones adecuadas en el funcionamiento del sistema de abastecimiento se recomienda que éstas se encuentren dentro de un rango permisible, en los valores expresados en la siguiente tabla encontrada en la NTON 09001-99.

Tabla 3.6-2 Presiones máximas y mínimas

Parámetro	Valor (m.c.a)
Presión Mínima	5
Presión Máxima	50

Fuente: Normas técnicas de diseño de sistema de abastecimiento de agua potable en el medio rural

3.6.4. Velocidad permisible en tuberías

Se recomienda fijar valores de la velocidad del flujo en los conductos en un rango para evitar erosión interna o sedimentación en las tuberías, los valores admisibles se indican en la siguiente tabla. (NTON 09001-99).

Tabla 3.6-3 Velocidades Admisibles en Tubería

Parámetro	Valor (m/s)
Velocidad Mínima	0.4
Velocidad Máxima	2

Fuente: Normas técnicas de diseño de sistema de abastecimiento de agua potable en el medio rural

3.6.5. Coeficiente de rugosidad de Hazen—Williams

Los valores establecidos para el coeficiente de Hazen-Williams se expresan en función del material y revestimiento interno de la tubería de conducción. Se describen en la siguiente tabla.

Tabla 3.6-4 Coeficiente de Rugosidad de Hazen- Williams

Material del conducto	Coeficiente de rugosidad (C)
Tubo de Hierro Galvanizado (HG)	100
Tubo de concreto	130
Tubo de asbesto cemento	140
Tubo Hierro Fundido (HF)	130
Tubo plástico (PVC)	150

Fuente: Normas técnicas de diseño de sistema de abastecimiento de agua potable en el medio rural, NTON 09001-99, Managua Nicaragua.

3.6.6. Diámetro mínimo

El diámetro mínimo de la tubería de la red de distribución será de 2 pulgadas (50 mm) siempre y cuando se demuestre que su capacidad sea satisfactoria para atender la demanda máxima, aceptándose en ramales abiertos en extremos de la red, para servir a pocos usuarios de reducida capacidad económica; y en zonas donde razonablemente no se vaya a producir un aumento de densidad de población, podrá usarse el diámetro mínimo de una pulgada y media 1 ½" (37.5 mm) en longitudes no superiores a los 100.00 m (NTON 09001-99).

3.6.7. Pérdidas en el sistema

Parte del agua que se produce en un sistema de agua potable se pierde en cada uno de los componentes. Esto constituye lo que se conoce con el nombre de fugas y/o desperdicio en el sistema. Dentro del proceso de diseño, esta cantidad de agua se puede expresar como un porcentaje del consumo del día promedio.

En el caso de Nicaragua, el porcentaje se fijará en un 20% (NTON 09001-99, sección 4-3).

3.6.8. Cobertura de tuberías

Para sitios que correspondan a cruces de carreteras y caminos con mayor afluencia de tráfico, se recomienda mantener una cobertura mínima de 1.20 metros sobre la corona de las tuberías, y en caminos de poco tráfico vehicular, una cobertura de 1.0 metro sobre la corona del tubo (NTON 09001-99, sección 4-3).

3.7. Dotación

La dotación es la cantidad de agua, que se le asigna en un día a una persona, se expresa en litros por persona por día (lppd). La dotación debe cubrir las necesidades de consumo de la persona.

3.8. Nivel de servicio

El nivel de servicio es la forma de suministrar el agua potable, para esta comunidad es una conexión domiciliar de patio, a los cuales se les aplicó una dotación de 50 - 60 l/p-d, la cual es la indicada por las Normas Técnicas Obligatorias Nicaragüense (NTON 09001-99), esto fue asumido de esta manera dado que consiste en una llave domiciliar única colocada en el patio de la vivienda.

3.9. Tratamiento y desinfección

La desinfección se aplica con el propósito de establecer una barrera de seguridad para evitar la difusión de enfermedades relacionadas con el agua. Con los resultados obtenidos de los análisis físicos-químicos, bacteriológicos y demás; se determina si la desinfección será un tratamiento suficiente para garantizar la pureza del agua y eliminar los gérmenes totales y coliformes totales. En sistemas donde la calidad física-química del agua es satisfactoria la desinfección muchas veces es el único tratamiento previsto.

La efectividad de una desinfección se expresa como cloro residual después de cierto tiempo de contacto, concentración que a recomendación del INAA debería

estar entre 0.2 y 0.5 mg/lit después de 30 minutos, mientras que la OMS recomienda una concentración de 0.5 mg/l de cloro libre residual. Concentraciones de cloro residual superiores causan mal sabor del agua y pueden provocar el rechazo por parte de los consumidores.

3.10. Golpe de ariete

Se denomina golpe de ariete al choque violento que se produce sobre las paredes de un conducto forzado, cuando el movimiento del líquido es modificado bruscamente.

3.11. Evaluación de impacto ambiental

La evaluación de impacto ambiental es el procedimiento que incluye el conjunto de estudios, informes técnicos y consultas que permiten estimar las consecuencias que un determinado proyecto, instalación o actividad, causa sobre el medio ambiente.

Análisis continuo que protege los recursos naturales contra daños injustificados o fuera de lo previsto a través del cual se forma un juicio objetivo y a partir de este aprobar o rechazar un proyecto.

Debe incluir una comparación entre las diversas alternativas posibles para alcanzar el objetivo deseado e identificar cuál de ellas presenta la mejor combinación de costos, beneficios económicos y ecológicos.

CAPITULO IV

DISEÑO METODOLÓGICO

4. Diseño metodológico

4.1. Recopilación de información y recorrido de campo

Se recopiló y revisó la información existente del municipio de Matagalpa y de la comunidad Horizonte Azul, como censos de población, planos, estudios previos, disponibles en las distintas instituciones como la Alcaldía municipal sección de proyectos (ALMAT), Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE), el Ministerio de Salud (MINSA), y el Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI), con la adquisición de los datos se realizó una caracterización detallada del área de estudio.

Se realizaron visitas de campo obteniendo información visual acerca de la estructuración de la zona, definiendo su situación actual, almacenando la información en notas y fotografías.

4.2. Estudio socioeconómico

Los datos que se presentan en esta sección proceden de la recopilación de información y el recorrido de campo realizados en el mes de abril del 2018, para su efecto se aplicó la encuesta socioeconómica de agua y saneamiento disponible en el Manual de Administración del Ciclo del Proyecto Municipal (MACPM), capítulo segundo, previsto por el Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE).

La encuesta fue aplicada casa a casa, una por familia, procurando siempre y cuando la ocasión lo permita, que el encuestado fuese el jefe de familia.

Se identificaron las necesidades básicas y situación actual en la que se encuentra la comunidad en base a condiciones de vida, educación, salud, economía, saneamiento y abastecimiento de agua, se obtuvo información acerca de la disposición de pago de la tarifa por parte de los mismos, tomando en cuenta la sostenibilidad y viabilidad del proyecto.

4.3. Levantamiento topográfico

Se utilizó el sistema americano de navegación y localización mediante satélite (GPS), la técnica presente fue la estándar para la definición geográfica de las

coordenadas (x, y, z): UTM/UPS Datum WGS84 (World Geodetic System 1984) se definió el punto más alto dispuesto para el tanque de almacenamiento.

Realizando un levantamiento con estación total, trazando la mejor ubicación para la línea de conducción desde el tanque hasta la alimentación (pozo) identificando la mejor ruta para ésta, además se definió el área total del tanque y pozo.

Mediante el reconocimiento previo de los nodos, se prosiguió con el marcaje de puntos para la red de distribución, identificando las infraestructuras existentes.

La información alti-planimetría resultado del levantamiento de puntos fue procesada con la ayuda del programa CIVIL 3D, con el que se llevaron a cabo las siguientes actividades:

- Modelación de la superficie en tres dimensiones (Curvas de nivel).
- Trazado de la línea de conducción y red de distribución.
- Elaboración de planos topográficos.
- Poligonal del predio del tanque.
- Elaboración de planos de detalles.

4.4. Estudio de la fuente de abastecimiento

La fuente de abastecimiento solicitada para los habitantes de la comunidad, es mediante la captación de aguas subterráneas, pozo perforado de 400´ pies de profundidad, ubicado en los 12.926500° Latitud y en los -85.965800° longitud, en los límites sur-oeste de la comunidad Horizonte Azul.

La prueba de bombeo fue realizada por una sub empresa contratada por la Alcaldía Municipal de Matagalpa, el día martes 08 de agosto de 2017, por Abacus Drilling.

La metodología durante el proceso fue acorde las consideraciones del INAA establecidas en el apartado 5.3.3 de NTON 09001-99, que consiste en: La medición de los descensos en tiempos determinados y bajo caudales programados y la recuperación.

Para conocer la calidad del agua de la fuente, se tomó muestra de agua del pozo perforado y se procedió a realizar el análisis físico-químico, bacteriológico y de sustancias no deseadas de la misma, los análisis fueron realizados por el Laboratorio Químico S.A (LAQUISA) durante el análisis se cumplieron las normas de calidad de las aguas vigentes por el INAA y el Ministerio de Salud.

4.5. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable

El procedimiento seguido se detalla en los criterios y consideraciones establecidas en la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Sistemas de Abastecimientos de Agua potable en el medio rural (INAA-NTON 09001-99).

4.5.1. Proyección de la población

Para el cálculo de la población futura en el periodo de diseño el INAA sugiere, a través de las NTON 09001-99, que se proyecte usando el método geométrico, expresado por diferentes fórmulas.

La tasa de crecimiento geométrico se calculó con la siguiente fórmula:

$$rg = \left(\frac{pf}{pb}\right)^{\frac{1}{n}} - 1 \quad (1)$$

Donde:

rg: Constante de crecimiento de población geométrico.

Pf: Población Final.

Pb: Población Inicial.

N: Números de años que comprende el periodo.

Proyección de población futura por el método geométrico.

$$Pf = Pb (1 + rg)^n \quad (2)$$

Donde:

P_f : Población del año “n”.

P_b : Población base o inicial.

r_g : Constante de crecimiento de población en el periodo de diseño expresado en decimal.

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

4.5.2. Nivel de servicio

Se determina el nivel de servicio óptimo en conexiones domiciliarias según las características y condiciones que presentan los usuarios a servir, con los criterios y requisitos particulares establecidos por norma para la adopción de cada nivel de servicio.

4.5.3. Dotación

Según lo establecido por el INAA en las NTON 09001-99, la dotación se asignó en dependencia principalmente al nivel de servicio adoptado, asumiendo el 100% de los usuarios serán servidos durante el periodo de diseño establecido.

Cumpliendo la normativa para sistemas de abastecimiento de agua potable por medio de conexiones domiciliarias de patio, se asigna un caudal de 50 a 60 lppd.

Para sistemas de abastecimiento de agua potable, por medio de puestos públicos, se asignará un caudal de 30 a 40 lppd.

4.5.4. Caudales nodales

Son muchos los métodos que pueden emplearse para la determinación de los caudales nodales, el método a utilizar es el de caudal unitario, dividiendo el caudal máximo horario entre el número total de familias de la población.

El caudal en el nudo, será el número de familias en su área de influencia, multiplicado por el caudal unitario.

$$Q_n = q_u * N_{fn} \quad (3)$$

Donde:

$$q_u = \frac{Q_m}{N_f} \quad (4)$$

qu: Caudal unitario (L/s/fa m).

Qn: Caudal en el nudo "n" (L/s).

Qm: Caudal máximo horario (L/s).

Nf: Número total de familias.

Nfn: Número de familias en el área de influencia del nudo "n".

4.5.5. Variaciones de consumo

Las variaciones de consumo están expresadas como factores de la demanda promedio diario, se calcularon de la siguiente manera:

$$CMD = 1.5 (CPD + pérdidas) \quad (5)$$

$$CMH = 2.5 (CPD + pérdidas) \quad (6)$$

Donde:

CMD: Consumo máximo diario.

CMH: Consumo máximo horario.

CPD: Consumo promedio diario.

Considerando un 20% del consumo promedio diario como la pérdida total de agua en el sistema, tal como lo recomienda el INAA.

$$Q_{fuga} = 20\% * CPD \quad (7)$$

Donde:

20%: equivale a las pedidas en el sistema

CPD: consumo promedio diario

El consumo doméstico (CD) se obtuvo del producto de la población en el año de estudio y la dotación promedio diario, como se indica a continuación:

$$CD = Poblacion_n * Dotacion \quad (8)$$

Donde:

Población_n: Población inicial o base (unidad).

Dotación: Expresada en galones por minutos (gl/min)

El consumo promedio diario se obtuvo mediante la sumatoria de los demás consumos establecidos en la NTON-09003-99.

$$CPD = CD + CC + CI + CP \quad (9)$$

Donde:

CD: Consumo doméstico

CC: Consumo comercial

CI: Consumo industrial

CP: Consumo públicos

El consumo contra incendios se despreció según la tabla 2-5 Caudales contra incendio NTON 09003-99, para rango de población menor a 5000 personas no se considera, de igual manera el consumo industrial y comercial se desprecian por la configuración de la comunidad dado que no se encuentran comercios ni industrias considerando la situación económica de la comunidad.

4.5.6. Estación de bombeo

4.5.6.1. Caseta de control

La caseta de control se diseñó de mampostería reforzada acorde al modelo típico, incluyéndose la iluminación, ventilación y desagüe, teniendo la función principal de proteger los equipos eléctricos y mecánicos.

4.5.6.2. Fundaciones de equipos de bombeo

La fundación del equipo de bombeo se diseñó de acuerdo a las dimensiones y características del equipo, utilizando concreto reforzado con una resistencia a la compresión de 210 kg/cm² con respecto a los 28 días de fraguado.

4.5.6.3. Equipo de bombeo y energía

En la práctica nacional, el equipo que generalmente se emplea para pozos perforados mayores de 10 metros son las turbinas de eje vertical y sumergible.

Para motores de 3 a 5 HP, emplear 1/60/110 energía monofásica.

Para motores mayores de 5 HP y menores de 50 HP se utilizará 3/60/220 y mayores de 50 HP se empleará 3/60/440, energía trifásica.

4.5.6.4. Diámetro

El diámetro de la tubería de descarga se calculó a partir de la ecuación siguiente, similar a la de Bresse y de amplia aplicación en los Estados Unidos.

$$D = 0.9(Q)^{0.45} \quad (10)$$

Donde:

D: Diámetro en mm.

Q: Caudal de diseño en m³/s.

4.5.6.5. Pérdidas en la descarga

Para determinar las pérdidas en la descarga se necesita conocer las pérdidas localizadas en los accesorios como longitud equivalente de tubería.

$$L_{real} = L_{tuberia} + Le \quad (11)$$

Le: Longitud equivalente que depende de los elementos contenido en la sarta.

Las pérdidas se obtuvieron con la fórmula de Hazen – Williams, que se detalla a continuación:

$$h_{desc} = 10.674 \left(\frac{Q}{C}\right)^{1.852} * \frac{L_{real}}{\phi^{4.87}} \quad (12)$$

Donde:

h_{desc} : Pérdidas por descarga.

Q: Caudal (m³/s)

C: Coeficiente de rugosidad en función del material, descritos en la tabla 3.6-4.

D: Diámetro de tubería (m)

Le: Longitud equivalente (m)

Tabla 4.5-1 Perdidas localizadas en longitudes equivalentes

Elemento	mm. plg.	13 1/2	19 3/4	25 1	32 1 1/4	38 1 1/2	50 2	63 2 1/2	76 3	100 4	125 5	150 6	200 8	250 10	300 12	350 14	
Codo 90°																	
Radio largo		0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.6	2.1	2.7	3.4	4.3	5.5	6.1	7.3	
Radio medio		0.4	0.6	0.7	0.9	1.1	1.4	1.7	2.1	2.8	3.7	4.3	5.5	6.7	7.9	9.5	
Radio corto		0.5	0.7	0.8	1.1	1.3	1.7	2.0	2.5	3.4	4.5	4.9	6.4	7.9	9.5	10.5	
Codo 45°		0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9	1.2	1.5	1.9	2.3	3.0	3.8	4.6	5.3	
Curva 90°																	
R/D: 1 ½		0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.3	1.6	1.9	2.4	3.0	3.6	4.4	
R/D: 1		0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0	1.3	1.6	2.1	2.5	3.3	4.1	4.8	5.4	
Curva 45°		0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.1	1.5	1.8	2.2	2.5	
Entrada																	
Normal		0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.6	2.0	2.5	3.5	4.5	5.5	6.2	
De borda		0.4	0.5	0.7	0.9	1.0	1.5	1.9	2.2	3.2	4.0	5.0	6.0	7.5	9.0	11.0	
Válvula																	
Compuerta		0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.4	1.7	2.1	2.4	
Globo		4.9	6.7	8.2	11.3	13.4	17.4	21.0	26.0	34.0	45.3	51.0	67.0	85.0	102	120	
Angulo de pie		2.6	3.6	4.6	5.6	6.7	8.5	10.0	13.0	17.0	21.0	26.0	34.0	43.0	51.0	60.0	
Retención		3.6	5.6	7.3	10.0	11.6	14.0	17.0	20.0	23.0	31.0	39.0	52.0	65.0	78.0	90.0	
T. liviano		1.1	1.6	2.1	2.7	3.2	4.2	5.2	6.3	6.4	10.4	12.5	16.0	20.0	24.0	38.0	
T. pesado		1.6	2.4	3.2	4.0	4.8	6.4	8.1	9.7	12.9	16.1	19.3	25.0	32.0	38.0	45.0	
Te de paso																	
Directo		0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.6	2.1	2.7	3.4	4.3	5.5	6.1	7.3	
Lateral		1.0	1.4	1.7	2.3	2.8	3.5	4.3	5.2	6.7	8.4	10.0	13.0	16.0	19.0	22.0	
Te salida																	
Bilateral		1.0	1.4	1.7	2.3	2.8	3.5	4.3	5.2	6.7	8.4	10.0	13.0	16.0	19.0	22.0	

Fuente: López, R.A (1999). Diseño de acueductos y alcantarillados.

4.5.6.6. Selección del equipo de bombeo

Se seleccionó entre los equipos de bombeos ofrecidos por catálogo aquel modelo que presente una curva característica que trabaje en un rango de altura y caudal lo más parecido posible a los valores calculados. Del catálogo se obtienen las especificaciones de la bomba seleccionada, que incluye: Velocidad de giro, diámetro del orificio de la bomba, potencia y eficiencia.

4.5.6.7. Potencia de la bomba

Para el cálculo de la potencia de la bomba, se emplea la siguiente formula, considerando un factor de 1.15 por perdida mecánicas, según los criterios establecidos del INAA.

$$P_b = \frac{(CDT * \gamma * Q_b)}{745.7 * e} * 1.15 \quad (13)$$

Donde:

Pb: Potencia de la bomba (HP)

CDT: Carga dinámica total (m)

γ : Peso específico del agua (N/m³)

Qb: Caudal de bombeo (m³/s)

e: Eficiencia de la bomba (%)

Para el cálculo de la carga dinámica total se obtuvo a través de la siguiente ecuación:

$$CDT = z + hf + hd + hb \quad (14)$$

Donde:

Z: Diferencia altimétrica entre el tanque y el pozo.

hf: Pérdida por fricción en la línea de conducción, columna y accesorios.

hd: Altura de descargue en el tanque.

hb: Profundidad de nivel de ubicación de la bomba en el pozo.

4.5.6.8. Velocidad

La velocidad en la línea de conducción se calculó a partir de la ecuación de continuidad, que se expresa como sigue:

$$V = \frac{4Q}{\pi \cdot \phi^2} \quad (15)$$

Donde:

V: Velocidades (m/s)

Q: Caudal (m³/s)

D: Diámetro (m)

4.5.6.9. Golpe de ariete

Para el cálculo del golpe de ariete, se siguió el siguiente mecanismo.

a) Fase o periodo de cierre (T), para la cual se considera en sobre presión máxima y maniobra lenta.

$$T = \frac{2L}{a} \quad (16)$$

Donde:

L: Longitud hasta el depósito (m)

a: Velocidad de propagación de la onda o celeridad (m/s)

T: Fase o periodo de cierre (S)

Para el parámetro “a”, este dependerá de las características físicas de la conducción, correspondiendo a el tipo de material de la conducción y dimensiones de esta, para la cual se presenta la siguiente ecuación:

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + G \frac{D}{e}}} \quad (17)$$

Donde:

D: Diámetro de la conducción (mm)

e: Espesor de la tubería (mm)

G: Coeficiente representativo de la elasticidad (a dimensional)

Se definió el valor de G de la siguiente tabla correspondiendo al material de la tubería como lo expresa la siguiente tabla:

Tabla 4.5-2 Valores de coeficiente (G) para distintos materiales

Material del conducto	Coeficiente (G)
Acero	0.5
Hierro Fundido	1
Poliéster	6.6
Tubo Plástico (PVC)	33.33

Fuente: Fluidos, bombas e instalaciones hidráulicas (De las Heras, 2011)

b) Longitud critica (LC)

Se determina mediante la siguiente ecuación:

$$Lc = \frac{aT}{2} \quad (18)$$

Donde:

T: Tiempo de parada (s)

a: Celeridad (m/s)

Si el resultado obtenido correspondiente a: “L” es menor que “Lc” y “T” es mayor a “2L/a”, esta será de maniobra de cierre lento, por lo tanto, se aplica la fórmula de Michaud.

$$T = c + \frac{KLV}{GH_m} \quad (19)$$

Dónde:

L: Longitud de la conducción (m)

V: Velocidad del agua ($\frac{m}{s}$)

g: Aceleración de la gravedad ($\frac{m}{s^2}$)

Hm: Altura manométrica de la instalación (m)

C y K: Coeficientes de ajuste determinados experimentalmente

El coeficiente C está en función de la longitud hidráulica (Hm/L) y el coeficiente K está en función de la longitud de la tubería

Tabla 4.5-3 Valor para C y K

Pendiente Hidráulica Hm/L	C	L(m)	K
< 20%	1	500	2
25%	0.8	500	1.75
30%	0.6	500 < L < 1500	1.5
40%	0.4	1500	1.25
> 50%	0	1500	1

Fuente: Golpe de ariete en impulsión (Rosich 1987)

c) Longitud crítica (Lc), que se obtiene a través de la expresión siguiente.

$$L_c = \frac{aT}{2} \quad (20)$$

Dónde:

T: Tiempo de parada (s)

a: Celeridad ($\frac{m}{s}$)

El incremento de presión producido por el golpe de ariete (ΔH) se procede a calcular en función de la relación de las variables abordadas anteriormente.

Si L es menor que L_c y T es mayor que $2L/a$. Según este criterio es una maniobra de cierre lento, por tanto, se aplica la siguiente fórmula:

$$\Delta H = \frac{2LV}{gT} \quad (21)$$

Donde:

ΔH : Sobrepresión por golpe de ariete (m)

L: Longitud de la conducción (m)

g: Aceleración de la gravedad ($\frac{m}{s^2}$)

V: Velocidad del agua ($\frac{m}{s}$)

T: Tiempo de parada (s)

Si L es mayor L_c y T es menor $2L/a$. Esta indica que es una maniobra de cierre rápido, por tanto, se aplica la fórmula de Allievi.

$$\Delta H = \frac{aV}{g} \quad (22)$$

Donde:

ΔH : Sobrepresión por golpe de ariete (m)

g: Aceleración de la gravedad (m/s²)

V: Velocidad del agua (m/s)

a: Celeridad de la conducción (m/s)

4.5.6.10. Tipo de tubería

La selección del tipo de tubería para la línea de conducción de PVC se realizó en base a la presión nominal de trabajo, la cual se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 4.5-4 Presiones nominales de trabajo de tuberías tipo SDR

Presión nominal	SDR 41	SDR 32.5	SDR 26	SDR 21	SDR 17	SDR 13.5
PSI	100	125	160	200	250	315
Kg/cm ²	7.03	8.79	11.25	14.07	17.58	22.15
kPa	690	862	1104	1380	1725	2173
m.c.a	70.3	87.9	112.5	140.7	175.8	221.5

Fuente: Especificaciones técnicas de tuberías PVC. Durman Esquivel.

La tubería de hierro galvanizado con rosca (HG), este se determinó en cedula 40 tubos de alta presión (SCH40), excelentes para la conducción de agua en altas presiones, los cuales se utilizarán para la columna de impulsión, se detallan sus especificaciones en la siguiente tabla:

Tabla 4.5-5 Especificaciones de tuberías H.G SCH40

Peso en H.G (kg/Unidad)	Longitud de la tubería (m)	Diámetro (mm)	Cedula	Espesor (mm)
7.78	6	12	SCH40	2.55
9.76	6	19	SCH40	2.55
14.97	6	25	SCH40	3.17
18.94	6	31	SCH40	3.17
24.23	6	38	SCH40	3.50
30.46	6	50	SCH40	3.50
49.97	6	63	SCH40	4.75

Fuente: Especificaciones técnicas de tuberías Metálica, Metalco.

4.5.7. Tanque de almacenamiento

La capacidad del tanque de almacenamiento se estimó según las condiciones que contempla el volumen compensador y el volumen de reserva definidas de la siguiente manera:

- Volumen compensador del consumo promedio diario: 15%
- Volumen de reserva del consumo promedio diario: 20%

De la tal manera que la capacidad del tanque será igual al 35% del consumo promedio diario, incluyendo las perdidas como se demuestra de la siguiente manera.

$$V = 35\% (CPD + \text{pérdidas}) \quad (23)$$

El tanque estará localizado lo más cercano posible a la comunidad, para su ubicación se tomó en cuenta la topografía del terreno y las disponibilidades de este, de tal manera que se brinde la mejor presión para el servicio.

4.5.8. Análisis y diseño hidráulico de la red de distribución

Para el diseño de la red se realizó el trazado de la red con el software Civil 3D 2017, sobre la superficie de la comunidad modelada previamente obtenido, de acuerdo a la altimetría y planimetría del terreno (topografía), determinando las elevaciones nodales, longitudinales, diámetros y coeficiente de rugosidad de los materiales

La simulación del modelo hidráulico se realizó con el software EPANET, de esta forma se determinaron las características hidráulicas de la red en las siguientes condiciones de trabajo:

- a) Tanque lleno y CMH.
- b) Tanque lleno (sin consumo).

Esto se realizó con el fin de observar el comportamiento del SAP para determinar las velocidades en las tuberías de la red de distribución y línea de conducción y las diferentes presiones en los nodos.

4.5.8.1. Distribución de consumos concentrados

La distribución de los consumos concentrados se realizó de acuerdo a las recomendaciones del INAA en las NTON 09001-99 sección 7.7.4.

Se realizó la distribución del CMH en los distintos nodos de la red, estimando la demanda base por vivienda, esta resulta de dividir el CMH entre la cantidad actual de viviendas.

4.5.9. Desinfección

Según las normativas técnicas del INAA, para el caso de sistemas de abastecimiento de agua potable rurales y pequeñas poblaciones se utilizará el hipoclorito, debido a su facilidad de manejo.

En general se recomienda hipo cloración para capacidades menores de 1 kg/día y caudales menores de 130 gpm como máximo 8.20 l/s, por lo tanto, la desinfección que a recomendación del INAA será hipoclorito de calcio ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$)

usando una concentración de cloro activo de 2 mg/l, para obtener una concentración de cloro residual de 0.2 mg/l tomando en consideración los siguientes aspectos:

a) Tiempo de contacto

Se recomienda que el tiempo de contacto entre el cloro y el agua sea de 30 minutos antes de que llegue al primer consumidor, en situaciones adversas se puede aceptar un mínimo de 10 minutos.

b) Método de dosificación de cloro

Para la dosificación se usará un hipoclorador de carga continúa, de preferencia manufacturado en el país.

Para la cantidad de hipoclorito de calcio a suministrar en el tanque de almacenamiento, se determinó a través de la aplicación de la siguiente fórmula:

$$P = \frac{D * Q}{\% * 10} \quad (24)$$

Donde:

P: Cantidad de hipoclorito de calcio (g)

D: Dosis de cloro (mg/l)

Q: Volumen de agua a clorar (l)

%: Concentración comercial del hipoclorito de calcio

c) Especificaciones técnicas

- **Nombre del químico:** Hipoclorito de calcio
- **Formula química:** Ca(ClO)₂
- **Peso molecular:** 142.99.
- **Color:** Blanco.

- **Presentación:** Líquida, granular y pastilla de 1, “**se recomienda utilizar el tipo granular**”.
- **Cloro efectivo:** 65% min (Varia según el fabricante o el que se especifique).
- **Humedad:** 5.5% - 10%.
- **Tamaño granular:** Malla 90.
- **Empaque:** Bolsas de 45 Kg.

4.6. Evaluación de impacto ambiental

El estudio se realizó con base en la metodología y aplicación de los instrumentos contemplados en el Sistema de Gestión Ambiental (SISGA-FISE, 2008 – 2017) para los diferentes proyectos de agua y saneamiento.

4.6.1. Clasificación ambiental del proyecto

La categoría IV y V son proyectos que por su incidencia requieren de alguna consideración ambiental y de la aplicación de instrumentos ambientales.

Con el objetivo de determinar los procedimientos ambientales a seguir para evaluar los impactos negativos y positivos que generaría el proyecto, tanto de construcción como en la de funcionamiento.

4.6.2. Instrumentos de evaluación

Previamente se categorizó el proyecto, requiriendo la aplicación de instrumentos ambientales correspondientes.

a) Evaluación de emplazamiento

La evaluación del emplazamiento permite valorar las características generales del sitio y el entorno donde se propone ubicar el proyecto para evitar o prevenir potenciales riesgos e impactos ambientales que atentan contra la sostenibilidad y la adaptabilidad del proyecto, tales como:

- Peligrosidad del sitio debido a factores naturales o antrópicos que pueden dañar el proyecto.
- Evitar efectos ambientales negativos del proyecto.

- Valorar e identificar aspectos legales, técnicos y normativos del proyecto que entren en contradicción con el marco jurídico.
- Evitar efectos sociales indeseables generados por el proyecto.
- Buscar la máxima adaptabilidad entre el sitio y el tipo de proyecto.

La evaluación de emplazamiento se realizó utilizando los histogramas estadísticos que dispone el SISGA.

Figura 4.6-1 Formato de Histograma para evaluación de emplazamiento

HISTOGRAMA DE EVALUACIÓN DE EMPLAZAMIENTO																
Proyecto																
Componente	Variable	Ubicación														
		Para uso de formulador							Para uso del Técnico Municipal y/o asesor municipal							
		N.A	E	P	E	P	E	P	N.A	E	P	E	P	E	P	
		0	1	3	2	2	3	1	0	1	3	2	2	3	1	
Bioclimático	Orientación															
	precipitación															
	Ruidos															
	Calidad del Aire															
Geología	Sismicidad															
	Erosión															
	Uso de Suelo															
	Deslizamientos															
	Ranfos de Pendientes															
	Calidad del Suelo															
Ecosistemas	Suelos Agrícolas															
	Hidrología Superficial															
	Sedimentación															
Medio Construido	Radio de Cobertura															
	Accesibilidad															
	Acceso a los Servicios															
Interacción	Desechos Sólidos															
	Líneas de alta Tensión															
	Peligros de Incendio															
	Lugares de Vicios															
Intitución Social	Conflictos Territoriales															
	Marco Legal															
	Seguridad Ciudadana															
	Participación Ciudadana															
	Plan Inversión Municipal y Sostenibilidad															
	Frecuencia (F)	Suma							Suma							
	Escala x Peso x Frecuencia (ExPxF)															
	Peso x Frecuencia (PxF)															
	Valor Total (ExPxF)/(PxF)															
	Rangos	1 - 1.5	1.6 - 2	2.1 - 2.5	>2.5	1 - 1.5	1.6 - 2	2.1 - 2.5	>2.5							
	Observaciones:															

Fuente: Sistema de Gestión Ambiental (SISGA-FISE,2017)

Considerando tres rangos de situaciones que se pueden presentar en cada variable y su significado:

- Los valores de 1 en la escala representan las situaciones más riesgosas, peligrosas o ambientalmente no compatibles con el tipo de proyecto que se evalúa.
- Los valores de 2 en la escala representan situaciones intermedias de riesgos, peligros o ambientalmente aceptables con limitaciones con el tipo de proyecto que se evalúa.
- Los valores de 3 en la escala representan situaciones libres de todo tipo de riesgos y compatibles ambientalmente.

Finalmente, como se puede apreciar el valor total del histograma oscilará entre 1 y 3 teniendo el siguiente significado:

Valores entre 1 y 1.5 significa que el sitio donde se propone emplazar el proyecto es muy peligroso, con alto componente de riesgo a desastres y/o con un severo deterioro de la calidad ambiental pudiendo dar lugar a la pérdida de la inversión o lesionar la salud de las personas que utilizaron el servicio. Por lo que el FISE recomienda no elegible el sitio para el desarrollo de inversiones y recomienda la selección de otro lugar.

Valores entre 1.6 y 2.0 significa que el sitio donde se propone emplazar el proyecto es peligroso ya que tiene algunos riesgos a desastres y/o existen limitaciones ambientales que pueden eventualmente lesionar la salud de las personas que utilizan el sitio. Por lo que el FISE sugiere la búsqueda de una mejor alternativa de localización y en caso de no presentarse otra alternativa el FISE estudia de forma más detallada la elegibilidad del sitio para el desarrollo del proyecto.

Valores entre 2.1 y 2.5 significa que el sitio es poco peligroso, con muy bajo componente de riesgo a desastres y/o bajo deterioro de la calidad ambiental a

pesar de limitaciones aisladas. El FISE considera esta alternativa de sitio elegible siempre y cuando no se obtengan calificaciones de 1 en algunos aspectos.

Valores superiores a 2.6 significa que el sitio no es peligroso, muy bajo riesgo y/o buena calidad ambiental para el emplazamiento del proyecto, por lo que el FISE considera este sitio elegible para el desarrollo de la inversión.

b) Análisis ambiental

El objetivo es determinar la zona de afectación o área de influencia a considerar para la evaluación de los potenciales efectos ambientales negativos que pudiera generar el proyecto, así como la incorporación de medidas de mitigación correspondientes, el procedimiento a realizar consiste en:

- Valorar la calidad ambiental del sitio.
- Identificar y valorar los impactos ambientales que genera el proyecto.
- Elaborar plan de mitigación.

4.7. Elaboración de planos y especificaciones técnicas

Las especificaciones técnicas se elaboraron según las normas, exigencias y procedimientos a ser empleados y aplicados en cada obra a ejecutarse tomando como referencia proyectos saneamiento y agua potable.

Los planos respectivos de topografía y diseño se realizaron con el programa de la familia Autodesk "Civil 3D 2017".

4.8. Estimación económica del proyecto

4.8.1. Presupuesto del proyecto

Para la determinación de las etapas y sub etapas del proyecto de agua potable, se tomó como base principal el catálogo del FISE, el cual presenta la guía de costos N° 12 para estas actividades, el cual corresponde a la última actualización publicada de este.

El presupuesto se elaboró mediante el cálculo de todas las actividades que se abarcaran a lo largo del proyecto y sus costos respectivos.

Se realizó la cotización de los diferentes precios de materiales y fabricantes obteniendo como resultado la utilización del catálogo de precios Durman Esquivel, actualizados al 2019 por el vendedor designado a la zona norte “Elvis López” el cual se combinó con la guía N° 12 del FISE.

El metrado será definido de la siguiente forma:

- **El proceso:** este deberá ser ordenado, sistemático para iniciar las partidas que definirán la cantidad de obras.

- **Reglamentos de metrados:** identificación de obras correspondientes a:

- 1- Edificación.
- 2- Habilitación.
- 3- Saneamiento
- 4- Carreteras
- 5- Otros

- **Formas para metrar:**

- 1- Cotas: Escala.
- 2- Conteo: Unidades.
- 3- Isométricas: Sanitarias.
- 4- Fórmulas: Movimiento de tierra.
- 5- Coeficientes: Compactación.
- 6- Otras: Gráficos, planimetría, otros.

4.8.2. Tarifa

Para estimar el valor promedio de la tarifa se tomó en consideración los gastos administrativos, gasto de operación y mantenimiento, según la metodología de costos de servicios recomendado por el INAA, para sistemas urbanos y rurales menores a 500 conexiones.

CAPÍTULO V

CÁLCULO Y RESULTADO

5. Cálculo y resultados

5.1. Diagnóstico socioeconómico

Los datos que se presentan en esta sección proceden de información obtenida por el proceso de encuestado que se desarrolló en el mes de abril del año 2018, 101 encuestas socioeconómicas casa a casa, correspondiente a 100 familias, una iglesia evangélica, con la ayuda voluntaria del coordinador comunal Sergio Rafael Aguirre Flores.

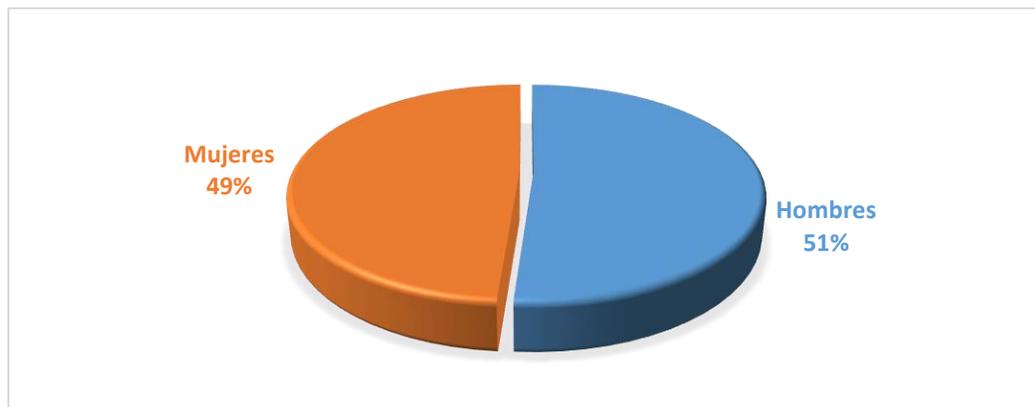
Mediante los datos obtenidos se reconocieron aspectos fundamentales para determinar la situación de la comunidad como son: demografía, socio-económica, infraestructura, salud, educación y la situación del abastecimiento de agua potable y saneamiento de la comunidad a continuación se detallan.

5.1.1. Población

a) Distribución de la población por género

La población total que habita en la comunidad Horizonte Azul, según el censo realizado, estima 371 habitantes, de los cuales 181 corresponden al género femenino (49%) y 190 son masculinos (51%). Según los datos obtenidos de las viviendas habitadas y la población total. La distribución de la población por género se ilustra en el siguiente gráfico.

Gráfico 5.1-1 Distribución de la población por género

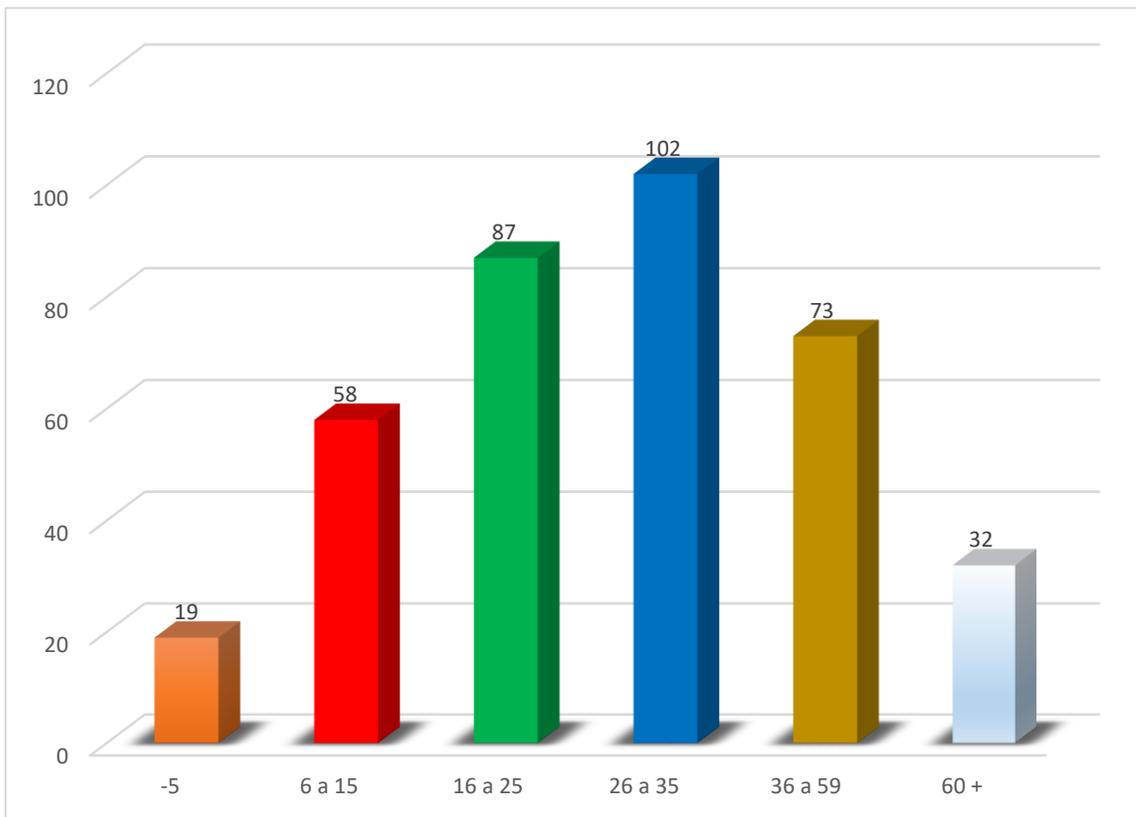


Fuente: Encuesta Socioeconómica

b) Distribución por rango de edades

La distribución de la población por grupo de edades se muestra en el siguiente gráfico 5.1-2, la mayoría de la población oscila entre 26 a 35 años siendo 27.49%, otro de los rangos más altos se encuentra las edades de 16 a 25 años que corresponde al 23.5 %, destacando el 19.7 % de los habitantes son mayores de los 36 años siendo estos familia en primer grado del mayor rango de edades (padres o hermanos), entre 6 y 15 años se refleja el 15.6%, la ancianidad es del 8.6 % y solo un 5.12% son infantes menores a 5 años.

Gráfico 5.1-2. Distribución de la población por rango de edades



Fuente: Encuesta Socioeconómica.

5.1.2. Distribución de la población por escolaridad

La distribución de la población por nivel académico se indica a continuación.

Tabla 5.1-1 Distribución de escolaridad

Educación	Cantidad de personas	Datos porcentuales
Ninguna	15	4%
Pre-escolar	10	3%
Primaria	223	60%
Secundaria	108	29%
Estudios Técnicos	5	1%
Estudios superiores	10	3%
Total	371	100%

Fuente: Encuesta socioeconómica

Con relación a los niveles de analfabetismo, el 4% son de los habitantes de la tercera edad analfabeta o solo saben leer y el 60% tiene estudios pre-escolares, el 29% tienen estudios secundarios o aún se encuentran en estos, los estudios técnicos se encuentran entre el nivel más bajo 1% y los estudios superiores es del 3%, estos datos se encuentran detallados en tabla anterior.

5.1.3. Situación habitacional

La comunidad cuenta con un total de 100 viviendas, para una media de 4 habitantes por vivienda, sin embargo, existen casos a considerarse de viviendas.

En lo que corresponde a su configuración, las viviendas están el 71.43% concentradas en el centro de la comunidad y el 28.57% dispersas.

5.1.4. Situación de la propiedad

El proceso de encuestado evidenció que el 97% de las viviendas son propias como se demuestra en la siguiente tabla.

Tabla 5.1-2 Situación de la propiedad

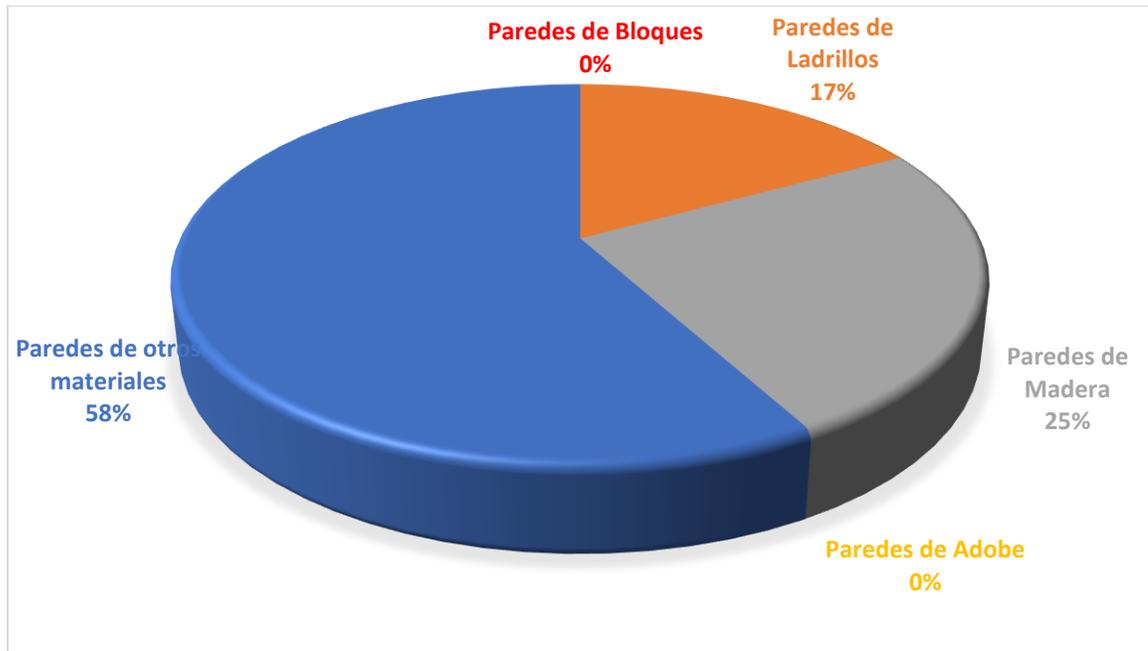
Estado de la propiedad	Cantidad	Resultado porcentual
Propia	97	97%
Prestada	0	0%
Alquilada	3	3%
Total	100	100%

Fuente. Encuesta socioeconómica.

5.1.5. Material de los cerramientos

El tipo de construcción es tradicional, correspondiente al estado de la economía de las familias de la comunidad.

Gráfico 5.1-3 Materiales de los cerramientos



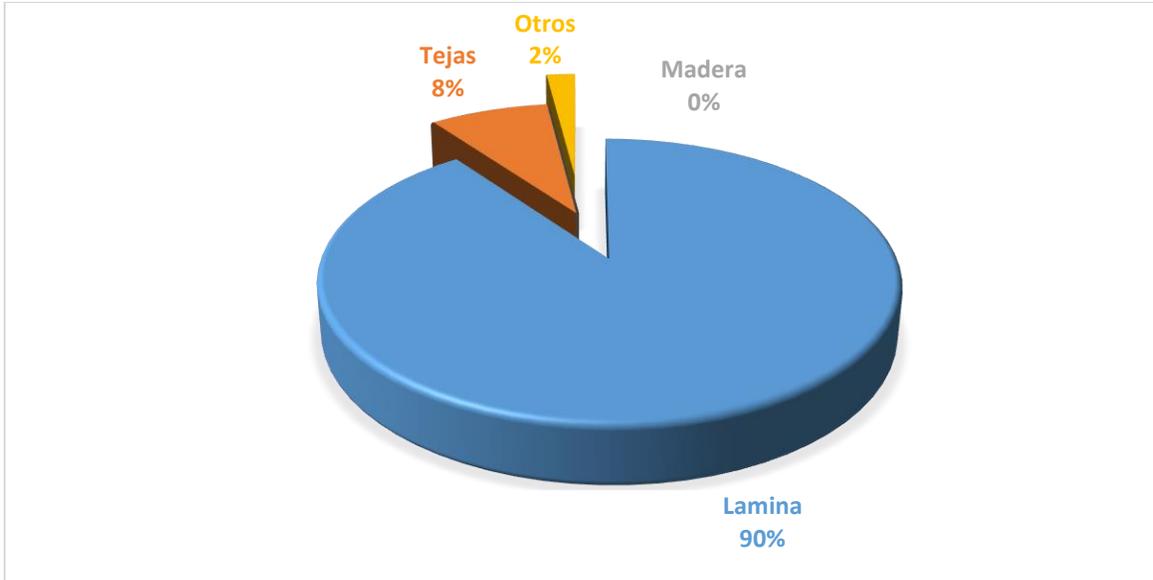
Fuente: Encuesta socioeconómica

Durante la visita de campo se verificó que la gran mayoría de las viviendas fueron edificadas con materiales económicos de construcción, El 58% corresponde a otros materiales como son las láminas de zinc en su mayoría económicas calibre 28 (31 mm de espesor) y de piedra cantera negra, el 0% de viviendas de adobe, pero a diferencia del adobe el 17% de las viviendas son construidas de ladrillo cuarterón (12”), existe un 25% de viviendas construidas de madera y una nulidad del 0% son de bloques.

5.1.6. Material de los techos

La distribución de los diferentes tipos de techos.

Gráfico 5.1-4 Material de techo



Fuente: Encuesta socioeconómica

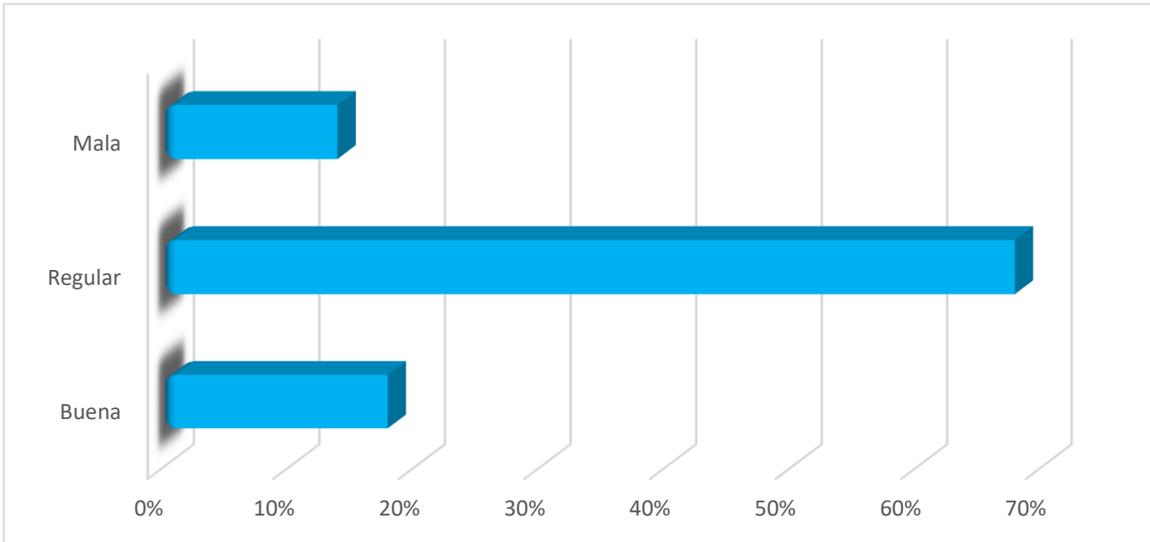
En la comunidad predominan los techos de lámina combinados con estructuras de madera (90%), aunque hay presencia de estructuras tradicionales teja de barro y en pocos casos techos plásticos o combinados

En los últimos años las familias han optado por realizar las mejoras en sus techos, los habitantes con mayores posibilidades económicas combinan las láminas con estructuras metálicas.

5.1.7. Estado general de la vivienda

En cuanto al estado de la vivienda, la mayoría el (68%) se encuentran en condiciones regulares, tomando en consideración de que están construidas las paredes como se muestra en el grafico 5.1.3, el 18% presentan condiciones buenas y un 14% se encuentran en mal estado como se aprecia en el siguiente gráfico.

Gráfico 5.1-5 Estado de las viviendas



Fuente: Encuesta socioeconómica

5.1.8. Situación económica

a) Habitantes con empleo

Según el censo poblacional, de todos los habitantes de la comunidad solamente trabajan 195 personas entre hombre y mujeres, distribuyéndose de la siguiente manera.

Gráfico 5.1-6. Habitantes con empleo



Fuente: encuesta socioeconómica

El 33.33 % de la población entre hombres y mujeres trabajan dentro de la comunidad, mientras que el 66.67 de las personas trabajan fuera de la comunidad.

b) Ocupación

Los datos acerca de la ocupación del miembro de la familia se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 5.1-3 Ocupación poblacional

Ocupación	Cantidad	Resultado porcentual
Estudiante	80	22%
Ama de casa	110	30%
Agricultor	50	13%
Jornalero	60	16%
Guardia de Seguridad	10	3%
Otros	61	16%
Total	371	100%

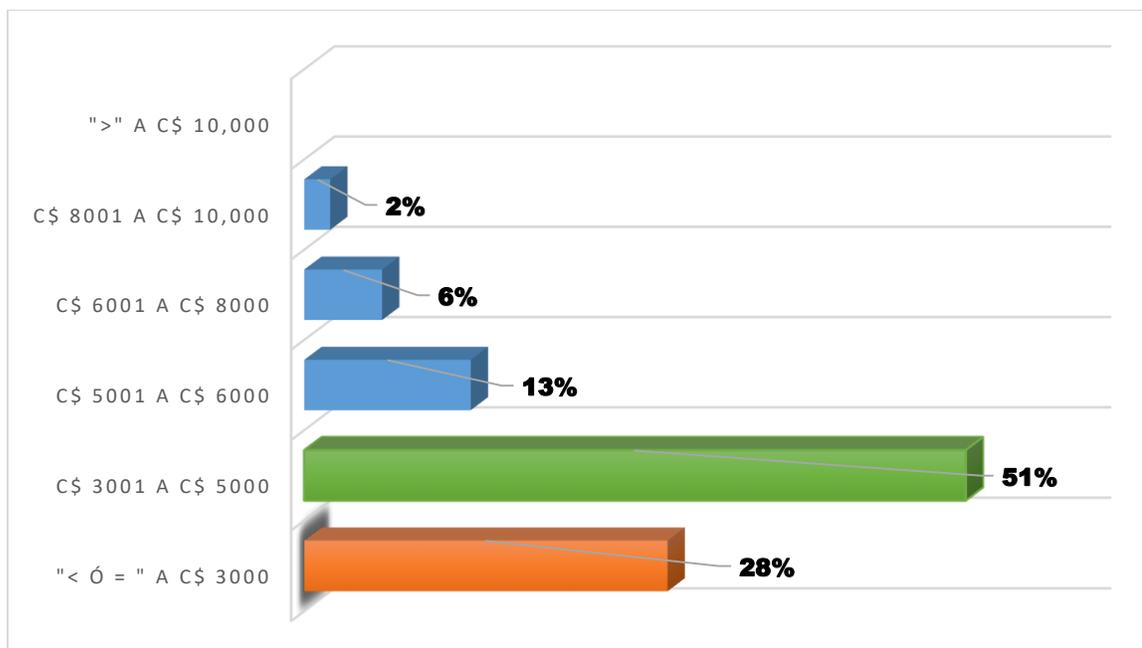
Fuente: Encuesta socioeconómico

Como se puede apreciar la mayoría de la población son amas de casa, las otras porciones significativas son el jornalero y agricultor, en el ámbito de otra ocupación se encuentra la rama de la construcción, empleos domésticos y ayudantes.

c) Ingresos económicos mensual

Con respecto al ingreso económico por vivienda, se obtuvo que el mayor porcentaje encontrado (51%) perciben una entrada económica entre C\$ 3001 a C\$ 5000, el 28% son salarios iguales o menores a C\$ 3000, 13% entre C\$ 5001 a C\$ 6000, 6 % entre C\$ 6001 a C\$ 8000, 2% entre C\$ 8001 a C\$ 10,000, como se representa en el siguiente gráfico de ingresos mensuales.

Gráfico 5.1-7 Ingresos mensuales



Fuente: Encuestas Socioeconómica

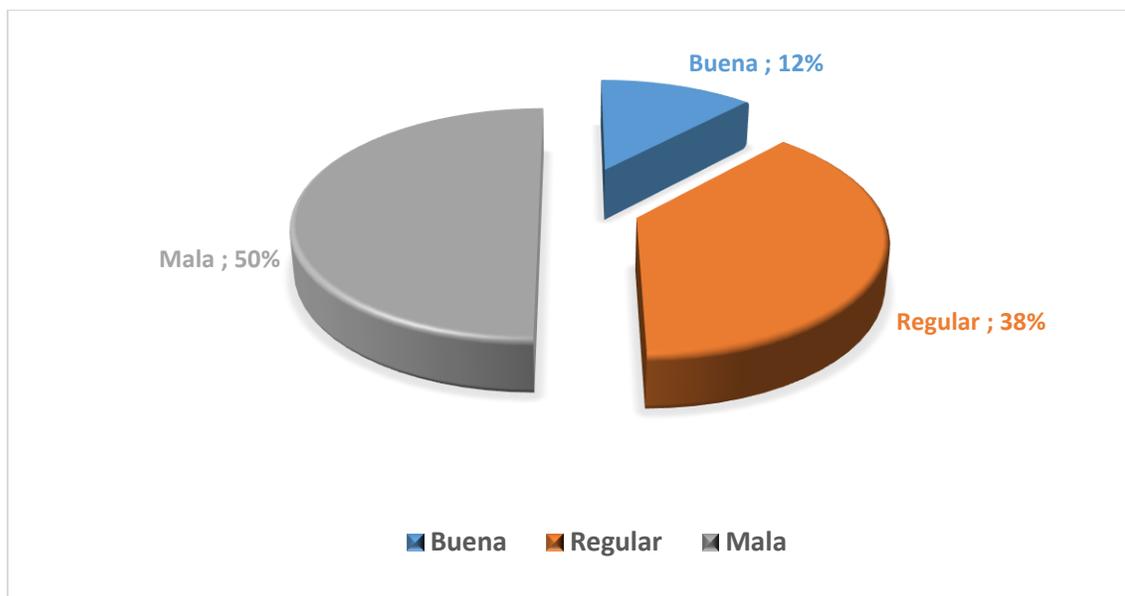
5.1.9. Saneamiento e higiene ambiental de las viviendas

a) Saneamiento

En la comunidad el 100% de los habitantes cuenta con letrinas escavadas a mano, o conocidas como tradicionales.

El estado actual de las letrinas son negativas en las condiciones de la comunidad y en el medio ambiente, estas presentan una construcción básica, el mejor estado son aquellas construidas por esqueletos de maderas recubiertas de láminas lisas o madera en su totalidad, las de regular estado están cubiertas de materiales plásticos, y en las casos más extremas son de varios materiales incluyendo, sacos, trozos de telas entre otros.

Gráfico 5.1.-8 Estado de las letrinas



Fuente: Encuesta socioeconómica

b) Aguas servidas

En la comunidad no hay servicio de alcantarillado sanitario, las aguas servidas provenientes del lavado, baño y cocina son desechadas superficialmente sobre los patios, lugar en donde se pueden estancar en forma de charcas y deterioran el suelo, ocasionando la proliferación de mosquitos y mal olor.

Tabla 5.1-4 Disposición de aguas servidas

La Riegan	La dejan correr	Tienen Zanja de drenaje	Tiene Filtro para drenaje
40%	50%	10%	0
100%			

Fuente: Encuesta socioeconómica

c) Desechos sólidos

No existe un mecanismo de eliminación de desechos, por lo que cada familia se encarga de despejar los desechos de sus viviendas, mediante el proceso encuestado los comunitarios expresaron la necesidad de eliminar la basura, la mayoría de las viviendas expresó que utilizan el método de quemado, esto se

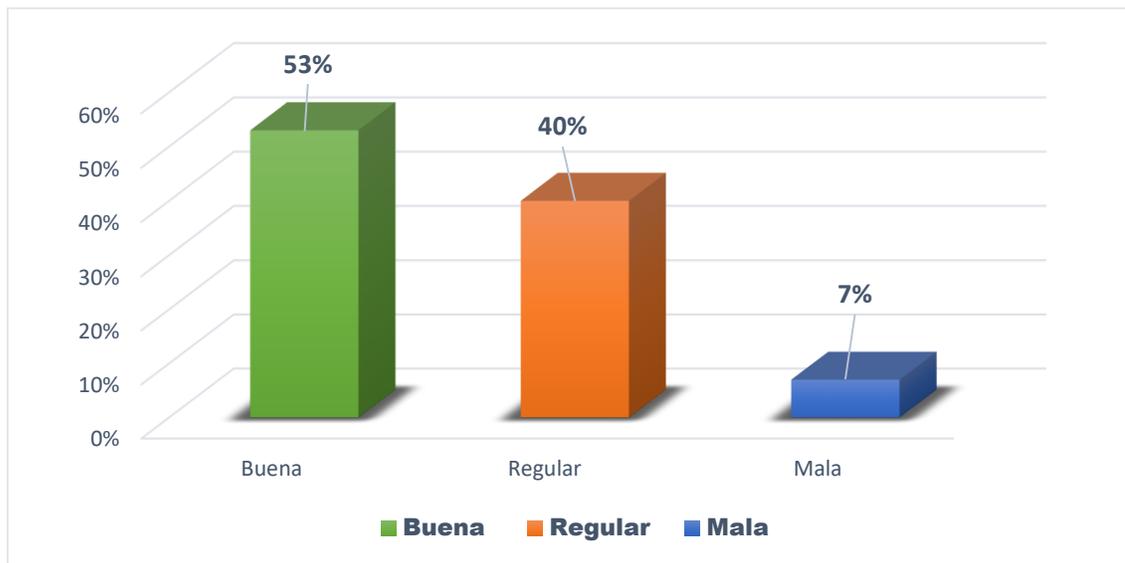
realizó con el fin de adquirir alguna información sobre los hábitos higiene-sanitarios de la población.

5.1.10. Abastecimiento de agua

a) Calidad del agua

Según los datos analizados de la encuesta socioeconómica, la percepción del agua es del 100% carecientes del servicio, y en total les gustaría tener el servicio de agua potable en su hogar, correspondiente a la calidad del agua el 53% de los habitantes opinan que la calidad del agua que consiguen es de buena calidad, 40% opinan que es regular y el 7% se refieren a mala calidad.

Gráfico 5.1-9 Opinión de calidad del agua

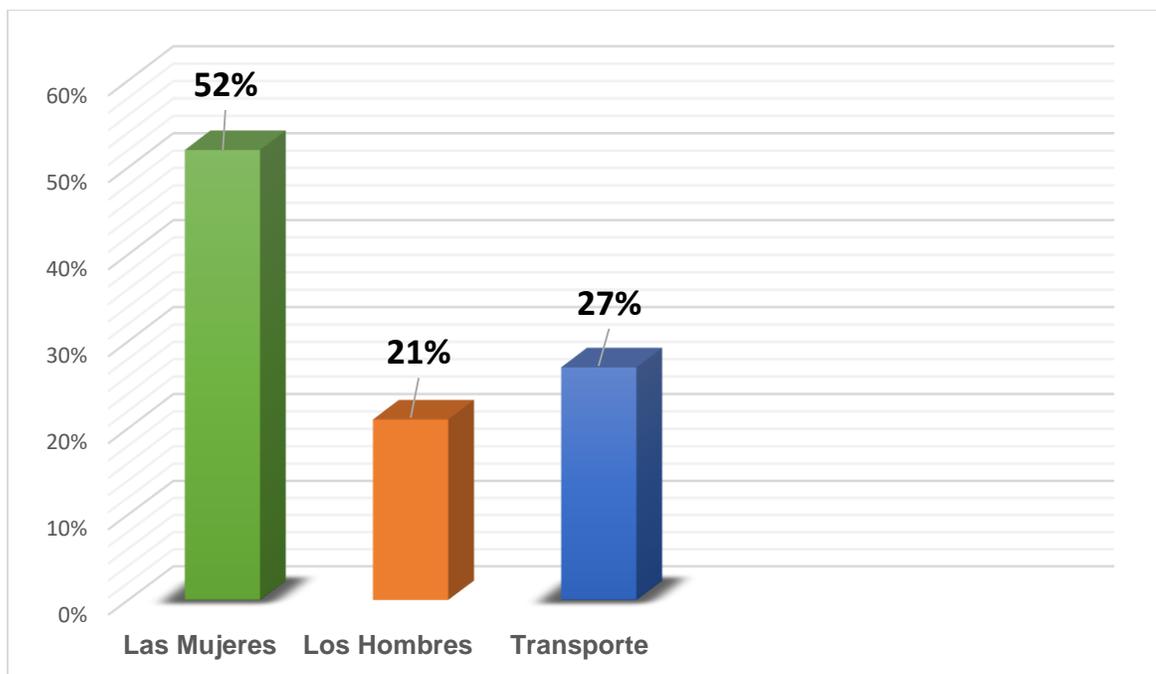


Fuente: Encuesta socioeconómico

b) Acarreo del agua

El 52% de las mujeres son las que acarrear el agua hasta sus hogares, el 21% de los hombres contribuyen en el acarreo y el 27% del agua es acarreada por pipas (líquido que se prioriza para ser consumida).

Gráfico 5.1-10 Acarreo del agua



Fuente: Encuesta socioeconómica

5.1.11. Organización comunitaria

Un 100% de los habitantes están dispuestos(as) a participar como miembro activo de las CAPS, con el fin de ejecutar un proyecto de agua potable.

La participación de las mujeres es igualitaria a la de los hombres en las diferentes organizaciones presentes en la comunidad.

El 82% de los miembros de la comunidad pertenecen a la religión evangélica, siendo esta la única iglesia dentro de la comunidad, mientras que las personas que asisten a la iglesia católica deben de movilizarse a Waswalí arriba, el 18% de las personas no pertenecen a ninguna organización ya sea por la edad, falta de interés y el tiempo.

5.1.12. Disposición y capacidad de pago

Para verificar la capacidad de pago de la población se realizó un análisis de los resultados encuestados, obteniendo datos de la población que el costo del líquido adquirido mediante pipas está en el rango de C\$ 300 a C\$ 500 aunque no todas

las personas adquieren este servicio por el costo del mismo, pero es un indicador positivo para el pago de este servicio y estimado el análisis de entrada económico por familia teniendo una mayoría ente los C\$ 3000 a C\$ 5000 córdobas. (ver gráfico 5.1-7)

El 100 % de los hogares encuestados respondieron estar dispuestos a utilizar el sistema de agua potable y a aportar una cuota mensual para los costos de mantenimiento y operación del sistema de agua potable.

5.2. Levantamiento topográfico

Los resultados del levantamiento topográfico, se obtuvieron las elevaciones del pozo y la diferencia de altura del predio correspondiente a la posible ubicación del tanque de almacenamiento, además se verificó que todas las viviendas de la comunidad se encuentren situadas por debajo de la cota del terreno del tanque.

Se determinó la ubicación del tanque de almacenamiento y la longitud total que tendrá la línea de conducción, (consultar los planos topográficos en el apartado de anexos).

a. Fuente

Se marcó la elevación del terreno y coordenadas del pozo.

b. Predio del tanque

La ubicación del tanque es de vital importancia para el buen funcionamiento del sistema, debe estar lo suficiente elevado sobre la comunidad para lograr la distribución mediante gravedad.

c. Línea de impulsión

Se determinó la ruta más favorable a partir del reconocimiento de campo, se realizó el levantamiento de puntos iniciando en el lugar de captación hasta llegar al sitio de emplazamiento del tanque.

d. Red de distribución

Se identificaron los nodos para el respectivo marcaje de puntos, como se observan los datos reflejados en la siguiente tabla:

Tabla 5.2-1 Elevaciones de tanque y pozo

Descripción	Elevación (msnm)
Tanque de Almacenamiento (BM #01 Esta, 0+000.00)	650.4
Pozo perforado Comunidad Horizonte Azul (Est. 0+323.4037)	631.9
Diferencia Altimétrica	18.4

Fuente: Levantamiento topográfico.

5.3. Estudio de la fuente de abastecimiento

5.3.1. Rendimiento y calidad de la fuente

Se eligió el pozo de la comunidad Horizonte Azul para su respectivo análisis de calidad y rendimiento, principalmente por su cercanía a la población y al lugar propuesto para el tanque de almacenamiento.

Las características técnicas que presenta el pozo, fueron proporcionadas por la alcaldía, se presentan a continuación:

Tipo de pozo:	Nuevo
Profundidad Total:	400 pies (121.92 m)
Diámetro de perforación:	6 Pulgadas
Método de perforación:	Percusión - Rotación
Tipo de ademe:	Tubería PVC, Φ 4" SDR 26
Rejilla:	Ranurada (2 mm)
Piezómetro:	Tubería PVC, Φ $\frac{3}{4}$ " SDR 26

5.3.1.1. Prueba de bombeo

Mediante los resultados obtenidos en la prueba de bombeo realizado por la empresa privada Abacus Drilling, contratada por la alcaldía municipal de

Matagalpa durante el mes de agosto de 2017, no hubo descenso del agua, por lo que se podría explotar el pozo a más de 100 GPM.

Bajo las condiciones establecidas por la empresa en el estudio practicado se determina una limitante del diámetro del revestimiento, únicamente se podría explotar máximo **70 GPM** con un nivel de bombeo a los 200 pies en 2" de tubería de columna singular más el cuerpo de bomba y motor sumergible para una carga total dinámica máxima de 250 pies (**ver anexos**).

Tabla 5.3-1 Prueba de bombeo “Recuperación”

Recuperación					
Tiempo		N. Dinámico	N. Recupt.	Resumen de Aforo de pozo.	
H.inicial	H.final		Recupt.	Recupt	Observaciones/Minutos
5:00					
5:00	5:00	169´	169´	0´	NO HUBO DESCENSO

Fuente: Prueba de bombeo Abacus Drilling

Figura 5.3-1 Pozo que se realizó el ensayo Horizonte Azul



Fuente: Recorrido de campo

5.3.1.2. Análisis de calidad del agua

Los estudios que se muestran en esta sección, realizados al agua del pozo de la comunidad Horizonte Azul, fueron hechos por el laboratorio Químico S.A (LAQUISA).

Determinando los siguientes resultados de los análisis que se contemplan para el líquido, estos serán comparados con los valores establecidos por las normas de calidad del agua para consumo humano, emitidas por el Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centroamérica (CAPRE) conforme a la revisión de 1994 y adoptadas por las Normas técnicas de diseños de abastecimiento de agua potable medio rural NTON 09001-99.

a) Análisis físico - químico

Este análisis se realiza para determinar que el agua esté libre de microorganismos patógenos, de minerales y sustancias orgánicas que puedan producir efectos fisiológicos adversos, los resultados del análisis físicos – químicos se muestran a continuación (**ver anexo análisis del agua**).

Tabla 5.3-1 Parámetros Físico – Químico

Parámetros	Unidad	Valor recomendado	Valor max admisible	Resultado obtenido
Ions de Hidrógeno	PH	6.5 a 8.5		6.8
Cloro residual	mg/l	0.5 a 1.0		----
Cloruros	mg/l	25	250	15.90
Conductividad	us/cm	400		370.7
Dureza	mg/l			251.43
Sulfatos	mg/l	25	250	10.48
Aluminios	mg/l			----
Calcio	mg/l	100		72.45
Cobre	mg/l	1		---
Magnesio	mg/l	30	50	17.11
Sodio	mg/l	25	200	39.52
Potasio	mg/l		10	0.27
Zinc	mg/l		3	----

Fuente: Normas de calidad del agua para consumo humano (CAPRE, 1993)

b) Análisis de sustancias no deseadas

Las mayorías de las sustancias químicas presentes en agua de consumo humano son potencialmente peligrosas para la salud solo después de una exposición prolongada, la excepción principal es el nitrato. Generalmente, los cambios en la calidad de agua se producen de forma progresiva, en altas concentraciones pueden llegar a ocasionar problemas a la salud, en la siguiente tabla se muestran los resultados del análisis para estas sustancias. **(ver anexo)**

Tabla 5.3-2 Parámetros sustancias no deseadas

Parámetros	Unidad	Valor Recomendado	Valor Max Admisible	Resultado Obtenido
Nitrato	mg/l	25	45	17.28
Nitritos	mg/l	0.1	1	0.003
Hierro	mg/l		0.3	0.06
Manganeso	mg/l	0.1		--
Fluoruro	mg/l		0.7	0.25
Sulfuro de Hidrógeno	mg/l		0.05	---

Fuente: Normas de calidad del agua para consumo humano (CAPRE, 1993)

c) Análisis de sustancias tóxicas

Las sustancias químicas que la OMS considera más preocupantes son Amianto, Benceno, cadmio, dioxinas y sustancias similares, exceso inadecuado de flúor, mercurio, plaguicidas altamente peligrosos, plomo entre otras, pero la exposición prolongada al arsénico es muy tóxica en su forma inorgánica a través del consumo de agua y alimentos contaminados pueden causar cáncer y lesiones cutáneas, entre otras enfermedades asociadas, dado que este es un elemento natural de la corteza terrestre, ampliamente distribuido en el medio ambiente se establece como el principal análisis correspondiente. El resultado del análisis se refleja en la siguiente tabla **(ver anexo)**.

Tabla 5.3-4 Parámetros sustancias toxicas

Parámetros	Unidad	Valor máx. admisible	Resultado obtenido
Arsénico	mg/l	0.01	0.009

Fuente: Normas de calidad del agua para consumo humano (CAPRE, 1993)

d) Análisis bacteriológico

El agua que se utiliza para el abastecimiento de una población, para usos básicamente domésticos, debe ser, específicamente un agua exenta de organismo patógenos que evite brotes epidémicos de enfermedades de origen hídrico, para lograr esto se deben identificar los parámetros que causan estas afectaciones al agua (**ver anexo análisis del agua**).

Tabla 5.3-5 Parámetros sustancias toxicas

Parámetros	Unidad	Valor recomendado	Resultados obtenido
Coliformes Totales	UFC/100 ml	Negativo	0
Coliformes Fecales	UFC/100 ml	Negativo	0

Fuente: Normas de calidad del agua para consumo humano (CAPRE, 1993)

5.4. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable

5.4.1. Población proyectada

El sistema de abastecimiento de agua potable tendrá una vida útil de 20 años, a partir del año 2019, para el cálculo de la tasa decrecimiento, se utilizaron los datos de población disponibles en los censos realizados por el INDE para el sector rural de la ciudad de Matagalpa, durante los años 2005 y 2015, los cuales se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 5.4-1 Población del sector rural municipio de Matagalpa

Año	Población (Hab.)
2005	53,188.00
2015	68,085.14

Fuente: Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE)

Al aplicar la ecuación 1 de la sección 4.5, para el periodo de diez años comprendido entre los datos poblaciones, se obtuvo una tasa de crecimiento de 1.69 %.

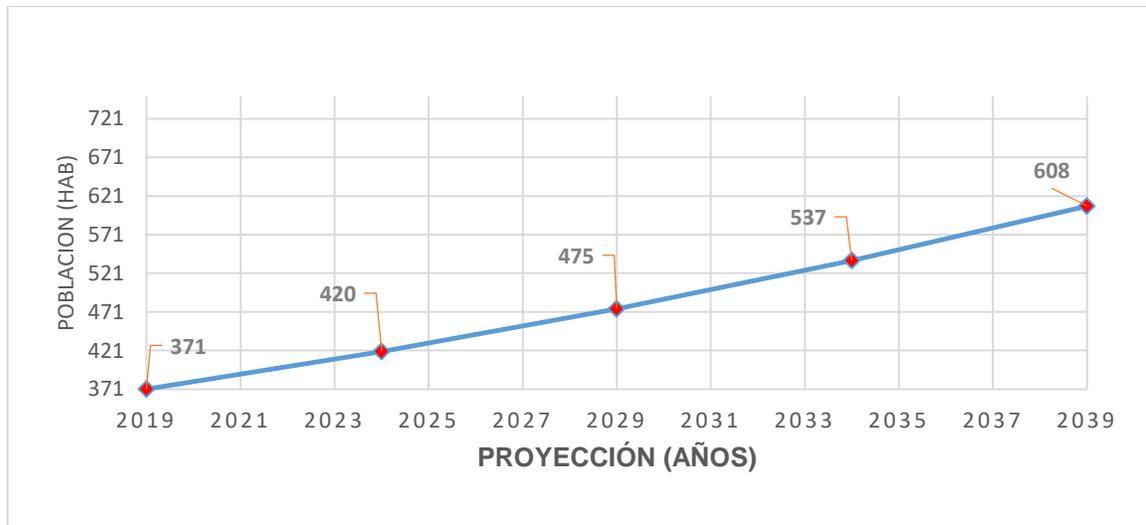
Según las normas del INAA para la tasa de crecimiento geométrico:

- 1) Ninguna de las localidades tendrá una tasa de crecimiento urbano mayor del 4%.
- 2) Ninguna de las localidades tendrá una tasa de crecimiento urbano menor del 2.5% (NTON 09001-99, pág. 8)

Por lo tanto, para la proyección de la población se adoptó la tasa indicada por el INAA para el caso número 2, la cual se especifica en el 2.5% de crecimiento poblacional.

Como resultado de emplear la ecuación 1 de la sección 4.5, correspondiente al método geométrico, para una población base determinada durante el estudio socioeconómico, de 371 habitantes, y un período de diseño de 20 años, se obtuvieron los valores proyectados del crecimiento poblacional, presentados en el siguiente gráfico.

Gráfico 5.4-1 Crecimiento poblacional



Fuente: Elaboración propia

5.4.2. Proyección de consumo

Los consumos proyectados se reflejan en la tabla 5.4-2, con una dotación para medios rurales según el INAA de 60 litros por persona por día (lppd), considerando

para los consumos públicos las recomendaciones de la NTON los cuales deben ser entre 30 y 40 lppd, como se demuestra en la siguiente tabla:

Tabla 5.4-2: Consumos proyectado a 20 años de diseño.

Período	Año	Población Proyectada	Consumo Doméstico (CD)	Consumo Público (CP)	Consumo Promedio Diario (CPD)	
		Hab.	lpd	lpd	lpd	l/s
0	2019	371	22260	1740.00	24000.0	0.28
1	2020	380	22817	1783.50	24600.0	0.28
2	2021	390	23387	1828.09	25215.0	0.29
3	2022	400	23972	1873.79	25845.4	0.30
4	2023	410	24571	1920.63	26491.5	0.31
5	2024	420	25185	1968.65	27153.8	0.31
6	2025	430	25815	2017.87	27832.6	0.32
7	2026	441	26460	2068.31	28528.5	0.33
8	2027	452	27122	2120.02	29241.7	0.34
9	2028	463	27800	2173.02	29972.7	0.35
10	2029	475	28495	2227.35	30722.0	0.36
11	2030	487	29207	2283.03	31490.1	0.36
12	2031	499	29937	2340.11	32277.3	0.37
13	2032	511	30686	2398.61	33084.3	0.38
14	2033	524	31453	2458.57	33911.4	0.39
15	2034	537	32239	2520.04	34759.2	0.40
16	2035	551	33045	2583.04	35628.1	0.41
17	2036	565	33871	2647.62	36518.8	0.42
18	2037	579	34718	2713.81	37431.8	0.43
19	2038	593	35586	2781.65	38367.6	0.44
20	2039	608	36476	2851.19	39326.8	0.46

Fuente: Elaboración Propia

De igual manera se calcularon los consumos promedios diarios y máximos horarios, también un 20% del Consumo Promedio Diario (CPD), como el total de las pérdidas de agua en el sistema como se demuestra a continuación:

Tabla 5.4-3. Consumos promedios diario y consumo máximo horario

Período	Año	Población Proyectada	CPD + (Pérdidas)		Caudal Máximo Día (CMD)		Caudal Máximo Hora (CMH)	
		Hab.	lpd	l/s	l/s	Gal/min	l/s	Gal/min
0	2019	371	28800.00	0.33	0.50	7.93	0.83	13.21
1	2020	380	29520.00	0.34	0.51	8.12	0.85	13.54
2	2021	390	30258.00	0.35	0.53	8.33	0.88	13.88
3	2022	400	31014.45	0.36	0.54	8.54	0.90	14.23
4	2023	410	31789.81	0.37	0.55	8.75	0.92	14.58
5	2024	420	32584.56	0.38	0.57	8.97	0.94	14.95
6	2025	430	33399.17	0.39	0.58	9.19	0.97	15.32
7	2026	441	34234.15	0.40	0.59	9.42	0.99	15.70
8	2027	452	35090.00	0.41	0.61	9.66	1.02	16.10
9	2028	463	35967.25	0.42	0.62	9.90	1.04	16.50
10	2029	475	36866.43	0.43	0.64	10.15	1.07	16.91
11	2030	487	37788.10	0.44	0.66	10.40	1.09	17.33
12	2031	499	38732.80	0.45	0.67	10.66	1.12	17.77
13	2032	511	39701.12	0.46	0.69	10.93	1.15	18.21
14	2033	524	40693.65	0.47	0.71	11.20	1.18	18.67
15	2034	537	41710.99	0.48	0.72	11.48	1.21	19.13
16	2035	551	42753.76	0.49	0.74	11.77	1.24	19.61
17	2036	565	43822.61	0.51	0.76	12.06	1.27	20.10
18	2037	579	44918.17	0.52	0.78	12.36	1.30	20.60
19	2038	593	46041.13	0.53	0.80	12.67	1.33	21.12
20	2039	608	47192.15	0.55	0.82	12.99	1.37	21.65

Fuente: Elaboración Propia

Como se observa, al final del período, el valor del caudal máximo Diario (CMD) resulta ser de 12.99 gal/min, equivalente a 1.5 veces el consumo promedio diario (CPD), incluyendo las pérdidas, de acuerdo a las especificaciones encontrada en la NTON 09001-99, sección 5.3.3 inciso c, se demuestra el cumplimiento para el caudal máximo proyectado en la siguiente tabla.

Tabla 5.4-4 Resultado de caudales obtenidos

Caudal máximo diario	Caudal obtenido en pruebas
CMD gal/min	CMD gal/min
12.99	70

Fuente: Elaboración Propia

Se denota en la tabla anterior los datos proyectados, el caudal obtenido en la prueba de bombeo realizada al pozo por la empresa abucus drilling, en él no se reflejó abatimiento sobre el nivel del agua con un bombeo de 70 gal/min teniendo un margen de seguridad del 81.44% sobre éste, como referencia a estos datos se puede explotar el pozo para la proyección establecida.

5.4.3. Hidráulica del acueducto

En el descrito sistema propuesto (MABE), conformidad típica Fuente – tanque - red, esta condición consiste que la red demandará del tanque el consumo máximo o el criterio de máxima demanda, correspondiendo a este planteamiento se obtienen los siguientes resultados para cada determinado elemento que constituye el sistema.

Se deberán considerar las soluciones más económicas en cuanto a la distribución, se requiere hacer los análisis que garanticen un servicio a presión, eficiente y continuo.

5.4.3.1. Línea de impulsión

La línea de impulsión y red de distribución, junto con la fuente, forman la parte más importante del sistema de abastecimiento de agua, ya que por su medio el agua puede llegar hasta los usuarios (NTON 09001-99).

a) Características

La línea de conducción tiene una longitud de **323.4 metros lineales** representando la distancia desde la fuente de abastecimiento hasta el sitio propuesto para el tanque de almacenamiento determinado en el análisis realizado

en el levantamiento topográfico que detalla la configuración del trazo de la tubería de impulsión atravesando la avenida principal de la comunidad.

El diseño de la línea de impulsión por bombeo, se hará uso de fuente externa de energía con el fin de alcanzar ciertos criterios establecidos por NTON 09001-99 para líneas de conducción por bombeo como son:

- 1- Obtener la altura requerida.
- 2- Vencer la carga estática.
- 3- Vencer las pérdidas dadas por fricción originadas por el conducto.

Se diseñó en base al consumo máximo día (CMD), equivalente a 12.99 gal/min, determinado el tiempo de bombeo correspondiente a 12 horas el caudal es de 25.98 gal/min (1.63 l/s). según los criterios establecidos por el INAA para un periodo de 12 a 16 horas de bombeo recomendados.

b) El diámetro de la línea de impulsión (más económico), obtenido por la fórmula similar a la Bresse.

El diámetro obtenido fue 36.8 mm (ecuación 10), correspondiente al diámetro comercial de 1 ½" pulgada.

Tabla 5.4-5 Comparativa de diámetros para línea de conducción

Diámetro ø Nominal		Pérdidas	Velocidades	Cantidad de tubería	Precio (Durman SDR26)	Costo Total
Pulg	mm	m	m/s	Und	Córdobas	Córdobas
1 1/2	38.1	8.892	1.445	54	290.00	15,631.18
2	50.8	3.015	0.835	54	350.00	18,865.22

Fuente: Elaboración Propia (Precios Matagalpa Durman Esquivel "Elvis López" 2019)

Como se representa en la tabla anterior se realizó un análisis económico correspondiente al diámetro el cual se calculó mediante la ecuación (10), éste se validó según las pérdidas y velocidades normadas por la NTON 09001-99.

El diámetro de 50.8 mm (2 Pulg) presenta perdidas menores en semejanza con el de 38.1 mm, se demuestra que la velocidad del diámetro de 50.8 mm cumple con los rangos establecidos.

Rango de velocidades: $0.6 \frac{m}{s} < V < 1.5 \frac{m}{s}$

Como se demuestra en el anterior resumen el diámetro con más factibilidad es el de 50.8 mm, siendo mínima la diferencia de costos con el de 38.1 mm y por el cumplimiento de los rangos en las velocidades.

c) Columna de bombeo

A continuación, se resumen las características de la columna de bombeo incluyendo la línea de impulsión y la sarta.

Tabla 5.4.6 Línea de conducción

tubería de Línea de Conducción	∅ Nominal (mm)	Material	Longitud (m)	Pérdidas de carga por longitud de tubería	
Columna de impulsión	50.00	HG	57.51	1.079	1.88%
Sarta en la línea de Impulsión	50.00	HG	4	0.075	1.88%
Línea de Conducción	50.00	PVC	323.4	3.015	0.93%
ΣH_f				4.168	

Fuente: Elaboración propia

La longitud de la columna de bombeo estuvo en dependencia de análisis recolectado por Abacus Drilling, que refleja el nivel dinámico del pozo el cual es de 169 ft, adicionando según las normas 6 metros de sumergencia, con el fin mejorar y optimizar el funcionamiento adecuado del dispositivo con una equivalencia de 57.5m.

El equipamiento de la sarta está definido por las recomendaciones de la NTON 09001-99 con los siguientes elementos:

- a) Válvula de aire
- b) Medidor Maestro
- c) Manómetro con llave de chorro 1/2"
- d) Derivación descarga para prueba de bombeo y limpieza de la sarta
- e) Unión flexible para efecto de mantenimiento, las tuberías deben anclarse adecuadamente y determinar las fuerzas que actúan en los atraques para obtener un buen diseño.

5.4.3.1.2. Golpe de ariete

Considerando una línea de impulsión de PVC SDR-26 – 50 mm (2 Pulg), el espesor de la tubería es de 2.31 mm, se establece la condición más crítica, ya sea por el cierre rápido, por el paro instantáneo del equipo de bombeo instalado al inicio de la conducción, ocasionando energía cinética a energía de presión, provocando sobrepresión en la tubería y accesorio como consecuencia una avería potencial en el sistema.

Con el fin de determinar el golpe de ariete en la línea de impulsión se requiere identificar ciertos parámetros que condicionan la línea como:

- a) El periodo de propagación de la onda de presión.
- b) Tiempo de parada del agua.
- c) La longitud crítica de la instalación.

En el siguiente resumen se demuestra el resultado de los cálculos de estos parámetros necesarios que caracteriza la línea de conducción.

Tabla 5.4-7 Datos para cálculo del golpe de ariete

Resumen "Línea de Conducción de 50 mm"		
Descripción de los elementos	Unidad	Valor
Diámetro Exterior	mm	60.32
Espesor de la tubería SDR-26 (50 mm)	mm	2.31
Longitud total	m	384.91
Altura Geométrica	m	77.95
Perdidas Lineales	m	4.168
Perdidas Locales	m	1.09
Altura Manométrica	m	83.21
Velocidad	m/s	0.8345
Pendiente Hidráulica	%	24.44
Coeficiente G para PVC	Adimensional.	33.33
Coeficiente C	Adimensional.	1
Coeficiente K	Adimensional.	1.5
Aceleración Gravitatoria	m/s ²	9.81
Altura de descargar de tanque	m	2

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al análisis obtenido determinamos la siguiente tabla de parámetros, siguiendo la secuencia de las ecuaciones establecidas en la sección 3.5.6.9, determinadas según la tabla 5.4-7.

Tabla 5.4-8 Criterios del golpe de ariete

Parámetros		
Descripción	Valor	Unidad
Velocidad de propagación de la onda de presión (a)	339.174	m/s
Periodo de propagación de la onda de presión (2L/a)	2.270	s
Tiempo de parada del agua (T)	1.496	s
Longitud Crítica de la instalación (Lc)	253.746	m

Fuete: Elaboración propia.

Según los parámetros obtenidos, se concluye que la longitud de conducción (L) es mayor que la longitud crítica (Lc), el tiempo de parada es menor que el periodo de propagación de la onda de presión, por lo cual determinamos que $L > Lc \Rightarrow T < 2L/a$ corresponde a una maniobra de cierre rápido o instalación larga, por tanto, se aplica la fórmula de Allievi.

La configuración de la fórmula de Allievi ubica la presión máxima en algún punto a lo largo de la línea de conducción fuera del tramo de la instalación incluida en la longitud crítica.

El resultado obtenido como sobrepresión ejercida por una columna de agua pura de un metro de altura sobre la gravedad (ΔH) de **28.854 m.c.a** adicionándole la diferencia altimétrica entre el pozo y el tanque de almacenamiento incluyendo la altura de descargar definida como la carga estática (20.24 m), da como resultado una presión total de **49.29 m.c.a**, utilizando un factor de conversión m.c.a =1.422 PSI, obtenemos su equivalencia **70.10 PSI**, estableciendo esta como la presión máxima experimentada por la línea de conducción en la parte baja.

La tubería propuesta en la línea de conducción presenta un diámetro de 2 pulgadas con un tipo específico PVC SDR-26 según las normas de referencia ASTM D 2241 como se presenta en la tabla 4.5-4 la presión máxima de tuberías se concluye, que ofrece una presión nominal de 160 PSI, estaría solicitada en un 43.8% de su capacidad total, durante el fenómeno de golpe de ariete, es factible la utilidad de esta clase de tubería en la línea de impulsión.

5.4.3.2. Diseño del equipo de bombeo

5.4.3.2.1. Potencia requerida

El consumo del máximo día (CMD) establecido para un periodo de bombeo de 12 horas se establece como base para el diseño.

Las condiciones están estipuladas en la ecuación 13 y 14, se tiene que considerar como norma emplear un factor de 1.15 para calcular los HP del motor base según como lo estipula NTON 09001-99 sección 6.5.

Los resúmenes de los datos requeridos para determinar la potencia de la bomba se estipulan a continuación.

Tabla 5.4-9 – Datos requerido para la determinación de potencia

Descripción	U/m	Valor
Caudal de Bombeo (CMD)	m ³ /s	0.001639
Altura de Columna de impulsión	m	57.5112
Diferencia de altura Pozo-tanque	m	18.44
Altura de descarga en el tanque	m	2
Perdidas 1 por longitud de tubería de conducción	m	4.17
Perdidas 2 por accesorios locales en la conducción	m	1.09
Perdidas 3 Factor mecánico "normado"	Adm.	1.15
Peso específico del agua	N/m ³	9800
Eficiencia de la bomba	Adm.	0.7

Fuente: Elaboración propia

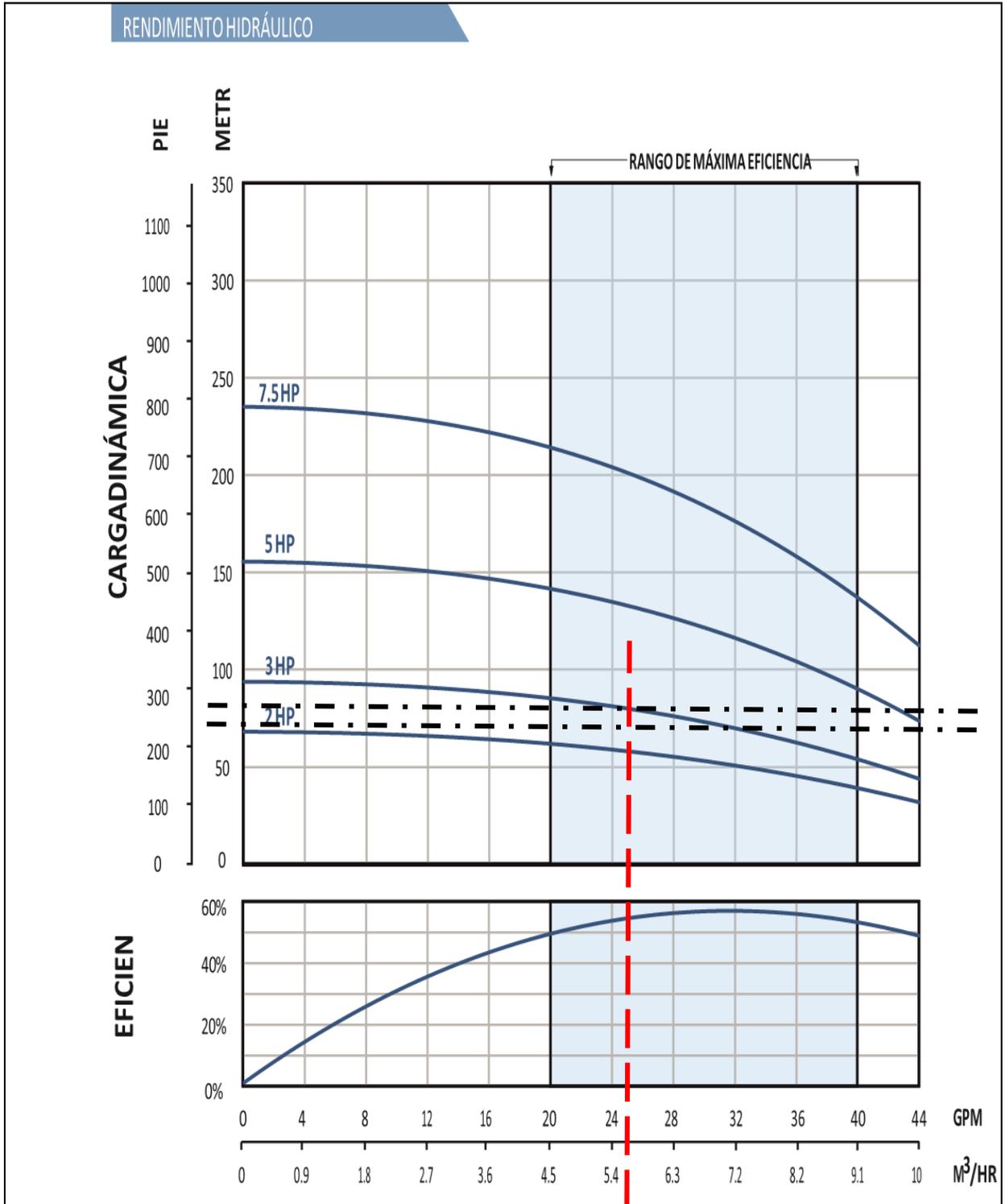
Se estipuló que la eficiencia de la **bomba fue de 70%**, en base a estas condiciones el resultado **de la ecuación 12**, carga total dinámica (CDT) de 83.21 m, con esto se obtuvieron todas las variables correspondientes a la ecuación 13, se obtiene que la potencia requerida por el motor de **bombeo es 2.944 Hp**, dada la singularidad del dato no se encuentra disponible esta potencia en el mercado, por lo tanto, el valor más aceptable comercialmente es de 3 Hp.

5.4.3.2.2. Equipo de bombeo seleccionado

Para la selección del equipo de bombeo se utilizó el catálogo Durman FT Sistemas de Bombeo 2018, apartado bombas sumergibles FPS Serie TPI para pozos, de construcción de acero inoxidable, los cuales son accionados por motores Franklin Electric, de acuerdo con el caudal de **bombeo de 0.0016 m³/s equivalente a 25.98 gal/min**, una Carga Dinámica Total **de 83.21** optando por el modelo **35TPI354-PE** con el código 9023604 siendo este el que mejor se adaptó a las condiciones establecidas por los cálculos de caudal y carga dinámica indicados anteriormente.

En la siguiente ilustración se muestra la curva de rendimiento del modelo seleccionado, así como el punto de operación de la bomba, de acuerdo con las características de la instalación.

Gráfico 5.4-1 Curva característica de bombas TPI Franklin Electric



Fuente: Catalogo TPI Franklin Electric

Caracterización del equipo de bombeo

- Modelo: 35TPI354-PE
- Potencia: 3 HP
- Motor: Franklin Electric
- Diámetro del Equipo: 4 Pulg
- Diámetro de descarga: 2 pul (NPT)
- Material: Acero Inoxidable

5.4.3.3. Diseño del tanque de almacenamiento

Este está localizado según como lo establece la norma NTON 09001-99 sección 8.3, en una zona próxima a la población y tomándose en cuenta la topografía de la comunidad y la disponibilidad de los habitantes para la donación del terreno, se seleccionó el sitio más adecuado para la ubicación del tanque de almacenamiento.

La configuración propuesta para el tanque, es mampostería de concreto ciclópeo, debido que los comunitarios trabajan en las orillas de una ramificación del río Grande de Matagalpa por lo cual su extracción es sencilla.

La capacidad del tanque se ha calculado de acuerdo a eventualidad en caso de emergencia tomando en consideración el volumen compensador, incluyendo las pérdidas de agua en el sistema que equivale al 35% del Consumo Promedio Diario (CTD), como se presentan en el siguiente resumen.

Tabla 5.4-10 Capacidad del tanque de almacenamiento

Consumo Diario Total			
Unidad de medidas	Lt	Gal	m³
Valor	47,192.05	178,622.30	47.19
Capacidad de Almacenamiento	35%		
Valor Almacenado	16,517.25	62,517.81	16.52

Fuente: Elaboración propia

El volumen requerido es 16.52 m³, por tanto, las especificaciones internas determinadas mediante la sección cuadrada resultante de 9.2 m² de base, equivalente a 3.03 m lineales por cada sección, y una altura de 2.3 m donde está compuesta por 0.2 m de cimentador, 1.8 m almacenamiento y rebose 30 cm de borde libre cumpliendo con las normativas que establece que la altura no debe superar los 2.5 m para el tipo de material propuesto.

Para completar la construcción del tanque de almacenamiento se consideraron todas las obras complementarias para la mejor funcionalidad y operación de este como: Compuerta metálica para el acceso interno, peldaños de acceso, respiradero, rebose y limpieza entre otras (consultar planos apartado planos).

5.4.3.4. Análisis hidráulico de la red distribución

La simulación del sistema se realizó con el software EPANET, considerando los siguientes datos:

Tabla 5.4-11. Red de distribución

Red de Distribución "Comunidad Horizonte Azul"	
Descripción	Especificación
Tipo de Ramal	Abierto
Longitud Total	1353.7
Tipo de Tubería	PVC-SDR26

Fuente: Elaboración propia

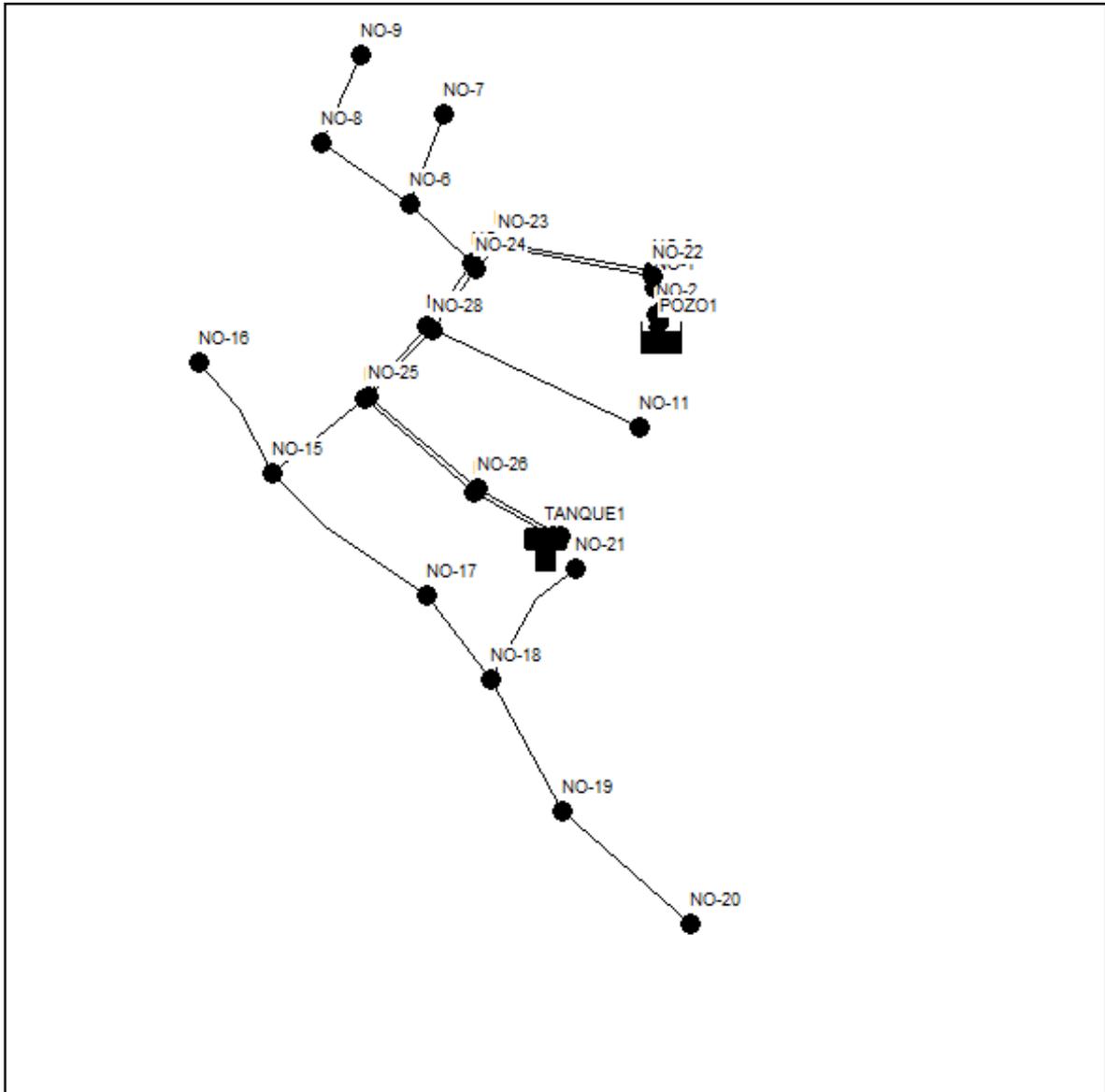
Se consideraron dos condiciones de trabajo:

- a) Tanque lleno y consumo cero: Simula un sistema sin demanda (horas de la madrugada), cuando se presenta las mayores presiones.
- b) Tanque lleno y CMH: Para simular una condición de trabajo exigente, pero con el tanque funcionando a capacidad.

El modelo hidráulico presenta un diámetro propuesto de la tubería de la red de 50 mm (2 pulgadas) de acuerdo a las recomendaciones del INAA y una configuración de 19 tramos de tubería y 19 nodos, el esquema de la red y línea de conducción,

se muestra en la figura 5.4-1, para más detalles consultar planos constructivos en el apartado de anexos.

Figura 5.4-1 Esquema de la red de distribución y línea de conducción



Fuente: Elaboración propia

5.4.3.4.1. Distribución de consumos

EL CMH equivalente a 1.37, en los distintos puntos de la red, se realizó un estimado de la demanda base equivalente a 0.0137 l/s. De acuerdo a esta estimación se establecieron la demanda concentrada en lo nodos de la red, definidos también por la ubicación de la vivienda, conforme a lo que recomienda la NTON 09003 -99, en su sección 7.7.4 que establece un margen de 200 a 300 metros de distancia,

Los caudales nodales se indican a continuación.

Tabla 5.4.12 Demanda nodales

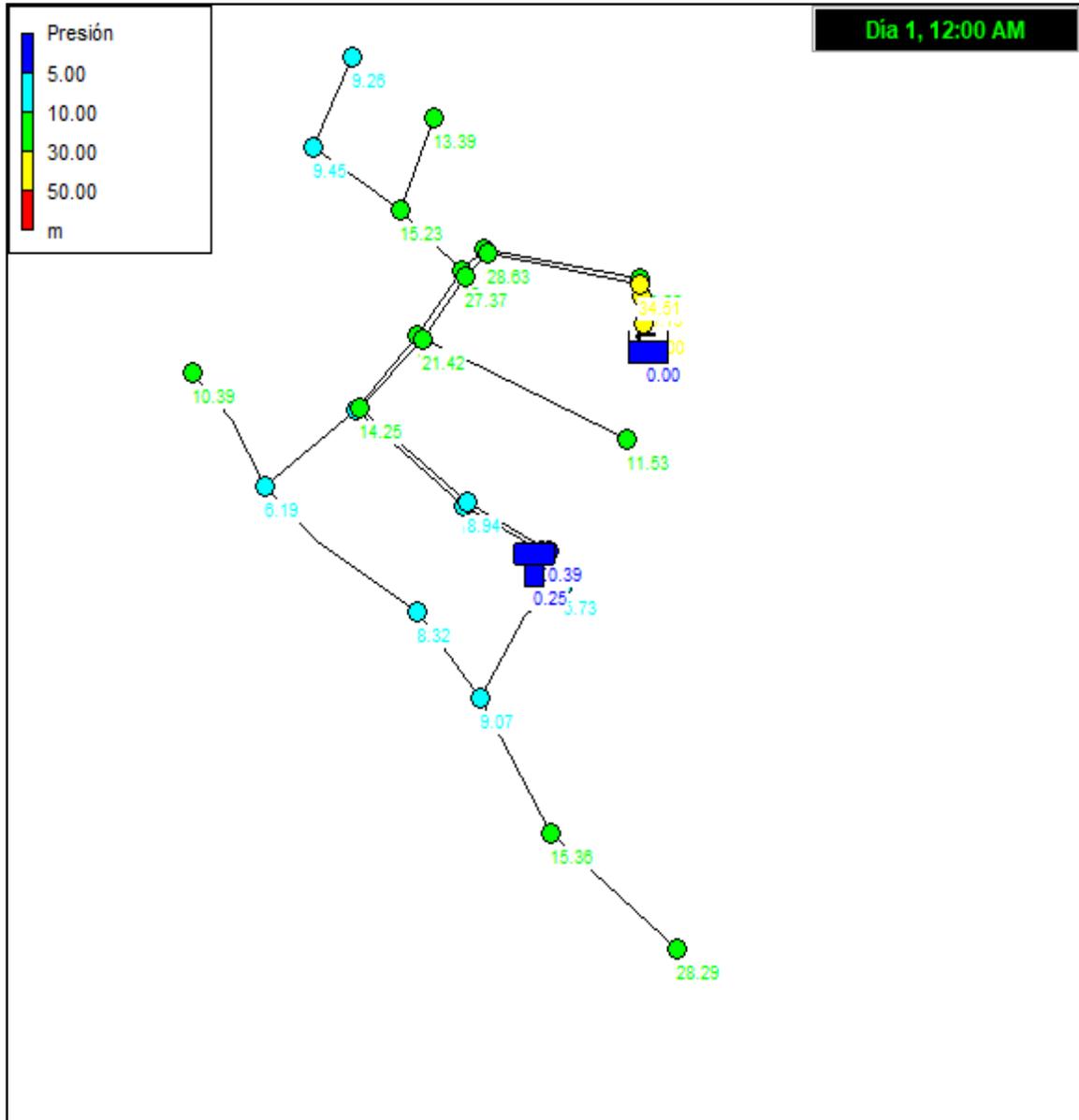
ID Nodo	Cota	Demanda Nodal
	msnm	l/s
Conexión N.1	632.146	0.260
Conexión N.2	634.307	0.000
Conexión N.3	634.827	0.000
Conexión N.4	635.163	0.000
Conexión N.5	637.006	0.050
Conexión N.6	640.945	0.000
Conexión N.7	641.134	0.150
Conexión N.8	638.549	0.200
Conexión N.9	638.865	0.110
Conexión N.10	642.988	0.000
Conexión N.11	644.043	0.000
Conexión N.12	650.141	0.000
Conexión N.13	644.205	0.000
Conexión N.14	640	0.260
Conexión N.15	642.072	0.000
Conexión N.16	641.324	0.160
Conexión N.17	635.03	0.000
Conexión N.18	622.1	0.100
Conexión N.19	644.66	0.080
$\Sigma(CMH)$		1.370

Fuente: Análisis en EPANET 2.0

5.4.3.4.2. Análisis de Presiones

a) Tanque lleno Cero demanda

Figura 5.4-2 Presiones en la red de distribución condición cero demanda



Fuente: Análisis en EPANET 2.0.

Las condiciones que se presentan en los nodos de la red se encuentran dentro de los límites que se establecen por el INAA; los cuales son entre 5 y 50 metros sobre columna de agua (m.c.a.), en la siguiente tabla se detallan cada una de ellas según su nodo establecido.

Tabla 5.4.13 Presiones máximas

ID Nodo	Cota	Demanda Nodal	Presión
	msnm	l/s	m.c.a
Conexión N.1	642.988	0.000	20.00
Conexión N.2	638.549	0.000	17.83
Conexión N.3	634.827	0.000	17.31
Conexión N.4	634.307	0.000	16.98
Conexión N.5	631.935	0.000	15.14
Conexión N.6	635.163	0.000	11.20
Conexión N.7	640.945	0.000	11.01
Conexión N.8	641.134	0.000	13.59
Conexión N.9	637.006	0.000	13.28
Conexión N.10	638.865	0.000	9.15
Conexión N.11	644.205	0.000	8.10
Conexión N.12	640.117	0.000	8.00
Conexión N.13	640	0.000	7.94
Conexión N.14	643.995	0.000	12.14
Conexión N.15	642.072	0.000	10.07
Conexión N.16	641.329	0.000	10.82
Conexión N.17	635.03	0.000	17.11
Conexión N.18	622.122	0.000	30.04
Conexión N.19	644.666	0.000	7.48
Deposito 1	650.141	0.000	2.00

Fuente: Análisis en EPANET 2.0

b) Tanque lleno y CMH

Bajo esta condición, las presiones que se obtuvieron fueron menores, sin embargo, siguen estando en los rangos permisibles recomendados.

El punto el cual presenta menor presión es de 6.16 m.c.a. (Conexión N.13) de presión residual, por lo cual se concluye que aun con un nivel bajo en el tanque las presiones se mantendrían en el rango establecido.

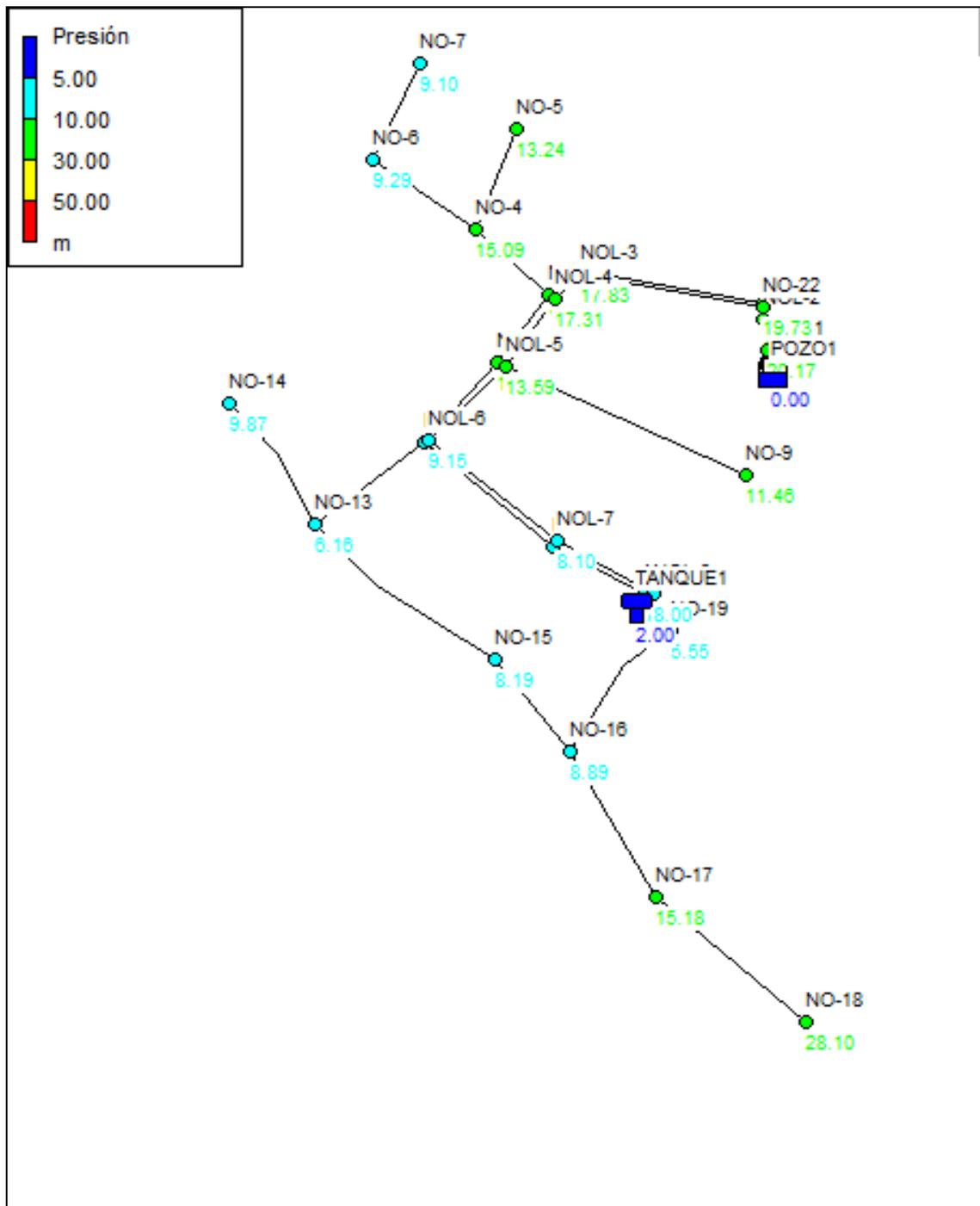
Las presiones residuales para la condición tanque lleno y CMH se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 5.4.14 Presiones en la red con tanque lleno y CMH

ID Nodo	Cota	Demanda Nodal	Presión
	msnm	l/s	m.c.a
Conexión N.1	632.146	0.26	18.07
Conexión N.2	634.307	0.00	15.95
Conexión N.3	634.827	0.00	15.44
Conexión N.4	635.163	0.00	15.09
Conexión N.5	637.006	0.05	13.24
Conexión N.6	640.945	0.00	9.29
Conexión N.7	641.134	0.15	9.10
Conexión N.8	638.549	0.20	11.79
Conexión N.9	638.865	0.11	11.46
Conexión N.10	642.988	0.00	7.57
Conexión N.11	644.043	0.0	7.50
Conexión N.12	650.141	0.00	7.97
Conexión N.13	644.205	0.00	6.16
Conexión N.14	640	0.26	9.87
Conexión N.15	642.072	0.00	8.19
Conexión N.16	641.324	0.16	8.89
Conexión N.17	635.03	0.00	15.18
Conexión N.18	622.1	0.10	28.10
Conexión N.19	644.66	0.08	5.55
Deposito 1	650.141	-1.37	2.00

Fuente: Análisis en EPANET 2.0

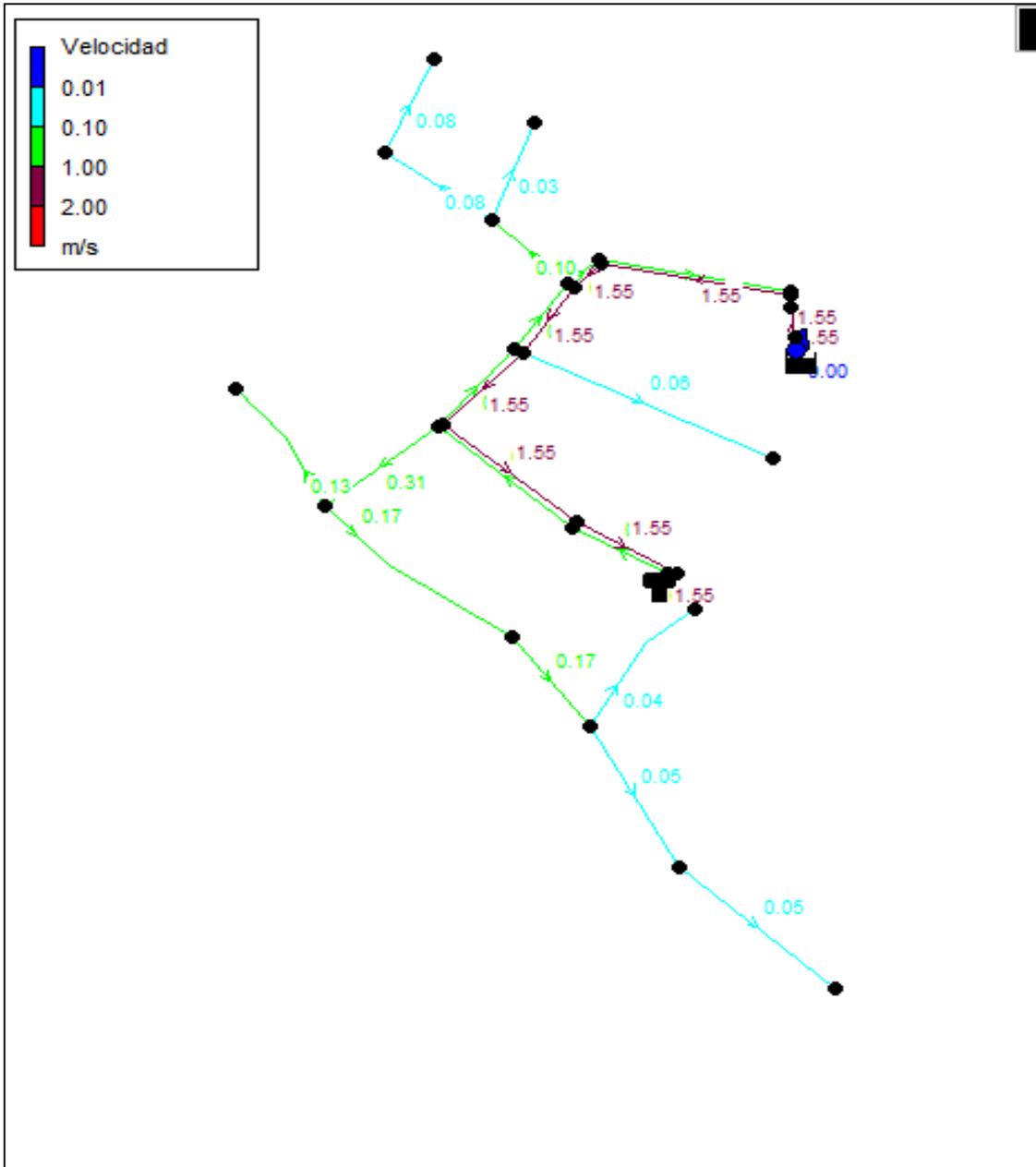
Figura 5.4-3 Presiones en la Red con tanque lleno y CMH



Fuente: Análisis en EPANET 2.0.

5.3.4.4.3. Análisis de velocidades

Figura 5.4-4 Velocidades en la línea de conducción y red de distribución



Fuente: Análisis en EPANET 2.0.

En la figura anterior se muestran las velocidades máximas obtenidas en función del diámetro definido de 50 mm y la demanda, como se demuestra en algunas secciones de la tubería las velocidades que presentan se encuentran por debajo

del límite establecido, esto debido a que la distribución de las viviendas es desigual, ocasionando que la red no sea uniforme, se debe de considerar que la demanda es relativamente baja para el diámetro de la tubería. Lo que indicaría que se deben de tomar medidas en el diseño como la colocación de válvulas de limpieza en las partes más bajas de la red, con el objetivo de eliminar los sedimentos que se puedan acumular en la tubería, de igual manera la colocación de válvulas de aire en las partes más altas, con el fin de eliminar el aire que contiene el agua, dado que esto representaría pérdida de presiones e incluso obstrucción de las tuberías.

La siguiente tabla muestra en detalle las velocidades:

Tabla 5.4.15 Velocidades en la red de distribución

ID Línea	Longitud	Diámetro	Demanda	Velocidad
	m	mm	l/s	m/s
Tubería P.1	85.8621	50	0.26	0.13
Tubería P.2	15.91	50	0.26	0.13
Tubería P.3	55.87	50	0.20	0.1
Tubería P.4	67.66	50	0.05	0.03
Tubería P.5	62.37	50	0.15	0.08
Tubería P.6	54.08	50	0.15	0.08
Tubería P.7	47.9	50	0.46	0.23
Tubería P.8	142.6	50	0.11	0.06
Tubería P.9	58.79	50	0.77	0.39
Tubería P.10	91.56	50	1.37	0.7
Tubería P.11	52.78	50	1.37	0.7
Tubería P.12	68.92	50	0.60	0.31
Tubería P.13	80.64	50	0.26	0.13
Tubería P.14	121.78	50	0.34	0.17
Tubería P.15	62.88	50	0.34	0.17
Tubería P.16	88.14	50	0.08	0.04
Tubería P.17	92.69	50	0.10	0.05
Tubería P.18	100.4	50	0.10	0.05
Tubería P.19	2.95	50	1.37	0.7

Fuente: Análisis en EPANET 2.0

5.4.4. Desinfección

5.4.4.1. Tratamiento

El propósito de proveer agua libre de bacterias, virus y amebas a los usuarios, se debe incorporar un sistema de desinfección.

Los resultados del análisis físico, químicos, bacteriológico entre otros determinaron que no se requiere de un tratamiento adicional más que la desinfección preventiva con cloro para garantizar la pureza del agua y eliminar los coliformes totales.

5.4.4.2. Dosificación

De conformidad a las normas establecidas y empleadas por el INAA en sistema de rurales, el sistema de cloración consistirá en la concentración de cloro activo de 3 mg/l, para obtener una concentración de cloro residual de 0.3 mg/l, ante la ausencia de coliformes fecales, esta concentración será suficiente para desinfectar el agua de los microorganismos restantes, además el agua mantendrá un sabor agradable al gusto.

La aplicación al agua de la solución se efectuará mediante un hipoclorador de carga constate, que dosifique una solución de hipoclorito de calcio ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$) al 65%, diluido hasta alcanzar una concentración de solución de 1%.

Se toma en consideración al INAA, como a los criterios establecidos por la OMS los cuales hacen referencia a un mínimo de 0.2 mg/l de cloro residual y un máximo de 0.5 mg/l de tal manera que se optó por una concentración intermedia para establecer un margen de seguridad por alguna incidencia en el agua extraída.

Tabla 5.4.16 Dosificación de Hipoclorito de Calcio

Año	CMD	Cloro Activo	Ca UCLO)2 Requerido		Volumen de Solución al 1%	Dosificación	
	gal/min	lb/día	lb/día	gr/día	l/día	ml/min	gotas/min
2019	7.93	0.29	0.44	199.54	19.95	13.86	180
2020	8.12	0.29	0.45	204.52	20.45	14.20	185
2021	8.33	0.30	0.46	209.64	20.96	14.56	189
2022	8.54	0.31	0.47	214.88	21.49	14.92	194
2023	8.75	0.31	0.48	220.25	22.03	15.30	199
2024	8.97	0.32	0.50	225.76	22.58	15.68	204
2025	9.19	0.33	0.51	231.40	23.14	16.07	209
2026	9.42	0.34	0.52	237.19	23.72	16.47	214
2027	9.66	0.35	0.53	243.12	24.31	16.88	219
2028	9.90	0.36	0.55	249.19	24.92	17.31	225
2029	10.15	0.37	0.56	255.42	25.54	17.74	231
2030	10.40	0.37	0.58	261.81	26.18	18.18	236
2031	10.66	0.38	0.59	268.35	26.84	18.64	242
2032	10.93	0.39	0.61	275.06	27.51	19.10	248
2033	11.20	0.40	0.62	281.94	28.19	19.58	255
2034	11.48	0.41	0.64	288.99	28.90	20.07	261
2035	11.77	0.42	0.65	296.21	29.62	20.57	267
2036	12.06	0.43	0.67	303.62	30.36	21.08	274
2037	12.36	0.45	0.68	311.21	31.12	21.61	281
2038	12.67	0.46	0.70	318.99	31.90	22.15	288
2039	12.99	0.47	0.72	326.96	32.70	22.71	295

Fuente: Elaboración propia.

En el transcurso de la vida útil del proyecto deberán realizarse estudios periódicos para evaluar la calidad del agua de la fuente, verificando que los parámetros estén dentro de lo establecido por el INAA.

5.5. Impacto ambiental

5.5.1. Clasificación Ambiental

La clasificación ambiental permite identificar las acciones a seguir según las incidencias que éstos pudieran tener en medio ambiente, se basa en una división por categoría de todos los proyectos contemplados en el Sistema de Inversión Pública (SNIP) de Nicaragua, dentro los cuales se encuentran incluidos los proyectos que conforman el menú FISE y contempla las siguientes categorías.

Categoría Ambiental I: Las obras, proyectos e industrias categoría I, son considerados proyectos especiales por su trascendencia nacional, binacional o regional, por su connotación económica, social, ambiental y porque pueden causar Alto Impacto Ambiental Potencial, están sujetos a un Estudio de Impacto Ambiental.

Categoría Ambiental II: Las obras, proyectos, industrias y actividades considerados Categoría Ambiental II que pueden causar impactos ambientales potenciales altos, están sujetos a un Estudio de Impacto Ambiental.

Categoría Ambiental III: Los proyectos considerados en la Categoría Ambiental III son proyectos que pueden causar impactos ambientales moderados, aunque pueden generar efectos acumulativos, por lo que quedaran sujetos a una valoración ambiental.

Categoría IV: Agrupa algunos tipos de proyectos del Sistema de Inversión Pública que no están sujetos a los procedimientos ambientales de Ley y que por su incidencia ambiental deberían llevar durante su ciclo de vida un conjunto de instrumentos ambientales que incluyen: evaluación del emplazamiento, análisis ambiental, evaluación ambiental, seguimiento y monitoreo.

Categoría V: Agrupa algunos tipos de proyectos del Sistema de Inversión Pública que no están sujetos a los procedimientos ambientales de Ley y que por su baja incidencia ambiental sólo deberían ajustarse a ciertos requisitos o normativas ambientales.

Los proyectos de acuerdo al decreto 76-2006 las categorías I, II y III no están sujetas a un estudio de impacto ambiental por ser considerados de bajo impacto, mediante la idealización del cuadro de categorización ambiental se define que el presente proyecto de construcción MABE se encuentra bajo los términos de la cuarta categoría. Por consiguiente, se han aplicado instrumentos ambientales recomendados por SIGA.

5.5.2. Evaluación de emplazamiento

El análisis del histograma de evaluación de emplazamiento para las edificaciones propuestas en el proyecto (Fuente – Tanque – red), indican que los sitios no son vulnerables y que presentan buena calidad ambiental para el emplazamiento.

Por lo cual se considera aceptables para el desarrollo del proyecto.

5.5.3. Proyectos de Infraestructura de agua y saneamiento

Los proyectos de infraestructura de agua, además de cumplir lo estipulado en el numeral III.2.0.1 de los presentes requisitos, deberán cumplir con las normas técnicas NTON 09001-99 y las NTON 09002-99, y con lo siguiente:

Para proyectos de Mini Acueductos por Bombeo Eléctrico:

- a. Debe existir fuente para el suministro eléctrico a una distancia aproximada de 200 metros de la fuente de abastecimiento.
- b. Debe existir acceso vehicular a la fuente con un ancho mínimo de 4 metros. Este requisito estar en dependencia del tamaño de los equipos y envergadura de las instalaciones a construir.
- c. El trazado de la red debe hacerse evitando las zonas de terrenos inestables. En los casos que no existan otras alternativas deben realizarse muros de sostenimientos y anclajes de tuberías.
- d. El nivel de servicio mínimo del pozo perforado debe de ser de 17 casas o 100 personas por pozo, las cuales se ubicaron a una distancia máxima de 300 metros del pozo.

5.5.4. Problemáticas ambientales

Se valoraron los impactos ambientales sin intervención del proyecto, identificando este proceso mediante la visita que se realizó en varias ocasiones al sitio detallado.

Tabla 5.5-1 Factores ambientales

Factores Ambientales	Causas	Efectos
Calidad de aire	Tipos de rocas que propician emisión de polvo Quema a cielo abierto Vertido de desechos sólidos y líquidos a cielo abierto	Contaminación del aire por la emisión de polvo Contaminación por humo y gases Contaminación del aire por la emisión de gases y malos olores
Aguas Subterráneas	Sobre explotación de los recursos hídricos Vertido directo de desechos sólidos y líquido	Disminución de las reservas de agua Probabilidad de contaminación de las aguas, aumento de enfermedades
Suelos	Quema Vertido de derechos	Afectación a suelos de calidad edáfica, daños a la producción agrícola
Cubierta Vegetal	Deforestación	Proceso de erosión, sedimentación, pérdida de especies de alto valor.
Fauna	Deforestación	Pérdida del hábitat de las especies
Paisaje	Modificación de la Topografía, geomorfología y vegetación existentes en zonas de alto potencial paisajístico	Pérdida de la calidad paisajista
Población	El modo y la forma de ocupación y el empleo de la población	Alteración sobre la estructura demográfica estimulando la emigración o inmigración.
Calidad de Vida	Deficiente acceso a la educación y otros servicios básicos	Deterioro de la calidad de vida
Patrimonial Cultural	Acciones que dañan al patrimonio construido y los gustos.	Deterioro del patrimonio cultural

Fuente: Elaboración propia.

El resultado de análisis demuestra un valor 2 como significado la calidad del ambiente del sitio sin la construcción del proyecto se evalúa como media, es decir

que no se encuentra en deterioro y que los problemas ambientales que se encuentran presentes en la localidad puede revertirse.

La comunidad Horizonte Azul se encuentra en desarrollo como muchas comunidades de Matagalpa, las personas en un apogeo por el desarrollo han logrado obtener encunetado, pero son carentes de servicios básicos como la recolección de basura, lo cual es perjudicial para el entorno de esta.

Este resultado se ha identificado a través de los factores ambientales, con las causas del deterioro y sus correspondientes efectos, estos criterios se establecieron según el SIGA como se demuestra en la siguiente tabla.

Tabla 5.5-2 Calidad ambiental del sitio, sin el proyecto

Causa	Efectos	Criterios			Promedio		
		I	S	R	D	P	
Quema al cielo abierto	Contaminación del aire y suelo.	2	2	3	2	3	2
Vertido de desechos sólidos y líquido al cielo abierto	Contaminación del aire por la emisión de gases y malos olores.	3	3	2	2	2	2
Existencia de letrinas no recubiertas. Uso de plaguicidas utilizados en las áreas de cultivo	Contaminación del agua subterránea, aumento de enfermedades, destrucción del ecosistema.	3	2	3	2	3	3
Quema de basura orgánica e inorgánica	Reducción de la calidad del suelo, daños al ecosistema. Y daños a las aguas subterráneas por infiltración en los suelos.	2	2	3	2	3	2
Deforestación	Pérdida del hábitat, pérdida de calidad del suelo.	1	2	2	1	1	1
Captura de especies de animales	Disminución de la fauna del sitio.	3	2	2	1	2	2

Modificación de la topografía y la vegetación de la zona	Pérdida de la calidad paisajística.	2	2	2	2	1	2
El modo y forma de la ocupación de la población	Inmigración hacia el sitio, formas de subsistencia. Mayor población mayor deterioro del medio	2	2	2	1	1	2
Deficiente acceso a la educación y otros servicios básicos	deterioro de la calidad de vida	2	2	2	3	1	2
Valor promedio del estado actual del sitio						2	

Fuente: Sistema de gestión ambiental (SIGGA-FISE).

Tabla 5.5-3 Criterios para valorar la calidad de los diferentes factores ambientales

Criterios	Calidad Ambiental		
	Valor = 3	Valor = 2	Valor = 1
Intensidad de los problemas ambientales observados en el sitio para cada factor	BAJA O no existencia Problemas	MEDIA	ALTA
Superficie afectada por el problema	Se observa sólo en el sitio aislado o no se observa	Se observa más allá del sitio (parte del territorio)	Se observa en todo el municipio más allá
¿Se puede recuperar el medio ambiente?	SI (en el plazo de 1 año)	SI (entre 1 y 10 años)	NO
Duración de los problemas ambientales observados	Menos de un año o No hay problemas	Entre 1 y 5 años	Más de 6 años
Cantidad de la población de la comunidad próxima al sitio afectada	Menores del 25% o no hay población afectada	Entre el 26 % el 50 %	Más del 50 %

Fuente: Sistema de gestión ambiental (SIGGA-FISE).

5.5.4.1. Calidad ambiental del sitio con la proyección

La relación universal causa-efecto, donde en el caso de un proyecto de esta índole está asociada a una acción de este, generando una o varios cambios o

alteraciones importantes al factor ambiental y los efectos son afirmaciones propiamente dicha.

Mediante la identificación y valoración de los problemas ambientales se realiza una predicción de como evolucionaria el medio ambiente sin la realización del proyecto, además de sitio donde se emplazará el proyecto, así como el área de influencia.

Tabla 5.5-4 Factores ambientales asociados a sus causas y efectos

Estudios del Proyecto	Acciones del proyecto	Efectos	Factor Ambientales afectado
Construcción	Instalaciones de campamento	Contaminación por el mal manejo de los desechos sólidos.	Suelo, fauna, vegetación, aire.
	Bodega de materiales	Derrame de sustancias peligrosas por manejo inadecuado. Almacenamiento de material inflamable o explosivo.	Suelo, agua, aire, población.
	Separación de la cubierta vegetal	Erosión de terreno. Pérdida de la capacidad fértil del terreno. Emisiones de ruido. Emisiones de partículas de polvo. Producción de desechos orgánicos e inorgánicos. Desforestación.	Aire, suelo vegetación.
	Movimiento de tierra y explotación de bancos de materiales	Emisiones de partículas de polvo. Emisiones de ruidos. Riesgo de erosión. Alteración de geomorfología. Cambios a la forma de escorrentía. Estancamiento de agua pluvial y generación de vectores. Compactación. Intrusión visual en el paisaje. Afectación a restos arqueológicos.	Aire, suelo, geología, hidrología población
	Construcción de los componentes del proyecto (línea de conducción,	Impermeabilización del terreno. Emanación de gases y partículas de polvo. Generación de residuos sólidos. Generación de ruidos.	Suelo, aire, agua ruido población.

	tanque de almacenamiento, redes de distribución etc.).	Infiltración de residuos líquidos de origen químico, en el suelo. Riesgos de accidentales.	
	Obras exteriores incluyendo obras de drenaje.	Emisión de polvo. Emisión de ruido. Generación de aguas estancadas con proliferación de vectores.	Suelo Ruido Agua
Fucionamiento	Funcionamiento del sistema de agua potable.	Pérdida de empleos generados en la etapa de construcción.	Calidad de Vida
		Reducción del % de beneficios del proyecto calculados en el diseño.	Sostenibilidad
		Deterioro del servicio ante deficiencias de funcionamiento del CAPS.	Sostenibilidad
		Riesgo de accidentes por vicios ocultos durante la etapa de construcción.	Población
		Incumplimiento de medidas ambientales.	Calidad de Vida

Fuente: Sistema de gestión ambiental (SIGGA-FISE).

Los procesos de valoración de los potenciales impactos negativos descritos anteriormente en la tabla calidad ambiental del sitio, con el proyecto, se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 5.5-5 Valoración de impactos potenciales negativos

Causa	Efectos	Criterios					Promedio
		I	S	R	D	P	
Bodega de materiales	Derrame de sustancias peligrosas	2	3	1	3	3	2
	Almacenamiento de material inflamable	1	3	3	3	3	3
Separación de la cubierta vegetal	Emisiones de ruido	2	3	3	3	3	2
	Emisiones de polvo	1	3	3	3	3	3
	Corte de árboles	1	3	3	2	3	2
	Producción de desechos sólidos	2	3	3	3	3	3
	Producción de excretas humanas	1	3	2	3	3	2
Movimiento de tierra y	Emisiones de polvo	1	3	3	3	3	3
	Emisiones de ruido	2	3	3	3	3	3

explotación de bancos de materiales	Compaction	1	3	1	1	3	2
	Estancamiento de agua pluvial y generación de vectores	1	3	3	3	3	3
	Riesgos de erosión	2	3	3	3	3	3
	Alteración de geomorfología en Bancos de materiales	1	3	1	3	3	2
	Posible aumento de arratres de sedimentos	2	3	3	3	3	3
	Riesgos de contaminación grasas y combustibles	1	3	1	3	3	2
	Intrusión visual en el paisaje	1	3	2	2	1	2
	Afectación a restos Arqueológico	1	3	3	3	1	2
Infraestructura vertical (comprende fundaciones, estructuras, acabados y transporte de materiales)	Impermeabilización del terreno	1	3	1	1	3	2
	Riesgos de accidentes	2	3	3	3	3	3
	Riesgos de inundaciones	2	3	3	3	3	3
	Generación de ruidos	2	3	3	3	3	3
	Emanación de polvo	1	3	3	3	3	3
	Generación de residuos sólidos	2	3	3	3	3	3
	Infiltración de residuos químicos	1	3	1	3	3	2
Obras exteriores y obras de drenaje	Disminución del área verde	3	3	1	1	3	2
	Compactación	1	3	1	1	3	2
	Generación de aguas estancadas con proliferación de vectores	1	3	3	3	3	3
	Riesgos de inundaciones	2	3	3	3	3	3
Funcionamiento del sistema de agua potable	Riesgo de contaminación del suelo y aguas subterráneas ante eventuales fallos del sistema de tratamiento de las aguas servidas	1	3	3	3	3	3
	Pérdida de empleos	1	2	3	3	3	2
	Reducción del % de beneficiarios del proyecto	2	2	3	3	1	2
	Deterioro del servicio por falta de mantenimiento	1	3	3	3	3	3
	Riesgos de accidentes por vicios ocultos	2	3	3	2	1	2
	Inclumiento de medidas ambientales	1	3	3	2	3	2
Valor del estado del sitio							3

Fuente: Sistema de gestión ambiental (SIGGA-FISE).

Se considera que el proyecto se encuentra en un rango de 3 lo que conlleva a que el proyecto tiene poca incidencia o relevancia ambiental las afectaciones al ambiente son pocas y fáciles de controlar.

5.5.5. Mitigación de los impactos ambientales

Las medidas de mitigación ambiental, tiene por objetivo generar el conjunto de acciones de prevención, control, atenuación, y compensación de impactos ambientales negativos generados por el proyecto, así como definir a los responsables en la ejecución de las medidas para la prevención del efecto adverso.

En la siguiente tabla, se establecen los responsables de aplicar o llevar a cabo las principales acciones o medidas de mitigación recomendadas de acuerdo al impacto generado por actividad.

Tabla 5.5-6 Valoración de impactos potenciales negativos

Etapa del proyecto	Actividades impactantes	Efectos	Medida de mitigación	Responsable
Construcción	Construcción de bodega	Derrame de sustancias peligrosas	Almacenar correctamente Colocar señales	Contratista
		Almacenamiento de material inflamable	Colocar señales de prohibición de fumar	
			Mantener un extintor	
	Separación de la cubierta vegetal	Pérdida de la capa fértiles terreno	Recoger la capa de tierra y reusarla en áreas verdes de la escuela	
		Emisiones de ruido	Colocación de barreras	
		Emisiones de polvo	Humedecer la tierra	
		Corte de árboles	Reposición de árboles	
		Producción de desechos sólidos	Disponer adecuadamente de los desechos en el sitio seleccionado	
	Movimientos de tierra y explotación de banco de materiales	Emisiones de polvo	Humedecer la tierra	
		Emisiones de ruido	Colocación de barreras	
		Estancamiento de agua pluvial y generación de vectores	Realizar cote según ángulos de reposos Nivelar el terreno Restituir capa vegetal	
Riesgo de Erosión				

			Recubrir con tierra vegetal al concluir los trabajos	
		Alteración de geomorfología en bancos de materiales	Disponer en el sitio la corteza vegetal	
		Posible aumento de arrastre de sedimentos	Mantener adecuada compactación y protección contra el arrastre de materiales	
		Intrusión visual en el paisaje	Cerrar provisionalmente el perímetro del terreno	
		Afectación a restos Arqueológicos	Suspender inmediatamente actividades y cumplir con la regulación vigente	
	Construcción de los componentes del proyecto (líneas de conducción, tanque de almacenamiento, redes de distribución, etc.)	Riesgo inundaciones	Instalar un sistema de drenaje provisional	
		Generación de ruidos	Colocación de barreras	
		Emanación de polvo	Humedecimiento de la tierra	
		Generación de residuos sólidos	Recolección y transporte de los desechos	
		Infiltración de residuos químicos (pinturas , solventes , otros)	Aplicación de buenas prácticas en la construcción	
		Riesgos de accidentes	Colocación de señales preventivas	
		Producción de vicios ocultos por descuido	Supervisión y aplicación de buenas practicas	
	Obras exteriores y obras de drenaje	Generación de aguas estancadas con proliferación de vectores	Nivelar el terreno	
			Restituir capa vegetal	
		Riesgo de inundaciones	Obras de drenaje pluvial a lo externo del proyecto (canal de desagüe en los límites del área del proyecto)	
Funcionamiento	Funcionamiento del sistema de agua potable	Deterioro del servicio por falta de mantenimiento	Mantenimiento sistemático y labor de apoyo comunitario	Miembros del CAPS
		Incumplimiento de medidas ambientales	Aplicación de buenas prácticas en el mantenimiento	Miembros del CAPS

Fuente: Sistema de gestión ambiental (SIGA-FISE).

Las medidas de mitigación citadas establecen los efectos ambientales que se desea prevenir, se describe la medida, ámbito de aplicación, momento y frecuencia, recursos necesarios, etapa del proyecto en que se aplica, costo global

estimado, efectividad esperada, indicadores de éxito, responsable de implementación, periodicidad de fiscalización del grado de cumplimiento y efectividad, así como el responsable de la fiscalización.

5.6. Costos del proyecto

5.6.1. Costo total del proyecto

Para el análisis de costos se utilizó como referencia el catálogo de etapas y sub etapas del FISE, para proyectos de sistemas de agua potable y las normas de rendimiento horario establecidas por la misma entidad.

Las estructuras del costo y presupuesto del proyecto se definieron de la siguiente manera:

a) Costos directos

Siendo todas las atribuciones directas a la propia ejecución del proyecto, definiéndose como la mano de obra directa calificada y no calificada, materiales, herramientas y flete, siendo integrados a través de los correspondientes costos unitarios, de tal manera que el monto asciende, **C\$ 2,179,149.54.**

b) Costos indirectos

Se tomaron todos los costos a los que incurrirá de manera global para realizar la construcción mantenimiento o reparación de un punto dañado de la red en plazo establecido.

Siendo esto establecido como el 9% de los costos totales directos obtenido como resultado **CS 196,123.46.**

c) Utilidad

Definidos como costos previos que un contratista espera obtener como ganancia por ejecutar la construcción, reparación o mantenimiento de un sitio crítico de la red, en la jurisdicción de una municipalidad en un plazo establecido.

Este costo se presenta en forma de porcentaje de la sumatoria de los costos, directos e indirectos, estableciendo el 15%, el resultado **C\$ 356,290.95**.

También se tomó en cuenta el impuesto sobre el valor agregado que está establecido como el 15% de sub-total de los costos directos y el impuesto municipal del 1% de estos.

El costo total de proyecto asciende a los **C\$ 3,168,614.19**. (consultar presupuesto en anexo)

5.6.2. Costos administrativos, de operación y mantenimiento

Los costos incurridos por un sistema de agua potable, están compuesto por gastos que se deben realizar para ofrecer un servicio eficiente a la comunidad, estos se clasifican en:

- **Costos de administración**

Son los costos de funcionamiento o gastos generales que se necesita para presentar el servicio de manera permanente.

- **Costos de operación**

Operar el sistema de agua potable para garantizar la distribución del agua, los cuales son proyectados para el periodo de diseño del sistema.

- **Costos de mantenimiento**

Estos costos son los que se presenta en ciertos periodos, con el fin de garantizar la vida útil del sistema de agua potable.

Siendo estos bases para estimar la tarifa correspondiente, como lo establece el manual de capacitación para el cálculo de tarifas para servicios de agua potable y saneamiento en poblaciones menores a 2000 habitantes elaborado por UNICEF.

En la tabla 5.6.1 se detallan los costos de administración, operación y mantenimiento del sistema de agua potable para el periodo de diseño establecido.

Tabla 5.6.1. Costos administración, operación, mantenimiento

Año	Costo de Administración	Costo de Operación	Costo de Mantenimiento	Costo Total Anual
2019	95,723.26	113,667.61	33,793.00	243,183.86
2020	95,723.26	114,828.15	33,793.00	244,344.41
2021	95,723.26	116,000.55	33,793.00	245,516.81
2022	95,723.26	117,184.91	33,793.00	246,701.17
2023	95,723.26	118,381.37	33,793.00	247,897.63
2024	95,723.26	119,590.05	33,793.00	249,106.30
2025	95,723.26	120,811.06	33,793.00	250,327.32
2026	95,723.26	122,044.54	33,793.00	251,560.80
2027	95,723.26	123,290.62	33,793.00	252,806.87
2028	95,723.26	124,549.41	33,793.00	254,065.67
2029	95,723.26	125,821.06	33,793.00	255,337.32
2030	95,723.26	127,105.70	33,793.00	256,621.95
2031	95,723.26	128,403.45	33,793.00	257,919.70
2032	95,723.26	129,714.44	33,793.00	259,230.70
2033	95,723.26	131,038.83	33,793.00	260,555.09
2034	95,723.26	132,376.74	33,793.00	261,892.99
2035	95,723.26	133,728.30	33,793.00	263,244.56
2036	95,723.26	135,093.67	33,793.00	264,609.92
2037	95,723.26	136,472.97	33,793.00	265,989.23
2038	95,723.26	137,866.36	33,793.00	267,382.62
2039	95,723.26	139,273.98	33,793.00	268,790.24

Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia en la tabla anterior los costos proyectados de operación son mayores al pasar los años.

5.6.3. Tarifa promedio

La tarifa está sujeta a la cantidad de agua consumida por los usuarios de la comunidad en un periodo de tiempo determinado denotada en metros cúbicos de agua potable, se detallan las tarifas estimadas por viviendas en función del consumo promedio mensual por vivienda y el costo por metro cúbico de agua potable el cual se obtuvo a partir de los costos del servicio y del consumo promedio.

Tabla 5.6-2 Tarifa a establecer por costo metro cúbico.

Período	Año	Población Proyectada	Consumo promedio Mensual (m3)	Costo por metro cúbico C\$	Consumo Promedio Mensual por vivienda	Tarifa Mensual por vivienda C\$
		Viviendas				
0	2019	100	848.11	23.89	8.48	202.65
1	2020	103	869.31	23.42	8.48	198.65
2	2021	105	891.04	22.96	8.48	194.74
3	2022	108	913.32	22.51	8.48	190.91
4	2023	110	936.15	22.07	8.48	187.15
5	2024	113	959.55	21.63	8.48	183.48
6	2025	116	983.54	21.21	8.48	179.88
7	2026	119	1008.13	20.79	8.48	176.36
8	2027	122	1033.33	20.39	8.48	172.91
9	2028	125	1059.17	19.99	8.48	169.53
10	2029	128	1085.65	19.60	8.48	166.22
11	2030	131	1112.79	19.22	8.48	162.99
12	2031	134	1140.61	18.84	8.48	159.81
13	2032	138	1169.12	18.48	8.48	156.71
14	2033	141	1198.35	18.12	8.48	153.67
15	2034	145	1228.31	17.77	8.48	150.69
16	2035	148	1259.02	17.42	8.48	147.77
17	2036	152	1290.49	17.09	8.48	144.92
18	2037	156	1322.76	16.76	8.48	142.12
19	2038	160	1355.82	16.43	8.48	139.38
20	2039	164	1170.87	19.13	7.15	136.70
Promedio				19.89		167.49

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla 5.6-2, la tarifa promedio obtenida por metro cúbico es de C\$ 19.89, siendo evidente que las tarifas se reducen al transcurrir los años, esto debido a que la cantidad de habitantes de la comunidad sigue en crecimiento, en consecuencia, la cantidad de viviendas aumenta, lo que afecta de forma positiva la sostenibilidad del proyecto.

5.7. Especificaciones técnicas

5.7.1. Descripción de las obras.

5.7.1.1. Caseta de bombeo

a. Limpieza Inicial

Esta sección comprende todo lo relacionado al desalojo y disposición final de todos los materiales productos de la limpieza del área en donde se realizará la obra del proyecto, comprende la eliminación y despeje del terreno de todos los árboles, arbustos, troncos.

b. Mampostería

Se utilizarán bloques de 0.10m x 0.20m x0.40m, debidamente certificados con color y textura uniforme.

c. Concreto

Se deberán cumplir las normas constructivas del Reglamento Nacional de la construcción (RCN), se usará un concreto con una resistencia mínima de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

En fabricación, transporte y colocación del concreto deberán cumplirse las recomendaciones que estable el A.C.I.

d. Mortero

El mortero para repello se fabricará con una proporción de 1:4, tanto para el exterior como el interior respetando las normativas del grosor como lo represente en el RCN y cumpliendo con un curado de siete días con abundante agua.

e. Estructura de techo

Esta sección se debe de cumplir con el suministro de equipo mano de obra, materiales, herramientas y servicio necesarios para llevar a cabo la construcción de la estructura de techo de acuerdo los planos constructivos.

- Durante la construcción de la viga corona se deberán colocar anclajes (platinas) empotrados.
- El calibre de la lámina deber ser de clase 26.
- El acabado a la estructura metálica será con pintura anticorrosivo de preferencia de color rojo aplicando 2 capas y esperando un lapso de tiempo secado entre ellas, no se deberán de dejar rebabas de pintura ni espacios sin pintar.
- La cubierta de piso consistirá únicamente con un cascote de concreto de 0.10 metros sin refuerzo de acero.

f. Instalaciones eléctricas

Todos los conductores eléctricos deberán ser instalados en tubería conducir PVC del diámetro indicado y ninguno deberá tener un diámetro inferior a ½”, todas sus juntas deberán ser herméticas a prueba de agua, la entrada de los conductores será mediante una mufa metálica y un único tubo conduit tipo UL EMT ¾”.

Los conductores a emplear deberán ser de cobre, con aislamiento termoplástico par 600 voltios, del tipo THHN como mínimo, según lo establece las especificaciones ASTM-B3, B8.

5.7.2. Equipo de bombeo e Instalaciones Eléctricas

a) Bomba

El equipo de bombeo será del tipo sumergible, el que será seleccionado en base a las siguientes características:

CDT:	272.93 FT
Caudal:	25.98 gpm
Potencia del motor:	3HP

Se recomienda por la calidad y fabricación Estadunidense el motor sumergible 35TPI354-PE, Franklin Electric

La bomba de estar dotada de un sensor de mínimo y máximo nivel de bombeo.

b) Columna de impulsión para bomba sumergible

La tubería de columna o de descargar será de tipo Hierro galvanizado ASTM A53 CED40 de 2" x 6 metros o lo equivalente a 19.68 pies. Cada tubo debe traer prefabricada la rosca hilo grueso de tipo NPT y camisa de unión en ambos extremos.

El proveedor deberá cumplir con las normativas de seguridad correspondiente con el cubrimiento de los extremos roscado ya sean protectores plásticos o metálicas.

c) Cable eléctrico sumergible

Los cableados de alimentación del motor serán de cobre, tipo plano, apropiado para la instalación en contacto permanente con el agua, el cable de alimentación debe de ser tipo TSJ 3xN° en referencia a las líneas y grosor de este para condiciones de servicio de 600 voltios y 75° C, con el aislamiento correspondiente a la humedad.

d) Válvula de retención vertical (válvula check)

Las válvulas de retención deberán de establecer determinados parámetros uno de ellos deberá de ser la calidad estas deben ser fabricadas con un material que soporte el fenómeno de golpe de ariete del equipo de bombeo, estas deberán garantizar que la columna de impulsión no se descargue cuando la bomba no esté en funcionamiento. Se instalarán dos válvulas una al pie de la bomba y la otra en la longitud media de la tubería.

e) Medidor maestro

En términos generales, deberán cumplir con las normas AWWA C-794-70, serán del tipo medidor de velocidades con hélice propulsada de esfera seca y lectura tipo rodillo de cifras saltantes.

La indicación de totalizador deberá tener por lo menos seis (6) rodillos de cifras. Los primeros cinco rodillos indicarán metros cúbicos enteros hasta 99.99 metros cúbicos y el sexto rodillo indicará décimas de metros cúbicos. La indicación de las centésimas de metros cúbicos (10 litros) podrá ser hecha mediante aguja indicadora que gire en el sentido horario en círculo dividido en diez partes iguales mediante un séptimo rodillo de cifra. La totalización máxima será de 100,000 metros cúbicos, mientras que la lectura mínima será de diez litros

f) Manómetro de carga

Deberá ser adecuado para medir presiones entre 0 t 14 kg/cm², el tipo más adecuado es el ASHCROTT DURAGAGE o similares a los manufacturadas en U.S.A., con escala circular de 4-1/2" de diámetro, carátula blanca con número negros, con lectura doble en kg/cm² y en metros de columna de agua, estarán provistos de un tubo de bronce fosforado.

5.7.3. Especificaciones para instalación de tuberías

a) Requerimientos generales

La tubería a instalar en la línea de conducción y red de distribución serán de tipo PVC SDR-26 color blanco de preferencia marca Durman. Antes de iniciar la excavación de las zanjas se deberán usar herramientas y equipos apropiados para manejar e instalar los tubo y accesorios de forma segura evitando un método brusco.

Al menos una cuarta parte de la circunferencia de la tubería deberá estar en contacto con terreno firme, además se aprovisionará de una excavación especial para alojar las campanas de los tubos.

Antes de instalarse, los tubos serán alineados a un lado y a lo largo de la zanja, podrán ser bajados a la zanja a mano o por medio de cuerdas, teniendo el cuidado de no dejarlos caer sino depositarlos y no dejados rodar.

b) Recursos y procedimientos

Los materiales, mano de obra, herramientas, equipos, entre otros, para dejar instalada y en completa operación la línea de agua potable, serán suministrados por el contratista.

c) Obras no terminadas

El contratista tendrá cuidado en proteger y cerrar con barricadas y/o señales de peligro, las aberturas y terminales de las tuberías que no han sido terminadas, para evitar que tierra u otros materiales penetren en las mismas, esto deberá de cumplirse antes de dejar el trabajo al final del día, o para debido a circunstancias no previstas como los cambios climáticos (lluvias).

d) Cortes y ratificaciones en tubería

Los cortes en tubería son una actividad importante a controlar durante la ejecución del trabajo, es fundamental que esta actividad la realicen personas calificadas en dicha operación durante:

- Instalación de accesorios y válvulas
- Cuando sea necesario cortar y ratificar tubos que han sufrido algún daño durante el transporte manejo o acarreo al sitio de la obra.
- Cuando en el desarrollo de la obra requiera el uso de tubos de una longitud inferior al normal de fabricación (6 mts).

Luego de realizar cualquier corte los extremos de la tubería deberán ser rectificadas siendo limados y pulidos sus bordes afilados, con el fin de igualarlos a su estado original.

e) Remoción de agua en las zanjas

El Contratista removerá inmediatamente toda agua superficial o de infiltración que pueda acumularse en las zanjas durante la excavación y la construcción, mediante la previsión de los drenajes necesarios o mediante bombeo o achicamiento. Se

requiere que toda zanja se mantenga seca y no se permitirá que la tubería o alguna estructura sean colocadas en presencia de agua.

f) Instalación de válvulas y accesorios

Antes de proceder con la instalación de las válvulas y cualquier otro accesorio. El Contratista los examinará cuidadosamente, el accesorio encontrado defectuoso será separado para su correcta reparación o para su abandono.

Las válvulas serán inspeccionadas para comprobar la dirección de apertura, libertad de operación, la fijeza de los pernos, la limpieza de las puertas de la válvula y especialmente el asiento, daños por el manejo y grietas.

Ejemplos de válvulas:

g) Válvula de compuerta

h) Válvula de limpieza

g) Conexiones domiciliarias esperas.

Mediante se realiza el avance de la instalación de la tubería principal en las calles, el contratista deberá ir dejando instaladas las espera o acoples para la posterior instalación de la conexión domiciliar.

La perforación de la tubería de alimentación se hará en un costado del tubo. Antes de colocar la abrazadera o silleta el tubo debe limpiarse para dejar una superficie uniforme y lisa donde se ajuste completamente el accesorio. Las tuercas de la abrazadera deben presionarse uniformemente y lo suficiente para garantizar una conexión hermética, pero que no llegue a ocasionar ruptura de la tubería. Después de efectuada la perforación del tubo deberán removerse los restos de material que puedan haber quedado.

h) Prueba de presión hidrostática

La finalidad de la prueba no es la de verificar la calidad de los materiales sino encontrar averías causadas por un mal manejo de la tubería o fallas en el montaje de las distintas partes de la línea.

Esta consistirá en aplicar una presión de agua de 150 PSI en tramos no mayores de 300 metros, esta presión deberá de obtenerse de forma no brusca y gradual manteniéndose constante como mínimo de 3 horas.

Durante el periodo de prueba deberá identificar aquellas uniones que presenten algún tipo de fuga sea en tubos o accesorios; pasado el tiempo de prueba deberá de medirse la cantidad de agua necesaria para reponer la que fue utilizada con el fin de mantener la presión de 150 PSI.

Se tendrán que realizar todas las reparaciones necesarias que se hallan echo evidentes durante la prueba y volver a realizar la prueba hidrostática las veces que sea necesaria, hasta que pasar la prueba.

i) Desinfección y limpieza

Luego de aprobada la prueba de presión, la tubería deberá purgarse completamente, debiendo salir el agua por los drenes previamente colocados en la tubería, deberá utilizar una velocidad de lavado mínima de 0.75 m/s.

La desinfección consiste en utilizar hipoclorito de calcio granulado diluido en agua e inyectado mediante una bomba a la tubería, la dosis a utilizar de este deberá ser de 25 mg/lit, de tal manera que después de 24 horas se obtendrá un cloro residual de 10 mg/lit.

Luego del tiempo requerido de 24 horas reposo, toda el agua con cloro contenida en la tubería deberá ser eliminada para la inyección del líquido.

5.7.4. Especificaciones para tuberías y accesorios

a) Tubería

Todas las tuberías de Cloruro de Polivinilo (PVC) a ser suministradas deberán cumplir con la especificación estándar ASTM D 2241-89, la tubería deberá ser clase SDR26, según la, del tipo de unión flexible, tipo PUSH-ON o TYTON o JUNTA RAPIDA, es decir, que en el interior de uno de sus extremos traerá

incorporado un empaque de caucho o neopreno donde se insertará el extremo libre del otro tubo, haciendo un sello perfecto.

Según sea el uso determinado de la tubería de igual manera se especificará el diámetro y la clase de esta como será para los siguientes casos:

Protección de válvulas:

- Tubo PVC 4" SDR-41
- Tubo PVC 6" SDR-41
- Red de distribución
- Tubo PVC 2" SDR-26
- Acometidas domiciliarias
- Tubo ½" SDR-13.5

Todas las tuberías PVC deberán llevar marcado lo siguiente:

- Marca del fabricante.
- Código de fabricación, designando como mínimo la fecha de fabricación.
- Diámetro nominal.
- Tipo, grado, valor SDR y la presión de servicio.
- ASTM D 2241.
- Sello o marca del laboratorio que certifica el producto para el transporte de agua potable

b) Accesorios PVC

Todos los accesorios serán cédula 40, de extremos lisos (Slip x Slip) para junta cementada. Los adaptadores hembra (female adapter) y adaptadores machos (male adapter) de ½" tendrán un extremo liso y el otro extremo roscado S. T. (Slip x THREAD).

Para el caso de las abrazaderas de 2" * 1/2", rosca recta en la boca de servicio, deberá cumplir la norma ASTM D-2466-74,. Otros nombres utilizados para las

abrazaderas son collares de derivación o silletas roscadas (threaded services addle). Los pernos y tuercas utilizados serán de bronce o acero con tratamiento especial anticorrosivo.

c) Pegamento PVC

El pegamento a suministrarse debe cumplir con la norma D-2564, la cual rige las especificaciones para cemento solvente. Esta es una solución de PVC clase 12454-B que debe suministrarse en recipientes de ¼ de galón o menor.

5.7.5. Especificaciones para tuberías y accesorios de Hierro Galvanizado

La tubería de hierro galvanizado será del tipo estándar cédula 41, debiendo ajustarse a las especificaciones ASTM 120-65 y ASTM A 90-39. Será suministrada en longitud de 6 metros, con rosca estándar en cada extremo y las respectivas uniones. Esta última consistirá en una camisa de hierro galvanizado con rosca standard para roscarse en el extremo del tubo. Los accesorios de hierro galvanizado se ajustarán a las especificaciones ASTM, tendrán rosca hembra del tipo IRON PIPE (I.P.) y deberán ser diseñados para acoplarse a tubería de HG.

5.7.6. Instalación de válvulas y accesorios

Todas la válvulas y accesorios serán inspeccionadas con el fin de determinas que su esta físico sea el correcto, la dirección de apertura, libertad de operación, limpieza de las puertas de las válvulas, la fijeza de los pernos, daños por manejo y grietas.

a) Válvula de Check

Serán instaladas según el plano constructivo en la salida del equipo de bombeo, su composición deberá ser de hierro fundido y diámetro indicado según planos.

b) Válvula de alivio.

Esta será instalada en la sarta de bombeo, con el fin de ser calibrada en el campo de 0.5 y 1.0 kg/cm² sobre la presión máxima normal del sistema.

c) Válvula de flotador

Deberá de ser tipo modulante operadas por medio del flotador, con cierre hermético a determinado nivel de agua en el tanque para evitar que el agua rebose.

La condición de diseño de esta deberá de ser para agua fría y presiones de trabajo de 175 PSI.

5.7.7. Anclaje bloques de reacción

Accesorios en general como te, codos, tapones y válvula; serán afianzados por medio de anclajes y bloques de reacción a fin de impedir su desplazamiento bajo la presión del agua. Estos serán construidos con concreto de 2000 psi, de acuerdo a las especificaciones detalladas en los planos para cada accesorio.

En las pendientes fuertes hay tendencia del relleno al deslizamiento y puede arrastrar consigo la tubería. En la mayoría de los casos, basta apisonar muy bien en capas de 10 cm hasta llegar al nivel natural del terreno o rasante. Si por alguna razón se tiene un deslizamiento, deben construirse bloques de anclaje de manera que queden apoyados en el terreno firme que ha sido excavado. Estos bloques de anclaje pueden construirse a cada tercer tubo.

5.7.8. Excavación

Estas se efectuarán de acuerdo con las respectivas alineaciones, niveles y dimensiones indicados en planos o por el ingeniero.

Las excavaciones se realizarán con un alineamiento de 90° respecto a la tubería de alimentación, variando su profundidad de 1.00 metro en el punto de conexión de la tubería principal y 0.60 m en el final de la misma.

a) Excavación para zanjas

El ancho de la zanja será igual al diámetro nominal de la tubería a instalar más un máximo de 0.45 metros de ancho. El corte deberá ser vertical.

La sección horizontal de la zanja deberá quedar perfectamente nivelado sin perturbaciones que influyeran la tubería a instalar, de manera que la tubería descansa sobre terreno en toda su longitud uniformemente, esta será elaborada manualmente.

Si el terreno presenta poca consistencia se deberá profundizar la zanja según como lo indique el ingeniero, pero no deberá sobrepasar más de los 15 cm debajo del fondo previsto y el material escavado, deberá reponerse con material seleccionado granular que será apisonado en capas que no excedan los 0.10 metros hasta un nivel que corresponda a $\frac{1}{2}$ de diámetro del tubo.

Estas no se deben adelantar sustancialmente con respecto a la instalación de tuberías, no deberá exceder de 100 metros.

b) Excavación para estructuras de concreto

El contratista realizará todos los cortes necesarios que se indiquen en los planos o que ingeniero a cargo de proyecto precise.

Las obras deberán de ejecutarse de acuerdo a lo alineamientos, elevaciones, niveles y secciones que se muestren en los planos constructivos.

Si el resultado de la excavación al final es material inestable se deberá adicionar 20 cm los cuales serán rellenados y compactados con material selecto.

Si el contratista dispone de equipo especializado en excavación los podrá utilizar si el ingeniero supervisor lo aprueba, sin embargo, los últimos 0.10 metros antes de llegar a la rasante, deberán de realizarse manualmente.

5.7.9. Calidad y Restricción del trabajo

a) Los materiales de cualquier tipo de excavación, deben ser colocados de forma que no presente obstáculos y que, en todo caso, causen el mínimo de inconveniente, permitiendo el acceso seguro y apropiado a la propiedad pública.

- b) En la excavación, se deberá establecer un mínimo de 50 cm, de ancho entre el borde de la zanja y el pie del talud de la tierra extraída, con el propósito a la circulación cómoda del personal.
- c) Las zanjas deberán ser rellenadas dentro de las próximas 24 horas luego de que la tubería haya sido probada y haya cumplido todas las condiciones estipuladas y verificadas por el ingeniero.
- d) El periodo máximo de las zanjas a cuerpo libre no debe exceder los tres (3) días.
- e) El material excava que no clasifique para ser utilizado como relleno, o que se encuentre en exceso, deberá ser dispuesto fuera del Sitio de la Obra de una manera aprobada por el ingeniero.
- f) El contratista eliminará toda el agua que se colecte en las zanjas antes y después de la instalación de la tubería y aquellas obras de concreto que no especifique el contacto con el agua, el agua encontrada será eliminada por el contratista de una manera satisfactoria para el ingeniero.

5.7.10. Relleno y compactación

a) Relleno en zanjas

El relleno de las zanjas es necesario ajustar a los siguientes requerimientos:

- No se rellenarán las zanjas hasta que la tubería haya sido probada, desinfecta y lavada, a menos que ocurra un caso excepcional se omitiría este proceso.
- La primera etapa del relleno consistirá en cubrir un cuarto de la tubería, este deberá se colado en capas sin que excedan los 0.10 metros de espesor, deberá se compactada cuidadosamente debajo y a ambos costados de la tubería.
- La segunda etapa de relleno corresponde a un cubrimiento no mayo a los 0.30 metros desde la corona de tubo, cumpliendo el requisito de compactado por capas a cada 0.10 metros.

- El relleno dispuesto a utilizar deberá estar libre piedras, madera y cualquier tipo de material orgánico susceptible a la descomposición, el cual se podrá utilizar el relleno común (tierra suelta) o de igual manera el material selecto o una combinación de ambos según los criterios clasificatorios dado por el ingeniero.
- La tercera etapa de relleno consiste en el restante de la zanja hasta alcanzar el nivel original del terreno, con la singularidad que el grosor de las capas a compactar será de 0.15 metros como máximo, el material de relleno será el mismo extraído por la excavación, pero previamente escogido libre de basura y escombros mayores de 10 centímetros
- Se deberá realizar una inspección al finalizar el relleno y compactación, rellenado todas las secciones de la zanja que hayan bajado su nivel correspondiendo al terreno natural.
- La compactación mínima aceptable para las capas de relleno será del 95% PROCTOR estándar.

b) Compactación para zanjas

1. El material a ser compactado deberá de tener una cantidad aceptable de humedad siendo esta ni muy baja, ni saturada.
2. Las primeras dos etapas de relleno, serán compactadas con apisonadores manuales de madera o metálicas, en capas de 0.10 metros hasta lograr una compactación sólida y densidad uniforme.
3. En la tercera etapa de relleno que llegará hasta el nivel del terreno natural, deberá tener un contenido óptimo de humedad y homogeneidad, serán compactos con equipo motorizado y vibratorio de tal manera que cumplan con el 95% PROCTOR Estándar.

5.7.11. Tanque de mampostería de concreto ciclópeo sobre el suelo.

a) Movimiento de tierra

Consiste en el trazado y nivelación, excavación y relleno, tal como se indican en los planos.

Se removerá cualquier obstáculo que pueda interferir con los trabajos de construcción establecidos para esta obra.

b) Concreto ciclópeo en paredes

La mampostería de concreto ciclópeo consiste en la colocación de piedras de distintos tamaños en hiladas de distintas alturas, capas irregulares en un mortero de cemento 3:1 (tres partes de arena por cada parte de cemento).

La piedra deberá ser sana y durable, extraída del río más cercano de la localidad, tendrá que haber demostrado su aptitud a través de resultados satisfactorios logrados en un uso anterior.

c) Acabado interno de paredes

En la parte interna se aplicará un repello según los describe el Reglamento Nacional de la Construcción (RCN), utilizando un grosor de 1.5 centímetros con una proporción del mortero de tres a uno (3 partes de arena por 1 de cemento), se aplicará un fino de textura lisa, se tendrá especial cuidado con el curado de estos acabados, evitando agrietamiento por falta de humedad.

Se deberá impermeabilizar las paredes y el fondo del tanque se utilizará, impermeabilizante Sika-101 Mortero o su equivalente.

d) Accesorios del tanque

El contratista deberá suministrar los accesorios que se muestran en los planos constructivos o que aquí se especifican.

e) Tubería de llegada

La tubería de llegada al tanque proyectado será de PVC de 2", que previo a su entrada será convertida mediante un adaptador a tubería de H.G. de igual diámetro, contando además con válvulas de control de flujo (ver detalles en planos).

f) Tubería de salida

La tubería de salida será de H.G. de 2", provista de una válvula de compuerta del mismo diámetro de H.G., posterior a la válvula de compuerta será convertida en tubería de PVC de igual diámetro mediante un adaptador (ver detalles en planos).

g) Tubería de limpieza

Sera de 2" H.G. y está ubicada en el fondo de la unidad de almacenamiento. Cuenta para su operación con una válvula de compuerta de H.G. del mismo diámetro.

h) Tubería de ventilación

Consiste en tubería de material PVC de 2", formando con codos del mismo material, una "U" invertida. La entrada será protegida con cedazo fino (ver detalles en planos).

i) Tubería de rebose

Consiste en tubería 3" de diámetro H.G., que descargara hacia un canal rectangular de 0.20x0.30 cm (ver detalles en planos).

j) Escalera Interior

Se deberá suministrar e instalar una escalera interior, construida con peldaños de acero de refuerzo galvanizado de 5/8" de pulgada de diámetro. Los peldaños tendrán un ancho de 0.40 metros, siendo el espaciamiento de los mismos de 0.30 metros.

Estas serán ser pintadas según las especificaciones AWWA D102-84 para tanques de agua potable

k) Compuerta de entrada

Se construirá una entrada de inspección de acceso en el techo, dicha entrada deberá construirse conforme al detalle mostrado en los planos constructivos

I) Pruebas

Las pruebas que se le realizaran al tanque de almacenamiento consisten en la impermeabilidad la cual se hará de la siguiente forma:

Se llenará el tanque hasta la altura de rebose durante un periodo de 48 horas, se deberá de revisar el nivel del agua reponiendo la que sea consumida por la saturación de los materiales que forman parte de este, se dejará lleno por 72 horas mas no debiendo bajar el nivel más de 9 centímetros, cualquier fuga deberá ser revisada por el ingeniero y recomendada su reparación más adecuada.

5.7.12. Concreto y acero de refuerzo

Este deberá de cumplir las normas establecidas en el Reglamento Nacional de Construcción vigente.

Se deberán incluir todas las especificaciones de la American Society of Testing Materiales (ASTM) incluidas o simplemente mencionadas en estas especificaciones o en código anteriormente mencionados.

a) Resistencia del concreto

El concreto utilizado deberá de ser sometido por pruebas de resistencias, este tendrá un revestimiento mínimo de 2" y no mayor de 4".

La resistencia a la compresión especifica se medirá en cilindros de 15 x 30 centímetros a los 28 días tras la elaboración de este, según lo especifica las normas ASTM C-39-66.

Según lo especifique el ingeniero residente de obra el contratista deberá de tomar las muestras de hormigo, para luego llevar los cilindros al laboratorio a realizar de ensayos necesarios.

El concreto a utilizar en losas, vigas, columnas, cajas y otros elementos estructurales compuesto de este, excepto donde se indique lo contrario, tendrá una resistencia a la compresión de 3000 PSI (210 kg/cm²)

5.7.12.1. Especificaciones del concreto

a) Cemento

El cemento a utilizar deberá de cumplir las especificaciones ASTM-C-150-69, siendo de una marca conocida.

Deberá llegar al sitio de la construcción con su empaque original, de un lote de fabricación cercana y no deberá de mostrar signos de endurecimiento.

Se almacenará en bodegas secas, sobre polines de madera y en estibas de no más de 10 bolsas de altura.

b) Agua

El elemento líquido a utilizar en la mezcla deberá ser limpia y estar libre de sustancias como grasas y aceites, de materiales sólidos y orgánicos, ácidos, álcalis o impurezas que puedan afectar la resistencia y propiedades del concreto o del refuerzo.

c) Agregados

Todo agregado deberá de cumplir las especificaciones del ASTM para los agregados de concreto designación C-33-67, deberá de ser verificado por el ingeniero residente mediante su certificado de calidad.

Se deberá de seguir las recomendaciones de la Norma ACI-211.1-81 para el agregado tipo piedra triturado, deberá ser limpia, pura y durable, el tamaño máximo permitido de agregado grueso será de $\frac{3}{4}$ " del espaciamiento libre entre varillas de refuerzo.

Para el agregado fino (arena) se deberá cumplir con las especificaciones ASTM C-33-59, de forma que la arena deberá ser limpia, libre de materia vegetal, mica, limo, materias orgánicas etc. De tal manera que esta permita obtener un concreto denso sin exceso de cemento, así como la resistencia requerida.

5.7.13. Curado del concreto

Luego del desencofrado de cualquier elemento estructural de concreto, se mantendrá húmedo todo el día por un periodo de 7 días, en caso de la fundación masiva para el tanque, se esparcirá una capa de arena en toda la superficie, la cual se mantendrá húmeda todo el tiempo durante los siete días del curado, el contratista deberá ser quien preste atención todo el tiempo.

5.7.14. Acero de refuerzo

El acero de refuerzo deberá cumplir las especificaciones ASTM-A-305 y ASTM-A-615, para barras deformadas (Corrugadas), grado 40 con un límite de fluencia $F_y = 2,800 \text{ kg/cm}^2$.

El contratista deberá de verificar que el acero de refuerzo este limpio de toda suciedad y óxido superficial, las varillas se doblaran en frio como es común, ajustando las especificaciones presentadas en los planos, sin errores mayores a 1 centímetro.

5.7.15. Descripción de la obra

a) Obras de captación

- Instalación de equipo de bombeo de 3 HP, columna de bombeo HG diámetro de 2", profundidad 169 pies, plato de soporte de columna y panel de arranque.
- Instalación eléctricas y control de equipo de bombeo.
- Instalación de sarta de equipo de bombeo de 2", válvulas y accesorios, bloques de reacción.
- Caseta de control de bombeo de mampostería, con iluminación interior y exterior

b) Línea de conducción

- Instalación de línea de conducción condición pozo-tanque, diámetro establecido 2", PVC SDR-26, Longitud 323.40 metros lineales.

- Pruebas hidrostáticas.

c) Tanque de almacenamiento

- Construcción de tanque para soportar un volumen de 16.52 metros cúbicos, de forma trapezoidal con paredes de mampostería de concreto ciclópeo y losa superior e inferior de concreto reforzado.
- Instalación de medidor en tubo de salida de tanque, Turbo Bar de 2", válvula de pase diámetro 2" a la entrada y salida del tanque, válvula de limpieza de pase tipo HF 2"; con su caja de protección apropiada.
- Instalación de sistema de control de nivel en el tanque (Válvula).

d) Red de distribución

- Instalación de 1353.76 metros de Tubería PVC SDR-26 de \varnothing 2" Pulg.
- Instalación de válvulas de compuerta tipo HF \varnothing 2" Pulg.
- Instalación de válvulas de compuerta de bronce \varnothing 1" Pulg, para limpieza del sistema.
- Instalación de válvulas de vacío \varnothing $\frac{3}{4}$ " Pulg.
- Realizar pruebas hidrostáticas en la red de distribución

e) Conexiones domiciliarias

- Construcción de 100 conexiones domiciliarias \varnothing $\frac{1}{2}$ " (Pulg), con su respectivo medidor y su caja protectora tipo medio ambiente 2016.
- La ubicación de toma deberá establecerse lo más cercano posible a la vivienda dentro de la misma propiedad de acuerdo a la demanda de cada beneficiario.
- Construcción de una conexión \varnothing $\frac{1}{2}$ " (Pulg) para la iglesia evangélica de la localidad, con su respectivo medidor y su caja de protección medio ambiente 2016.

CAPÍTULO VI
CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES

6. Conclusiones y recomendaciones

6.1. Conclusiones

1.El estudio socioeconómico correspondiente al diseño del mini acueducto por bombeo eléctrico para la Comunidad Horizonte Azul, refleja la calidad de vida de los integrantes de ésta, se verificó la necesidad más básica que tiene la población, con la implementación de este sistema de abastecimiento propuesto en el presente estudio, los habitantes del asentamiento mejorarían de forma sustancial las condiciones higiénico-sanitarias en las que habitan.

Según los estudios realizados y verificados en las normas establecidas por el INAA, la fuente de abastecimiento propuesta es apta para la implementación del sistema de agua potable, esta es capaz de suministrar agua según las dotaciones más adecuadas a las necesidades de la comunidad durante el periodo de diseño considerado, así mismo se demostró mediante los análisis físicos-químicos que esta no presenta sustancias y/o bacterias que sean perjudiciales, los cuales se encuentran en los límites permisibles según las normas CAPRE y el INAA, por lo tanto solo se implementará la cloración para garantizar la protección del agua contra riesgos de infecciones de origen hídrico.

2.La geomorfología que se evidenció en el levantamiento topográfico demuestra la viabilidad de un sistema de distribución gravitacional para el abastecimiento de todas las viviendas, desde el tanque de almacenamiento, arrojando presiones dentro de los parámetros establecidos en las normas.

3.La hidráulica de diseño se aplicó satisfactoriamente determinando todas la condiciones y parámetros establecidas por el INAA, por ende, el sistema permite abastecer el 100% de la comunidad durante el periodo de diseño.

4.Se estimaron los costos necesarios para la implementación de este proyecto de agua potable para la Comunidad Horizonte Azul, que corresponde a C\$ 3,168,614.19, también se definieron datos necesarios para el cálculo de la tarifa

mensual la cual se promedió en C\$ 167.49, siendo esta aceptada en la comunidad según los datos reflejados en la encuesta socioeconómica.

5. Conforme a los datos obtenidos en el estudio ambiental, los conjuntos de tareas de construcción causarían impactos de baja influencia en la zona siendo estos de forma temporal, los cuales pueden ser contrarrestados siguiendo una serie de medidas para no causar perjuicios mayores.

Según todo lo abordado en este documento, se concluye que el sistema propuesto (MABE), es el más adecuado, habiendo considerado los escenarios que se desarrollan dentro de la comunidad, obtenido resultados satisfactorios por los habitantes.

6.2. Recomendaciones

1. A causa de la situación desmejorada que presenta la comunidad en referencia a la contaminación de los suelos y posible contaminación de las aguas subterráneas por consecuencia a los desechos sólidos domésticos y aguas grises sobre los patios, los pobladores deben ser capacitados y adecuados para que logren construir, mantener y operar su propio proyecto de agua.
2. Deberá conformar un comité de Agua Potable (CAP), que vele por el manejo, cuidado y mantenimiento del servicio, el comité deberá sostener reuniones periódicas a lo interno.
3. Se recomienda realizar estudios periódicos a la calidad del agua con el fin de evaluar la fuente, si estos no cumplieran con los parámetros establecidos por el INAA, se deberá calcular la dosificación necesaria para potabilizar el agua, se deberá considerar si es necesario otra alternativa para lograrlo.
4. Se deberá consumir el agua exclusivamente para las necesidades humanas y actividades domésticas, no utilizar el agua para el cultivo, ni para el consumo y baño de grandes animales; o cualquier actividad no considerada durante el diseño o que resulte inapropiada a saber por el CAP.
5. Se deben designar encargados que realicen las labores de operación y mantenimiento del sistema.
6. Se recomienda mantener un fondo monetario para enfrentar reparación eventual del sistema, así como de los elementos necesarios para esto.
7. Se deberán realizar limpieza constante del tanque de almacenamiento y del sistema de cloración.

Bibliografía

- Acosta Alvares, G. &. (1985). Hidráulica Básica Para Ingenieros Sanitarios. México.
- CAPRE. (1993). Normas de calidad del agua para consumo humano. Managua.
- De las Heras. (2011). Fluidos, Bombas e Instalaciones Hidráulicas. Barcelana: Publicacions Académiques Digitals.
- ENACAL. (1999). Manual de Normas y Procedimientos Técnicos para la Implementación de Proyectos de Agua Potable y Saneamiento en el Sector Rural Disperso de Nicaragua. Nicaragua.
- FISE. (2007). Manual de Administración de Ciclo de Proyecto Municipal Managua. Nicaragua.
- FISE. (2008). Manual Ambiental del programa de Agua y Saneamiento Rural.
- INAA. (s.f). Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural (NTON 09 001-99). Managua.
- INAA. (s.f). Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural (NTON 09 001-99). Managua.
- INIDE. (2015). Instituto Nacional de Información y Desarrollo. Managua .
- OMS. (2015). Organización Mundial de la Salud .
- Rosich, E. M. (1987). El Golpe de Ariete en Impulsiones. Madrid: Bellisco.
- SISGA-FISE. (2017). Sistema de Gestion Ambiental, Manual de Normas y Procedimientos. Managua.

Anexo A. Modelo de encuesta socioeconómica para proyectos de agua.

ENCUESTA SOCIOECONÓMICA DE AGUA Y SANEAMIENTO

Departamento: _____ Municipio: _____

Comunidad: _____ Fecha: ___/___/___

¿Quién es Responsable del Hogar?:

Padre _____ Madre _____ Otro _____

Nombre de la persona Encuestada: _____

Tipo de Proyecto: _____

Datos personales: (Iniciar con el responsable del hogar)

N°	Nombre y Apellido	Parentesco	Sexo		Edad							Nivel de escolaridad	Ocupación	
			M	F	< 5	6 a 15	16 a 25	26 a 35	36 a 59	> 60				
1		Jefe de hogar												
2														
3														
4														
5														
6														
7														

I. CONDICIONES DE LA VIVIENDA

- La vivienda es: a) Propia _____ b) Prestada _____ c) Alquilada _____
- Las paredes son: a) Bloque _____ b) Ladrillo _____ c) Madera _____ d) Adobe _____ Otros _____
- El piso es: a) Madera _____ b) Tierra _____ c) Ladrillo _____ d) Otros _____
- El techo es: a) Zinc _____ b) Teja _____ c) Madera _____ d) Palma _____ e) Otros _____
- Cuántas divisiones tiene la vivienda: a) + de tres _____ b) Tres _____ b) Dos _____ c) No tiene _____
- Resumen del estado de la vivienda: a) Buena _____ b) Regular _____ c) Mala _____

II. SITUACIÓN ECONÓMICA DE LA FAMILIA

7. ¿Cuántas Personas del hogar trabajan?

Dentro de la Comunidad: H _____ M _____ Total _____

Fuera de la comunidad: H _____ M _____ Total _____

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

¿De cuánto fue el último pago de energía eléctrica, realizado en el hogar? _____

8. ¿En que trabajan las personas del hogar?

a) Ganadería _____ b) Agricultura _____ c) Jornaleros _____ Otros _____ Cuál? _____

9. ¿Qué cultivos realizan?

a) Arroz _____ b) Frijoles _____ c) Maíz _____ d) Otros _____ ¿Cuál? _____

10. ¿Tienen Ganado?

Si _____ No _____ Cuánto (indicar cantidades): a) Vacuno _____ b) Equino _____ c) Caprino _____ d) otro _____

11. ¿Tienen animales Domésticos?

Si _____ No _____ Cuánto (indicar cantidades): a) Cerdos _____ b) Gallinas _____

12. ¿Los animales domésticos están?

a) Encerrados _____ b) Amarrados _____ c) Suelos _____

13. ¿Los animales domésticos se abastecen de agua en?

a) El Río _____ b) Quebrada _____ c) Pozo _____

III. SANEAMIENTO E HIGIENE AMBIENTAL DE LA VIVIENDA (Observar, verificar)

14. ¿Tienen Letrina?

¿Si _____ En qué estado se encuentra? a) Buena _____ b) Regular _____ c) Mala _____ (verificar)

No _____ Estaría dispuesto/a en construir su letrina Sí _____ No _____

15. ¿Quiénes usan la Letrina?

a) Adultos _____ b) Niños/as _____ c) Otros familiares _____

16. ¿La letrina está construida en suelo?

a) Rocoso _____ b) Arenoso _____ c) Arcilloso _____ d) otro _____

17. ¿Qué hacen con las aguas servidas de la casa?

a) La riegan ___ b) La dejan correr _____ c) Tienen zanja de drenaje _____ d) Tiene filtro para drenaje _____

18. Existen charcas en el patio?

a) Si _____ (pasar # 19) b) No _____

19. Como eliminan las charcas? a) Drenando _____ b) Aterrando _____ c) Otros _____

IV. RECURSOS Y SERVICIOS DE AGUA

20. ¿Cuentan con servicio de agua?

a) Si _____ Cual: _____

b) No _____ Como se abastecen: _____

c) ¿Cuánto pagan de agua al mes? _____

21. ¿Quién busca o acarrea el agua?

a) La mujer _____ b) El hombre _____ c) Los niños/as _____ d) Otros _____ Quien?

22. ¿Cuántos viajes realizan diario para buscar el agua que utilizan? _____

23. ¿En qué almacena el agua?

a) Barriles _____ b) Bidones _____ c) Pilas _____ d) Galones _____

24. ¿Los recipientes en que se almacena el agua los mantienen?:

a) Tapados _____ b) Destapados _____ c) Como _____ (verificar)

25. ¿La calidad del agua que consumen en el hogar, la considera:

a) Buena _____ b) Regular _____ c) Mala _____

26. ¿Qué condiciones tiene el agua que consumen (se puede marcar varias situaciones)

a) Tiene mal sabor _____ b) Tiene mal olor _____ c) Tiene mal color _____

V. PROGRAMA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO RURAL

27. Le gustaría tener Servicio de Agua Potable en su hogar?

a) Si ____ b) No ____ c) Por qué?

28. Cuanto estaría dispuesto/a en pagar por este servicio?
(marcar una)

a) C\$ 51 a 100 ____ b) 101 a 150 ____ c) + de 150 ____ d) No estaría
dispuesto/a ____ ¿Por qué? _____

VI. ORGANIZACIÓN COMUNITARIA:

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

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

¿No ____ Por qué? _____

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

a) Hombres ____ b) Mujeres ____ c) Total ____

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

a) Si ____ b) No ____ c) Porque _____

VII. SITUACION DE SALUD EN LA VIVIENDA Enfermedades padecidas por los miembros del hogar durante el pasado año (cuantos).

Enfermedades	Grupos de Edad						Observaciones
	< 5	6 - 15	16 - 25	26 - 35	36 a 59	>60	
Diarrea (cantidad)							
Tos (cantidad)							
Refriado (cantidad)							
Malaria (cantidad)							
Dengue (cantidad)							
Parasitosis (cantidad)							
Infección Renal (cantidad)							
Tifoidea (cantidad)							
Hepatitis (cantidad)							
Enfermedad Dérmica (piel)							
Otras							

a) ¿Están vacunados los niños y niñas?

Si ____ ¿No ____ Por qué? _____

33. ¿Las personas que habitan en esta vivienda practican hábitos de higiene cómo?:

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

¿Hacen buen uso del Agua a) Si _____ b) No _____ c) Por qué? _____

¿Hacen buen uso de la letrina a) Si _____ b) No _____ c) Por qué? _____

34. Cuantos niños y niñas nacieron y/o fallecieron en este hogar, durante el año pasado?

Vivos/as: Niñas _____ Niños _____ Total _____

Fallecidos/as: Niñas _____ Niños _____ Total _____

¡GRACIAS!

Nombre del Encuestador(a)

Anexo B. Fotografías Comunidad Horizonte Azul.



Fotografía 1: Fuente - Pozo perforado
Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 2: Vía principal dela Comunidad Horizonte Azul.
Fuente: Elaboración propia.

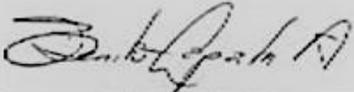
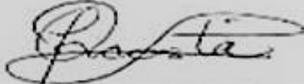


Fotografía 3: Estado de las letrinas.
Fuente: Elaboración propia.

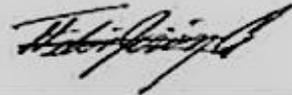


Fotografía 3: Encunetado de la Comunidad Horizonte Azul.
Fuente: Elaboración propia.

Anexo C. Análisis Físico –Químico-1.

 LAQUISA Tels: (2222 2451) Cel: (504 42290) Cel: (504) 8824244	LABORATORIOS QUIMICOS S.A. LAQUISA																																											
INFORME DE ANÁLISIS																																												
Cliente: Alcaldía Municipal de Matagalpa	Lugar muestreo:																																											
Dirección: Biblioteca de los Bancos 1 cuadra al oeste, Alcaldía Municipal de Matagalpa	Munic./Depto.: Matagalpa																																											
Nombre muestra: Pozo Comunidad Horizonte Azul	Fecha muestreo:																																											
Descripción muestra: Agua	Fecha informe: 02/04/2018																																											
Fecha ingreso: 22/03/2018	Muestreado por: Cliente																																											
Ref. laboratorio: Ag-0286-18																																												
Número de muestreo:																																												
<table border="1"><thead><tr><th>Análisis</th><th>Unidad</th><th>Resultado</th></tr></thead><tbody><tr><td>Sodio</td><td>mg/l</td><td>39.52</td></tr><tr><td>Potasio</td><td>mg/l</td><td>0.27</td></tr><tr><td>Calcio</td><td>mg/l</td><td>72.45</td></tr><tr><td>Magnesio</td><td>mg/l</td><td>17.11</td></tr><tr><td>Carbonatos</td><td>mg/l</td><td><2.4</td></tr><tr><td>Bicarbonatos</td><td>mg/l</td><td>345.48</td></tr><tr><td>Sulfatos</td><td>mg/l</td><td>10.48</td></tr><tr><td>Cloruros</td><td>mg/l</td><td>15.90</td></tr><tr><td>Nitritos</td><td>mg/l</td><td><0.003</td></tr><tr><td>Nitratos</td><td>mg/l</td><td>17.28</td></tr><tr><td>Fosfatos</td><td>mg/l</td><td>0.11</td></tr><tr><td>Dureza Como Carbonato de Calcio</td><td>mg/l</td><td>251.43</td></tr><tr><td>Fluoruros</td><td>mg/l</td><td>0.25</td></tr></tbody></table>	Análisis	Unidad	Resultado	Sodio	mg/l	39.52	Potasio	mg/l	0.27	Calcio	mg/l	72.45	Magnesio	mg/l	17.11	Carbonatos	mg/l	<2.4	Bicarbonatos	mg/l	345.48	Sulfatos	mg/l	10.48	Cloruros	mg/l	15.90	Nitritos	mg/l	<0.003	Nitratos	mg/l	17.28	Fosfatos	mg/l	0.11	Dureza Como Carbonato de Calcio	mg/l	251.43	Fluoruros	mg/l	0.25		
Análisis	Unidad	Resultado																																										
Sodio	mg/l	39.52																																										
Potasio	mg/l	0.27																																										
Calcio	mg/l	72.45																																										
Magnesio	mg/l	17.11																																										
Carbonatos	mg/l	<2.4																																										
Bicarbonatos	mg/l	345.48																																										
Sulfatos	mg/l	10.48																																										
Cloruros	mg/l	15.90																																										
Nitritos	mg/l	<0.003																																										
Nitratos	mg/l	17.28																																										
Fosfatos	mg/l	0.11																																										
Dureza Como Carbonato de Calcio	mg/l	251.43																																										
Fluoruros	mg/l	0.25																																										
<p><i>LAQUISA, es responsable de la exactitud de los resultados de la muestra recibida Para la reproducción de este informe deberá haber un escrito autorizado.</i></p>																																												
 Lic. Benito Zapata Amaya Gerente General		 Lic. Indiana Lucia Acosta López Responsable de Agua																																										
Página 1 de 4																																												
Carretera León - Managua Km. 83 Apartado 154 - León, Nicaragua laquisa@gmail.com																																												

Anexo C. Análisis Físico –Químico-2.

 <p>LAQUISA Teléfono: (2222-2492) C.A. CFC: 88642640 C.A. HON: 88642648</p>	<p>LABORATORIOS QUIMICOS S.A. LAQUISA</p>										
INFORME DE ANÁLISIS											
Cliente: Alcaldía Municipal de Matagalpa	Lugar muestreo:										
Dirección: Biblioteca de los Bancos 1 cuadra al oeste, Alcaldía Municipal de Matagalpa	Munic./Depto.: Matagalpa										
Nombre muestra: Pozo Comunidad Horizonte Azul	Fecha muestreo:										
Descripción muestra: Agua	Fecha informe: 02/04/2018										
Fecha ingreso: 22/03/2018	Muestreado por: Cliente										
Ref. laboratorio: Ba-0286-18											
Número de muestreo:											
<table border="1"><thead><tr><th>Análisis</th><th>Unidad</th><th>Resultado</th></tr></thead><tbody><tr><td>Coliformes Totales</td><td>UFC/100ml</td><td>0</td></tr><tr><td>Coliformes Fecales</td><td>UFC/100ml</td><td>0</td></tr></tbody></table>	Análisis	Unidad	Resultado	Coliformes Totales	UFC/100ml	0	Coliformes Fecales	UFC/100ml	0		
Análisis	Unidad	Resultado									
Coliformes Totales	UFC/100ml	0									
Coliformes Fecales	UFC/100ml	0									
<p><i>LAQUISA, es responsable de la exactitud de los resultados de la muestra recibida. Para la reproducción de este informe deberá haber un escrito autorizado.</i></p>											
 Lic. Benito Zapata Amaya Gerente General		 Lic. Félix Antonio Jirón Cantillo Responsable de Bacteriología									
Página 4 de 4											
Carretera León - Managua Km. 83 Apartado 154 - León, Nicaragua laquisa@gmail.com											

Anexo D. Análisis de sustancias no deseadas

 LAQUISA Tele-fax: (2222-2455) Cel. DPC: 88942920 Cel. Móvil: 88542644	LABORATORIOS QUIMICOS S.A. LAQUISA										
INFORME DE ANÁLISIS											
Cliente: Alcaldía Municipal de Matagalpa	Lugar muestreo:										
Dirección: Biblioteca de los Bancos 1 cuadra al oeste, Alcaldía Municipal de Matagalpa	Munic./Depto.: Matagalpa										
Nombre muestra: Pozo Comunidad Horizonte Azul	Fecha muestreo:										
Descripción muestra: Agua	Fecha informe: 02/04/2018										
Fecha ingreso: 22/03/2018	Muestreado por: Cliente										
Ref. laboratorio: Ag-0346-18											
Número de muestreo:											
<table border="1"><thead><tr><th>Análisis</th><th>Unidad</th><th>Resultado</th></tr></thead><tbody><tr><td>Arsénico</td><td>mg/l</td><td>0.009</td></tr><tr><td>Hierro</td><td>mg/l</td><td><0.06</td></tr></tbody></table>	Análisis	Unidad	Resultado	Arsénico	mg/l	0.009	Hierro	mg/l	<0.06		
Análisis	Unidad	Resultado									
Arsénico	mg/l	0.009									
Hierro	mg/l	<0.06									
<p><i>LAQUISA, es responsable de la exactitud de los resultados de la muestra recibida. Para la reproducción de este informe deberá haber un escrito autorizado.</i></p>											
 Lic. Benito Zapata Amaya Gerente General		 Lic. Indiana Lucia Acosta López Responsable de Agua									
Página 3 de 4											
Carretera León - Managua Km. 83 Apartado 154 - León, Nicaragua laquisa@gmail.com											

Anexo F. Informe de prueba de bombeo.

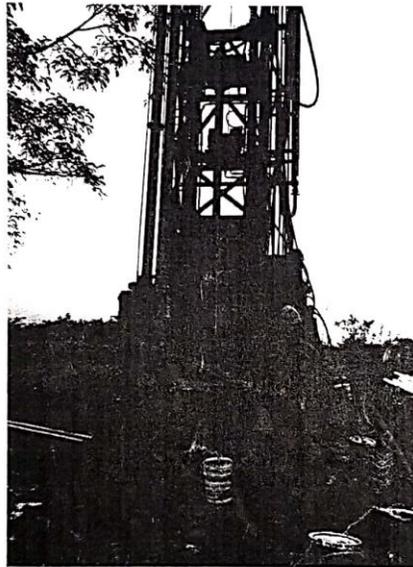


00000261

Managua, 24 de Agosto del 2017

"INFORME DE PRUEBA DE BOMBEO"

Ubicación: COMUNIDAD HORIZONTE AZUL, MUNICIPIO DE MATAGALPA,
DEPARTAMENTO DE MATAGALPA.



*Planes de Altamira, Casa #198 Managua, Nicaragua 505-2278-0924
www.abacusdrilling.com info@abacusdrilling.com*

CS

Anexo F. Informe de prueba de bombeo 1.



00000260

INFORME DE PRUEBA DE BOMBEO

Cliente	ALCALDIA MUNICIPAL DE MATAGALPA
Tipo de Prueba de Bombeo	Abierta
Fecha de Prueba de Bombeo	23 de Agosto del 2017
Hora De Llegada de Equipo	12:00 pm del 23 de Agosto del 2017
Hora de Inicio	5:00 pm
Hora Final	5:00 pm
Tiempo de Prueba de Bombeo	24 Horas
Ubicación	COMUNIDAD HORIZONTE AZUL
Pozo	Nuevo
Profundidad	400' pies.
Ø de Tubería Revestimiento	4" PVC SDR26
Nivel Estático	169'
Nivel de Bombeo	Q = 200'
Galones por minuto	Q = 61gpm
Recuperación	NO HUBO ABATIMIENTO
Técnico	Jose Buitrago

Prueba de Bombeo de 24 Horas.					
Tiempo		N. Est	169'	Resumen de Aforo de Pozo.	
H. Inicial	H. Final	Abat.	GPM	Observaciones Inicio de Prueba de Bombeo.	
5:00					
5:00	7:00	No hubo abatimiento	50	Q: 50	
7:00	9:00				
9:00	11:00				
11:00	01:00				
01:00	03:00				
03:00	05:00			AGUA CRISTALINA	
05:00	07:00				
07:00	09:00			61	Q: 61
09:00	12:00				AGUA CRISTALINA
12:00	3:00				CAUDAL ESTABLE
3:00	5:00				

Planes de Altamira, Casa #198 Managua, Nicaragua 505-2278-0924
www.abacusdrilling.com info@abacusdrilling.com

07

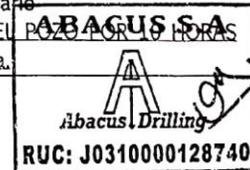
Anexo F. Informe de prueba de bombeo 2.



00000262
Código: WA17027

Propietario: ALCALDIA MUNICIPAL DE MATAGALPA
 Dirección: Comunidad Horizonte Azul, Municipio de Matagalpa, Matagalpa.
 Localización del pozo: Latitud 12.926500°, Longitud -85.965800°
 Perforador: Guillermo Sanchez (T011-T002) / Oscar Jarquin (T005)
 Fecha Finalización: Martes, 8 de Agosto 2017

Propósito del pozo:				Distancia					Hoja de Registro				
Domestico	Industrial	Municipal	X	Casing		Desde	Hasta	Material	Desde	Hasta			
Irrigation	Prueba del pozo	Otros		0	3	Arcilla							
Tipo de Pozo:				3	15	Cascajo							
Nuevo	X	Excavado		15	160	Dacita							
Profundizar		Percusión	X	160	210	Andecita							
Recondicionar		Rotación	X	210	300	Cascajo color Amarillo							
Dimensiones:				300	400	Roca Semicompacta color gris oscuro							
Diámetro		6"											
Pies Perforado		400' Pies											
Profundidad Completa del Pozo		400' Pies											
Detalles de la Perforación:				DISEÑO DE REVESTIMIENTO									
Instalación de tubería PVC SDR26 DE 4"				400	380	Tubería ciega							
203 Tubería ciega				380	320	Tubería ranurada							
200 Tubería ranurada				320	300	Tubería ciega							
2 Tapones hembra de 4"				300	220	Tubería ranurada							
Cedazo: N/A				220	200	Tubería ciega							
Tipo: N/A Modelo: N/A				200	140	Tubería ranurada							
Diámetro: N/A Tamaño: N/A				140	-3	Tubería Ciega							
Superficie sellada: Si													
Empaque de Grava													
20' Sello sanitario													
Base de concreto 2 x 2 x 2													
BOMBA DE MECATE													
Nivel del Agua: NEA 169'													
1ra Fuente: 205' - 210'													
Prueba de capacidad del Pozo: +100GPM													
				Continuar atrás si es necesario									
				LIMPIEZA Y DESARROLLO DEL POZO POR 10 HORAS									
				No se hizo analisis de agua.									



Planes de Altamira Managua, Nicaragua 505-2278-0924
www.abacusdrilling.com info@abacusdrilling.com

Anexo F. Informe de prueba de bombeo 3.



00000259

CRONOLOGICO DE PRUEBA

Prueba de Bombeo 24 Horas.					
Tiempo		N. Est	169'	Resumen de Aforo de Pozo.	
Horas	Minutos.	Bombeo	Abat.	GPM	Observaciones
12:00	10	169'		50	Inicio de Prueba de Bombeo.
12:10	15				Q = 50 GPM
12:15	20				
12:20	25				
12:25	30				
12:30	40				
12:40	50				
12:50	60				
1:00	75				
1:15	85				
1:25	95				
1:35	105				
1:45	120				
2:00	150				
2:30	180				
3:00	210				
3:30	240				
4:00	270				
4:30	300				
5:00	330				
5:30	360				
6:00	390				
7:00	450				
8:00	510				
9:00	570				
10:00	630				
12:00	750				
02:00	870				
04:00	990				
06:00	1110				
08:00	1230		61		

Planes de Altamira, Casa #198 · Managua, Nicaragua 505-2278-0924
www.abacusdrilling.com info@abacusdrilling.com



Anexo F. Informe de prueba de bombeo 4.



00000258

10:00	1350	169'	80	61	Q = 61 GPM
12:00	1470	169'	80	61	

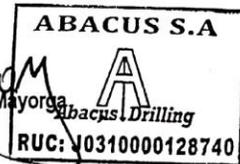
Recuperación					
Tiempo		N. Dinámico	N. Recup.	Resumen de Aforo de Pozo.	
H. Inicial	H. Final		Recupt.	Recupt.	Observaciones/Minutos
5:00					
5:00	5:00.00	169'	169'	0'	NO HUBO DESCENSO

Recomendaciones:

Durante la prueba de bombeo no hubo descenso del agua, por lo que se podría explotar el pozo a mas de 100GPM, pero con la limitante del diametro de revestimeto unicamente se podria para 70GPM con un nivel de bombeo a los 200' en 2" de tubería de columna más el cuerpo de bomba y motor sumergible para una CTD maxima de 250'.

Aientamente,


 Ing. Oscar Bravo Mayorga
 Operaciones



Planes de Altamira, Casa #198 Managua, Nicaragua 505-2278-0924
www.abacusdrilling.com info@abacusdrilling.com

Anexo G. Histograma de evaluación de emplazamiento para la fuente de abastecimiento

HISTOGRAMA DE EVALUACIÓN DE EMPLAZAMIENTO																
Proyecto		Diseño de Abastecimiento de agua potable														
Ubicación		Comunidad Horizonte Azul														
Componente	Variable	Para uso de formulador Fuente de Captación							Para uso del Técnico Municipal y/o asesor municipal							
		N.A	E	P	E	P	E	P	N.A	E	P	E	P	E	P	
		0	1	3	2	2	3	1	0	1	3	2	2	3	1	
Bioclimático	Orientación							X								
	precipitación							X								
	Ruidos							X								
	Calidad del Aire							X								
Geología	Sismicidad	X														
	Erosión	X														
	Uso de Suelo							X								
	Deslizamientos	X														
	Rangos de Pendientes	X														
	Calidad del Suelo							X								
Ecosistemas	Suelos Agrícolas							X								
	Hidrología Superficial	X														
	Áreas protegidas o de alta sensibilidad	X														
	Sedimentación	X														
Medio Construido	Radio de Cobertura							X								
	Accesibilidad							X								
	Acceso a los Servicios							X								
Interacción	Desechos Sólidos							X								
	Líneas de alta Tensión				X											
	Peligros de Incendio				X											
	Lugares de Vicios	X														
Intitución Social	Conflictos Territoriales							X								
	Marco Legal							X								
	Seguridad Ciudadana							X								
	Participación Ciudadana							X								
	Plan Inversión Municipal y Sostenibilidad							X								
									X							
Frecuencia (F)		Suma	0	2	16	Suma										
Escala x Peso x Frecuencia (ExPxF)		56	0	8	48											
Peso x Frecuencia (PxF)		20	0	4	16											
Valor Total (ExPxF)/(PxF)		2.80														
Rangos		1 - 1.5	1.6 - 2	2.1 - 2.5	>2.5	1 - 1.5	1.6 - 2	2.1 - 2.5	>2.5							
Observaciones: Valores superiores a 2.6 significa que el sitio no es peligroso, muy bajo riesgo y/o buena calidad ambiental para el emplazamiento del proyecto, por lo que el FISE considera este sitio elegible para el desarrollo de la inversión																

Anexo H. Histograma de evaluación de emplazamiento para el Tanque de almacenamiento.

HISTOGRAMA DE EVALUACIÓN DE EMPLAZAMIENTO																
Proyecto		Diseño de Abastecimiento de agua potable														
Ubicación		Comunidad Horizonte Azul														
Componente	Variable	Para uso de formulador Tanque de Almacenamiento							Para uso del Técnico Municipal y/o asesor municipal							
		N.A	E	P	E	P	E	P	N.A	E	P	E	P	E	P	
		0	1	3	2	2	3	1	0	1	3	2	2	3	1	
Bioclimático	Orientación							X								
	precipitación							X								
	Ruidos							X								
	Calidad del Aire							X								
Geología	Sismicidad	X														
	Erosión	X														
	Uso de Suelo							X								
	Deslizamientos	X														
	Rangos de Pendientes	X														
	Calidad del Suelo							X								
Ecosistemas	Suelos Agrícolas							X								
	Hidrología Superficial	X														
	Áreas protegidas o de alta sensibilidad	X														
	Sedimentación	X														
Medio Construido	Radio de Cobertura							X								
	Accesibilidad							X								
	Acceso a los Servicios							X								
Interacción	Desechos Sólidos							X								
	Líneas de alta Tensión	X														
	Peligros de Incendio	X														
	Lugares de Vicios	X														
Intitución Social	Conflictos Territoriales							X								
	Marco Legal							X								
	Seguridad Ciudadana							X								
	Participación Ciudadana							X								
	Plan Inversión Municipal y Sostenibilidad							X								
Frecuencia (F)		Suma	0	0	0	0	16	Suma								
Escala x Peso x Frecuencia (ExPxF)		48	0	0	0	0	48									
Peso x Frecuencia (PxF)		16	0	0	0	0	16									
Valor Total (ExPxF)/(PxF)		3.00														
Rangos		1 - 1.5	1.6 - 2	2.1 - 2.5	2.6 - 3	3.1 - 3.5	>3.5	1 - 1.5	1.6 - 2	2.1 - 2.5	2.6 - 3	3.1 - 3.5	>3.5			
Observaciones: Valores superiores a 2.6 significa que el sitio no es peligroso, muy bajo riesgo y/o buena calidad ambiental para el emplazamiento del proyecto, por lo que el FISE considera este sitio elegible para el desarrollo de la inversión																

Anexo I. Costo y presupuesto

MÓDULO DE COSTO Y PRESUPUESTO DE PROYECTOS
ETAPA Y SUB-ETAPAS
PROYECTOS DE AGUA Y SANEAMIENTO - MABE O MAG
FONDO DE INVERSIÓN SOCIAL DE EMERGENCIA (FISE)- SECCION 7 (310 A 371)

ETAPA	SUB-ETAPA	Código	ACTIVIDAD	U/M	CANT.	COST-UNI	COST-TOTAL
310			PRELIMINARES	GLB			C\$55,843.10
	01		Trazado y Nivelación Para Tuberías de Agua potable	ML	1,353.40	C\$27.59	C\$37,340.31
	05	4277	Rotulo Tipo FISE 1.22 m x 2.44 m (Estructura Metálica + Forro De Zinc Liso) con bases de concreto	C/U	1.00	C\$18,502.79	C\$18,502.79
320			LINEA DE CONDUCCIÓN	ML	323.4037		C\$97,663.18
	01		Excavación para tubería	M3			
		95330	Excavación Manual de zanja en terreno natural ancho de : 0.50 m a 1 m, prof 1.01m a 2.00 m	M3	194.04	C\$167.32	C\$32,467.14
	11		Relleno y compactación	M3			
		92226	Relleno y compactación manual	M3	194.04	C\$107.89	C\$20,935.22
	15		Instalación de tubería	ML			
		96532	Tubería de PVC Durman Esquivel Diámetro = 2" (50 mm) SDR26	ML	323.40	C\$126.81	C\$41,010.82
	23		Pruebas hidrostáticas	C/U			
		93282	Prueba con bomba manual en tubería, L= 300 para proyectos de agua potable	C/U	1.00	C\$3,250.00	C\$3,250.00
330			LINEA DE DISTRIBUCIÓN	ML	1353.02		C\$405,290.25
	01		Excavación de tubería	M3			
		95530	Excavación manual de zanja en terreno natural	M3	811.81	C\$167.32	C\$135,832.38
	09		Relleno y compactación	M3			
		92226	Relleno y compactación manual	M3	811.81	C\$107.89	C\$87,586.40
	21		Instalación de tuberías	ML			

		96532	Tubería de PVC Durman Esquivel Diámetro = 2" (50 mm) SDR26	ML	1,353.02	C\$124.81	C\$168,870.43
	22		Pruebas hidrostáticas	C/U			
		93282	Prueba con bomba manual en tubería, L= 300 para proyectos de agua potable	GLB	4.00	C\$3,250.26	C\$13,001.04
	23		Válvulas y accesorios	GLB	1.00		C\$56,559.15
		3145	Suministro e instalación de válvula compuerta HF c/cuadrante / brida, diámetro 50 mm, con su flange y kit para instalar.	C/U	3.00	C\$10,474.41	C\$31,423.23
		93121	Protección de válvula con tubería Durman Esquivel PVC " SDR-41, incluye adaptador PVC SDH 40 macho 6" y tapón 6" PVC SDH -40 Roscado	C/U	3.00	C\$2,100.32	C\$6,300.96
		95936	Suministro e Instalación de válvula de limpieza de bronce de 1" Incluye accesorios de instalación y caja protectora de PVC	C/U	2.00	C\$1,741.87	C\$3,483.74
		94312	Suministro e Instalación de válvula de aire y vacío 3/4" Incluye accesorios de instalación y caja protectora de PVC 4" con tapón roscado	C/U	2.00	C\$2,600.22	C\$5,200.44
		92843	Accesorios y bloques de reacción	GLB	1.00	C\$10,150.78	C\$10,150.78
335			TANQUE DE ALMACENAMIENTO	M3			C\$458,039.82
		92005	Concreto reforzado 3000 PSI	M2	7.76	C\$12,393.32	C\$96,172.16
		92008	Paredes de concreto ciclópeo 60% mortero 40 % piedra bolón	M3	25.71	C\$5,520.77	C\$141,939.00
			Relleno y compactación	M3	10.12	C\$1,261.92	C\$12,770.63
		96756	Repello corriente interno y externo	M2	55.87	C\$134.82	C\$7,532.66
		93783	Arenillado externo	M2	30.53	C\$132.00	C\$4,029.70
		93505	Fino interno tipo pizarra	M2	25.34	C\$125.77	C\$3,187.51
		92070	Anden perimetral espesor : 0.10 m	M2	11.72	C\$722.00	C\$8,461.84
			Canal de concreto simple 2500 PSI	ML	25.08	C\$717.75	C\$18,001.17
		95766	Tubería HG 2" CED-40 roscada para entrada y salida del tanque	ML	6.70	C\$2,887.89	C\$19,348.86
		92178	Tubería PVC 4" SDR-26 incluye accesorio para rebose y limpieza del tanque	ML	5.30	C\$543.79	C\$2,882.09
			Respiradero HG 2" incluye accesorios	GBL	1.00	C\$1,653.97	C\$1,653.97

			Escalera de acceso con varilla empotrada de 5/8"	GBL	1.00	C\$4,300.00	C\$4,300.00
		93610	Suministro e instalación de válvula de boya de hierro fundido modulante Di: 2" con su flange y kit para la instalación del flange con su caja protectora.	C/U	1.00	C\$53,032.90	C\$53,032.90
			Tapadera metálica de 0.60 m x 0.60 m 1/8" (3.20 mm) (Incluye pasador anclaje y candado)	C/U	1.00	C\$3,500.00	C\$3,500.00
		92147	Pintura aceite protecto Tipo H-Std para exterior (incluye dos manos)	M2	30.53	C\$181.01	C\$5,525.87
			Suministro e Instalación macro-medidor tipo woltman 2" HF 250 PSI, con su flange y kit de instalación incluye bloque de reacción y caja protectora	C/U	1.00	C\$24,294.01	C\$24,294.01
		3145	Válvula compuerta HFF de cuadrante diámetro 2", con su flange y kit para Instalar flange para salida y entrada del tanque incluye cajas protectoras y bloques de reacción	C/U	2.00	C\$18,880.53	C\$37,761.06
		95548	Impermeabilizante de paredes interiores y losa con SIKA 101	M2	30.53	C\$447.01	C\$13,646.38
	08		Cercas perimetrales y portones	ML	40.00		C\$39,389.70
		3302	Cerco perimetral maya ciclón Cal 13 (Incluye puerta, cadena y candado)	ML	40.00	C\$984.74	C\$39,389.70
360	03		Planta de purificación		1.00		C\$9,350.00
		94934	Hipoclorador de carga constante	GBL	1.00	C\$9,350.00	C\$9,350.00
345			ESTACION DE BOMBEO	C/U	1		C\$687,404.35
	01		Caseta de control	C/U	1		C\$207,904.55
		93367	Excavación manual terreno natural	M3	0.60	C\$151.43	C\$90.86
		92286	Acero de refuerzo armar y colocar hierro menor o igual al número 4	LBS	560.12	C\$3.01	C\$1,685.96
		92009	Concreto reforzado 3000 PSI	M3	2.83	C\$12,393.32	C\$35,073.10
		92091	Paredes de bloque de cemento 0.20x0.40x0.15 m sin sasar	M2	19.42	C\$986.69	C\$19,161.52
		96756	Repello corriente interno y externo	M2	62.60	C\$134.82	C\$8,439.73
		93783	Arenillado externo	M2	36.54	C\$132.00	C\$4,823.28
		92070	Anden perimetral	M2	32.21	C\$935.00	C\$30,116.35
		92159	Pintura aceite y Sellador de concreto exterior e interior	M2	62.60	C\$180.00	C\$11,268.00
		93496	Ventilación de bloque decorado	M2	9.30	C\$1,375.00	C\$12,787.50

		92119	Techo estructura metálica	M2	17.71	C\$1,650.00	C\$29,216.06
		93319	Fasia 0.30 m con su estructura metálica y forro de lámina texturizada 10 mm	ML	17.56	C\$495.00	C\$8,692.20
		93380	Puerta estado Sólido, mocheta y herrajes	C/U	2.00	C\$9,800.00	C\$19,600.00
		92270	Inflación eléctrica	GLB	1.00	C\$26,950.00	C\$26,950.00
03			Equipo tuberías y accesorios	GLB			C\$293,127.77
			Equipo de bombeo sumergible Franklin Electric de 3 Ho diámetro 4", modelo 35TPI5S4-PE para un servicio: Q = 25.98 GPM, CTD: 273 ft	C/U	1.00	C\$58,648.81	C\$58,648.81
			Cable sumergible 3 x N°8	FT	169.00	C\$185.79	C\$31,398.51
			Arrancador magnético con sus potenciadores para equipo de bombeo	C/U	1.00	C\$80,840.71	C\$80,840.71
			Guarda Nivel 110 voltios	C/U	1.00	C\$20,210.18	C\$20,210.18
			Sensores de acero inoxidable, para guarda nivel	C/U	2.00	C\$1,986.48	C\$3,972.96
		95766	Columna de tubería HG 2"-CED 40 pesada	ML	57.51	C\$1,705.00	C\$98,056.60
			Sarta de Bombeo	GLB			C\$166,224.20
		93518	Suministro e instalación de válvula ventosa combinada HF/16 bar/ diámetro 1" con abrazadera	C/U	1.00	C\$14,325.80	C\$14,325.80
			Suministro e instalación de válvula de alivio rápido de presión de 16 bar, diámetro 2"	C/U	1.00	C\$16,142.95	C\$16,142.95
		95100	Suministro e instalación de válvula de compuerta HF brida diámetro 2"	C/U	1.00	C\$74,252.01	C\$74,252.01
			Caudalometro tipo woltman-250 psi bridado, diámetro de 2" con su flange ros cable de 2"	C/U	2.00	C\$11,529.06	C\$23,058.12
			manómetro con glicerina de 16 bar	C/U	1.00	C\$21,627.57	C\$21,627.57
			Tubo HG de 1/2" -CED 40 pesada para nipes, tee hg 1/2, llave chorro 1/2" y accesorios	C/U	1.00	C\$2,924.93	C\$2,924.93
			Tubo HG de 2" -CED 40 pesada y accesorios (codo HG 2"x90°, 2"x45°, unión tipo cruz HG 2°)	C/U	1.00	C\$2,804.00	C\$2,804.00
			Base de concreto sin refuerzo	C/U	1.00	C\$8,876.04	C\$8,876.04
		95964	Suministro e instalación de placa circular de acero 1/2"	C/U	1.00	C\$2,212.78	C\$2,212.78

			Cercas perimetrales y portones	GBL			C\$20,147.83
		3302	Cerco perimetral maya ciclón Cal 13 (Incluye puerta, cadena y candado)	ML	20.46	C\$984.74	C\$20,147.83
350			CONEXIONES	GBL			C\$364,610.00
	01	96071	Instalación de conexiones domiciliarias incluye tubería y accesorios	C/U	101.00	C\$1,440.00	C\$145,440.00
		96157	Suministro e instalación de micro medidor de 1/2" bronce con su caja protectora de polímetro tipo ambiente 2016 y accesorios	C/U	101.00	C\$2,170.00	C\$219,170.00
370			LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA	GLB			C\$5,000.00
	01		Limpieza final	GBL	1.00	C\$5,000.00	C\$5,000.00
Total costos directos							C\$2,179,149.54
Total costo indirectos (9%)							C\$196,123.46
Utilidad 15%							C\$356,290.95
Sub Total							C\$2,731,563.95
I.V.A 15%							C\$409,734.59
Impuesto municipal 1%							C\$ 27,315.64
			COSTO TOTAL DEL PROYECTO				C\$3,168,614.19

Anexo J. Planos



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

SECRETARÍA DE FACULTAD

F-8: CARTA DE EGRESADO

El Suscrito Secretario de la FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION hace constar que:

SILES RAMÍREZ ROMÁN DE JESÚS

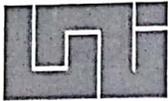
Carne: **2013-0022N** Turno **Diurno** Plan de Estudios **2015** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, es **EGRESADO** de la Carrera de **INGENIERIA CIVIL**.

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los treinta días del mes de septiembre del año dos mil diecinueve.

Atentamente,



Dr. Francisco Efraín Chamorro Blandón
Secretario de Facultad



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

SECRETARÍA DE FACULTAD

F-8: CARTA DE EGRESADO

El Suscrito Secretario de la FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION hace constar que:

CASTILLO TRUJILLO JOSÉ RAFAEL

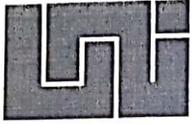
Carne: **2013-0092N** Turno **Diurno** Plan de Estudios **2015** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, es **EGRESADO** de la Carrera de **INGENIERIA CIVIL**.

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los treinta días del mes de septiembre del año dos mil diecinueve.

Atentamente,



Dr. Francisco Efraín Chamorro Blandón
Secretario de Facultad



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
SEDE UNI-NORTE
SECRETARIA ACADEMICA

HOJA DE MATRICULA
AÑO ACADÉMICO 2019

No. Recibo **39081**

No. Inscripción **530**

NOMBRES Y APELLIDOS: Román de Jesús Siles Ramírez

CARRERA: INGENIERIA CIVIL

CARNET: 2013-0022N

TURNO: Diurno

PLAN DE ESTUDIO: 2015

SEMESTRE: SEGUNDO SEMESTRE
FECHA: 25/10/2019
2019

No.	ASIGNATURA	GRUPO	AULA	CRED.	F	R
1	ULTIMA LINEA					

F:Frecuencia de Inscripciones de Asignatura R: Retiro de Asignatura.

SNCORNEJOG

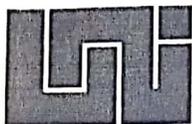
GRABADOR


FIRMA Y SELLO DEL
FUNCIONARIO

FIRMA DEL
ESTUDIANTE

cc:ORIGINAL:ESTUDIANTE - COPIA:EXPEDIENTE.

IMPRESO POR SISTEMA DE REGISTRO ACADEMICO EL 25-oct-2019



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
SEDE UNI-NORTE
SECRETARIA ACADEMICA

HOJA DE MATRICULA
AÑO ACADEMICO 2019

No. Recibo **39080**

No. Inscripción **529**

NOMBRES Y APELLIDOS: José Rafael Castillo Trujillo

CARRERA: INGENIERIA CIVIL

CARNET: 2013-0092N

TURNO: Diurno

PLAN DE ESTUDIO: 2015

SEMESTRE: SEGUNDO SEMESTRE
2019

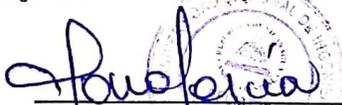
FECHA: 25/10/2019

No.	ASIGNATURA	GRUPO	AULA	CRED.	F	R
1	ULTIMA LINEA					

F:Frecuencia de Inscripciones de Asignatura R: Retiro de Asignatura.

SNCORNEJOG

GRABADOR


FIRMA Y SELLO DEL
FUNCIONARIO

FIRMA DEL
ESTUDIANTE

cc:ORIGINAL:ESTUDIANTE - COPIA:EXPEDIENTE.

IMPRESO POR SISTEMA DE REGISTRO ACADEMICO EL 25-oct-2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN
SOLVENCIA ECONÓMICA

Fecha: 17-06-19

Nombre del estudiante: Roman de Jesus Siles Ramirez

Numero de carnet: 2013-00220

Carrera: Ingeniería Civil

Taller Monográfico: Servicios Monográficos UNI-Norte 2019



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN
SOLVENCIA ECONÓMICA

Fecha: 17-06-19

Nombre del estudiante: Jose Rafael Castillo Trujillo

Numero de carnet: 2013-00920

Carrera: Ingeniería Civil

Taller Monográfico: Servicios Monográficos UNI-NORTE 2019

