



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

**“DISEÑO DE MINI ACUEDUCTO POR BOMBEO ELECTRICO (MABE) EN LA
COMUNIDAD DE SAN LORENZO MUNICIPIO DE SAN JUAN DE LIMAY,
DEPARTAMENTO DE ESTELÍ”**

Para optar al título de Ingeniero Civil

Elaborado por

Br. Ana Lesbia Zeledón Murillo

Br. Noel Alexis Centeno Merlo

Tutor

Ing. Henry Eduardo Loaisiga

Managua, marzo 2020

Dedicatoria 1

Esta monografía está dedicada en primer lugar a Dios nuestro Señor que me ha brindado la vida la fuerza de voluntad y sabiduría para realizar este estudio superior y así poder optar al título de Ingeniero Civil.

A mis padres Ana Rosa Murillo y José Antonio Zeledón por su gran confianza, apoyo económico, moral y amor incondicional durante toda mi vida hasta el día de hoy que gracias a ellos se logró la meta de concluir todos mis estudios.

A quien se portó como un padre y siempre me brindo su amor, respeto y confianza y siempre llevare en mi memoria y corazón (QDP) mi tío Salvador Zeledón.

A mi tutor, Ing. Henry Eduardo Loasiga por su gran ayuda incondicional, consejos y buenos deseos en este proceso de culminación de mi carrera y a todos los docentes y compañeros que han hecho posible que se lograsen todos los estudios en la trayectoria de mi desarrollo intelectual hasta hoy.

Br. Ana Lesbia Zeledón Murillo

Dedicatoria 2

Con mucho amor y gratitud dedico esta tesis monográfica:

A Dios por darme la vida, la sabiduría para lograr culminar este maravilloso reto, por cuidarme cada día de mi vida.

A mi madre Johana Isabel Merlo Rodríguez por ser el pilar que cada día me anima a salir adelante a no darme por vencido, por su apoyo moral y económico durante ese periodo de estudio.

A mi tutor, Ing. Henry Eduardo Loasiga por su gran ayuda incondicional, consejos y buenos deseos en este proceso de culminación de mi carrera.

Br. Noel Alexis Centeno Merlo

Agradecimiento 1

A Dios, por darme la vida, sabiduría y la voluntad de seguir siempre adelante, tendiéndome su mano.

A mis padres, por inculcarme buenos valores, haberme guiado cuando lo necesite, cuidarme con amor, paciencia y dedicación; por haberme brindado su apoyo y confianza, sin ellos no hubiese sido posible el recorrer este camino tan largo.

A mis compañeros, por haber compartido conmigo toda su formación universitaria en un ambiente de respeto y amistad.

Un cordial agradecimiento a mi tutor, Henry Eduardo Loasiga por su amable atención, apoyo y ayuda en todo momento; a todos los docentes que me impartieron con paciencia y dedicación sus enseñanzas durante estos cinco años de carrera. A todas las personas que de una u otra manera han colaborado para que esta meta sea cumplida.

Br. Ana Lesbia Zeledón Murillo.

Agradecimiento 2

A mi padre celestial “Dios”, arquitecto, ingeniero y constructor de mi vida, por llenarla de dicha y bendiciones y por darme la sabiduría necesaria, fuerza, coraje y el privilegio de cumplir este sueño, sin ti nada de esto hubiese sido posible, gracias.

A mi madre Johana Isabel Merlo Rodríguez por su apoyo moral, económico y espiritual, tanto en mi formación personal como profesional.

A mi tutor Ing. Henry Loaisiga, quien me guió para la elaboración de este trabajo.

Br. Noel Alexis Centeno Merlo.

Resumen

El presente trabajo de graduación describe en forma detallada el procedimiento a través del cual se desarrolló la propuesta de diseño de un mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE) para la comunidad de San Lorenzo del municipio de San Juan de Limay, departamento de Estelí, para un periodo de 20 años (2020-2040); con el propósito de ayudar al mejoramiento de las condiciones higiénico-sanitarias de la comunidad.

Esta comunidad posee una población de 354 habitantes actualmente. Existe un sistema de agua potable pero no abastece a toda la población, además el mismo no funciona adecuadamente por el deterioro y caducidad de sus componentes.

El sistema será diseñado a partir de las normas rurales para el abastecimiento de agua potable establecidas por el INAA, para la formulación y desarrollo de proyectos de agua potable en el sub sector rural, considerando las condiciones particulares que rigen esta propuesta a través de un análisis a fondo de las características socioeconómicas de la comunidad, y características topográficas e hidrológicas del área en cuestión. Se realizó la valoración del impacto ambiental generado por el proyecto durante las etapas de construcción y funcionamiento, con el objetivo de determinar las medidas de mitigación necesarias.

El documento 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.

Contenido

1 Generalidades.....	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Antecedentes.....	2
1.3 Justificación.....	3
1.4 Objetivos.....	5
1.4.1 Objetivo general.....	5
1.4.2 Objetivos específicos.....	5
2 Marco teorico.....	7
2.1 Estudio socio económico.....	7
2.2 Calidad de la fuente.....	10
2.3 Filtración gruesa.....	11
2.4 Tratamiento por filtración lenta.....	12
2.5 Desarenadores.....	12
2.6 Desinfección.....	13
2.7 Calculo de la población.....	14
2.8 Caudal de diseño.....	14
2.9 Dotación.....	15
2.10 Nivel de servicio.....	15
2.11 Parámetros de diseño.....	17
2.12 Levantamiento topográfico.....	18
2.13 Criterios de planificación del sistema.....	18
2.14 Presiones máximas y mínimas.....	19
2.15 Velocidades permisibles en tuberías.....	19
2.16 Pérdidas de agua en el sistema.....	19
2.17 Pérdidas de energía.....	19
2.18 Mini Acueducto Por Bombeo Eléctrico (MABE).....	20
2.18.1 Pozos perforados.....	20
2.18.2 Rejilla.....	21
2.18.3 ADEME.....	21
2.18.4 Diámetro de revestimiento.....	21

2.18.5 Diámetro de perforación	21
2.18.6 Empaque de grava	21
2.18.7 Sello sanitario	22
2.18.8 Tubos piezométrico	22
2.18.9 Estaciones de bombeo	22
2.18.10 Caseta de control	22
2.19 Línea de conducción por bombeo	22
2.20 Equipo de bombeo	23
2.20.1 Carga total dinámica (CTD)	23
2.20.2 Selección del equipo de bombeo	23
2.20.3 Potencia hidráulica de la bomba:	24
2.21 Determinación del diámetro económico	24
2.21.1 Golpe de ariete	24
2.21.2 Celeridad	24
2.21.3 Calculo de la sobrepresión	25
2.22 Red de distribución	25
2.22.1 Selección de clase de tubería a emplear	26
2.22.2 Diámetro	26
2.22.3 Válvulas complementarias de la red de distribución	27
2.23 Tanque de almacenamiento	27
2.23.1 Capacidad	27
2.23.2 Localización	28
2.23.3 Tanque sobre el suelo	28
2.24 Estimación de costo de la obra.	29
3 Diseño metodológico	31
3.1 Descripción del área de estudio	31
3.1.2 Tipo de estudio	31

3.1.3	Universo de estudio.....	31
3.2	Fuente de recolección de datos primarios.....	31
3.3	Fuentes secundarias.....	31
3.4	Muestra y muestreo de estudio.....	31
3.5	Instrumentos de recolección de datos.....	31
3.6	Métodos para recolección de datos.....	32
3.7	Herramientas para la recolección de datos.....	32
3.8	Proyección de población.....	32
3.9	Procesamiento de análisis y datos.....	33
3.10	Elaboración de informe final.....	34
4	Análisis y resultados.....	36
4.1	Estudio socio económico.....	36
4.1.2	Macro localización.....	36
4.1.3	Micro localización.....	37
4.1.4	Población.....	38
4.1.5	Estudio de la población.....	38
4.2	Determinación de la población futura.....	40
4.3	Consumo domiciliar.....	41
4.4	Consumo publico.....	41
4.5	Consumo promedio diario.....	41
4.6	Pérdidas en el sistema.....	41
4.7	Variaciones de consumo.....	41
4.8	Analisis de la fuente de abastecimiento.....	42
4.9	Potencial y caudal explotable.....	43
4.10	Equipo de bombeo.....	43
4.10.1	Carga total dinámica (CTD).....	44
4.10.2	Potencia hidráulica de la bomba.....	46

4.10.3 Selección del equipo de bombeo	46
4.11 Caudal de bombeo	46
4.12 Fuente de abastecimiento propuesta	46
4.13 Línea de conducción.....	47
4.14 Diámetro económico	47
4.15 Análisis técnico-económico	47
4.16.1 Cálculo de la celeridad	48
4.16.2 Cálculo de sobre presión.....	48
4.16.3 Presión total	48
4.16.4 Velocidad.....	48
4.17 Tanque de almacenamiento.....	49
4.17.1 Capacidad	49
4.17.2 Cálculo de la altura del tanque	49
4.17.3 Cálculo de la base del tanque	50
4.18 Red de distribución.....	51
4.18.1 Presión máxima y mínima	52
4.19 Análisis físico-químico y bacteriológico.....	57
4.20 Análisis de impacto ambiental	58
4.20.1 Descripción general del proyecto	58
4.20.2 Instrumentos ambientales del SISGA y su relación en el marco legal nacional	59
4.20.3 Componentes ambientales a ser analizados	59
4.20.4 Línea base ambiental	59
4.20.5 Plan de acción preventivo-correctivo.....	78
4.20.6 Conclusiones y recomendaciones EIA	78
4.21 Costo del proyecto	79

4.21.1 Estructura del presupuesto.....	80
4.19.2 Impuestos.....	82
4.19.3 Criterios considerados durante la elaboración del presupuesto	82
5. Conclusiones y recomendaciones.....	85
5.1 Conclusiones.....	85
5.2 Recomendaciones.....	87
6 Bibliografía	89



Generalidades

1 Generalidades

1.1 Introducción

El agua es uno de los recursos naturales fundamentales, y junto con el aire, la tierra y la energía constituye los cuatro recursos básicos en que se apoya el desarrollo de la población. Los seres humanos tienen derecho, por igual, a la salud y habitar en un ambiente higiénico libre de contaminación, siendo el acceso al agua un recurso fundamental, indispensable para la vida y la salud de las personas, esto se ha convertido en un elemento insustituible para el desarrollo sostenible de los pueblos.

La población ha sentido la necesidad de tener el agua a su alcance y en cantidades suficientes. El suministro de agua de buena calidad, sanitariamente segura y agradable a los sentidos, es de suma importancia para prevenir enfermedades de origen (bacteriológico) hídrico.

En Nicaragua existen comunidades las cuales obtienen el agua por medio de fuentes artesanales que no tienen la capacidad para abastecer a todas las viviendas y puestos públicos con agua apta para el consumo humano.

En este documento se presentan aspectos relevantes en la realización del diseño de un sistema de Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE) basado en las normas rurales de nuestro país (INAA), como un aporte para mejorar la calidad de vida de las personas que habitan en la comunidad de San Lorenzo ubicada en el sector rural a una distancia de 2 km hacia el sur del Municipio de San Juan de Limay, Departamento de Estelí.

1.2 Antecedentes

Algunas comunidades consumen agua de mala calidad y con cierto grado de contaminación, proveniente de fuentes naturales (criques) y quebradas.

En el sector rural nicaragüense la tarea de llevar agua y saneamiento a la población es asumida por los comités de agua potable y saneamiento conocidos como CAPS. En Nicaragua hay registrados 5,200 CAPS, de los cuales 780 son Mini Acueducto Por Bombeo Eléctrico (MABE).

Los habitantes de la comunidad de San Lorenzo demandan un sistema de abastecimiento de agua potable ya que varias de las personas están presentando enfermedades como dolor de estómago, fiebres, vómitos quistes entre otras.

La alcaldía de San Juan de Limay tiene como objetivo solucionar el problema de abastecimiento de agua potable en las comunidades pertenecientes al municipio incluyendo la comunidad de San Lorenzo, para esto necesitan el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable.

Fuente: (Limay, Alcaldía de San Juan de Limay, 2016)

1.3 Justificación

La comunidad de San Lorenzo actualmente tiene un serio problema de desabastecimiento de agua potable, con el presente proyecto se pretende mitigar la dificultad que enfrentan los habitantes de esta comunidad del Municipio de San Juan de Limay, y mejorar su calidad de vida. Por estas razones se ha optado por una propuesta de diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable mediante un mini acueducto por bombeo eléctrico en la comunidad, y a la vez esto permitirá poner en práctica la implementación de todos los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería civil.

Para el diseño del mini acueducto por bombeo eléctrico se realizaron estudios topográficos, poblacionales e hidrológicos de la zona, proyectando la población y diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable de acuerdo a factores propios de la zona y usar los criterios y normas de INAA.

La elaboración de esta propuesta agilizará el proceso de aceptación por parte de los organismos encargados para realizar la inversión necesaria, ya que existirá una iniciativa planteada a partir de una necesidad.

Actualmente la comunidad cuenta con una población de 354 habitantes adultos y niños quienes ven frenado su desarrollo local por falta de agua potable de buena calidad.

Los habitantes de la comunidad de San Lorenzo son muy amables, organizados y participativos con ganas de trabajar para obtener su vital líquido.

Con la implementación del diseño, de mini acueducto por bombeo eléctrico se proyecta suministrar un volumen suficiente de agua a una presión adecuada y con calidad aceptable, desde la fuente de suministro hasta los consumidores a un costo razonable, mejorando su nivel de vida y disminuyendo el número de casos de enfermedades causadas por las situaciones antes expuestas.

La escasez de agua afecta a más del 40% de la población del mundial, una cifra alarmante que probablemente crecerá con el aumento de las temperaturas globales producto del cambio climático. Aunque 2.100 millones de personas han conseguido acceso a mejores condiciones de agua y saneamiento desde 1990, la decreciente disponibilidad de agua potable de calidad es un problema importante que aqueja a todos los continentes.

En 2011, 41 países experimentaban estrés hídrico; 10 de ellos estaban a punto de agotar su suministro de agua dulce renovable y ahora dependen de fuentes no convencionales. El aumento de las sequías y la desertificación ya está exacerbando estas tendencias. Se estima que al menos una de cada cuatro personas se verá afectada por escasez recurrente de agua para 2050.

Con el fin de garantizar el acceso universal al agua potable segura y accesible para todos en 2030, es necesario realizar inversiones adecuadas en infraestructura, proporcionar instalaciones sanitarias y fomentar prácticas de higiene en todos los niveles.

Si queremos mitigar la escasez de agua, es fundamental proteger y recuperar los ecosistemas relacionados con este recurso, como bosques, montañas, humedales y ríos. También se requiere más cooperación internacional para estimular la eficiencia hídrica y apoyar tecnologías de tratamiento en los países en desarrollo.

El acceso universal al agua y saneamiento es uno de los 17 Objetivos Globales de la nueva Agenda para el Desarrollo Sostenible. Un enfoque integral es crucial para avanzar en los diversos objetivos según el objetivo de desarrollo # 6 (PNUD).

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

- Realizar propuesta de diseño de un mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE) para la Comunidad de San Lorenzo, ubicado en el municipio de San Juan de Limay, Departamento de Estelí.

1.4.2 Objetivos específicos

- Diagnosticar las condiciones sociales y económicas de la comunidad a través de una encuesta.
- Obtener muestras de agua de la fuente para realizar la prueba de calidad de agua.
- Efectuar el levantamiento topográfico de la comunidad donde se emplazarán las principales obras del sistema.
- Proponer el dimensionamiento de las componentes del sistema de abastecimiento por bombeo eléctrico.
- Dibujar los planos constructivos del sistema hidráulico propuesto.
- Realizar evaluación de impacto ambiental del sistema propuesto.
- Elaborar el presupuesto de la obra aplicando guía de costos FISE.



Marco teórico

2 Marco teorico

2.1 Estudio socio económico

El estudio socioeconómico en la comunidad se aplicó en el mes de Junio del año 2019, con estos estudios se pretende conocer el nivel social y económico de la misma, ya que son aspectos fundamentales en la elaboración del proyecto.

Para tal fin fue necesario aplicar una encuesta directa en el campo que se realizó visitando a la población en proceso de estudio debiendo recopilar toda la información de carácter socioeconómico que se menciona a continuación:

- Datos censales.

Cantidad de personas.

- Vivienda.

Adquisición y condiciones.

- Situación de salud de las familias.

Enfermedades padecidas recientemente.

- Situación económica de las familias.

Lugar de trabajo, ingresos mensuales, actividades económicas

- Saneamiento e higiene ambiental.

Disponibilidad y estado de las letrinas, destino de las aguas servidas

- Recursos y servicios de agua.

Disponibilidad del servicio de agua y calidad de agua de consumo.

- Generalidades del proyecto.

Conocimiento y capacidad de pago.

- Niveles de organización comunitaria.

Para los datos generales del municipio se recurrió a documentos proporcionados por la alcaldía municipal de los cuales se obtuvo:

- Nombre del municipio
- Límites
- Descripción del municipio
- División territorial
- Recursos hídricos
- Climatología
- Vías de comunicación y transporte
- Servicios públicos
- Población
- Aspectos económicos.

Explicación del contenido de cada dato general que el ingeniero debe recabar en campo:

Datos históricos

Este punto se refiere a los sucesos históricos que han influido en la evolución de una población objeto del estudio (fecha de fundación, significado del nombre de la población, etc.).

Localización geográfica

Se refiere a lo siguiente:

- a) Límites políticos.

b) Coordenadas geográficas, es decir latitud, longitud y altitud con respecto al nivel del mar.

Categoría política

En este punto se especifica la categoría política de la población, agencia municipal, ranchería, colonia, barrio, delegación, municipio, distrito y estado al que pertenece.

Orografía

En este aspecto se describe la situación topográfica de la población en estudio. (Orografía, plana, montañas, valles, etc.)

Hidrografía

Aquí se describe muy claramente si en la población o en la proximidad de ésta, pasa algún río de importancia o únicamente escurrimientos temporales.

Climatología

Se refiere a cada uno de los fenómenos atmosféricos principalmente:

- Temperatura.
- Precipitación pluvial
- Clima.

Vías de comunicación y transporte

Lo primero es una explicación de cómo se puede llegar a la población en estudio, ya sea por vía terrestre, aérea o fluvial, y el segundo punto se refiere a los medios de auto transporte para trasladarse a la población en estudio. Tomando en cuenta el tipo de transporte (Autobús, Taxi, Camiones de redila) etc.

Servicios públicos

En este acápite se describen todos los servicios con que cuenta la población.

- Energía eléctrica
- Telecomunicaciones
- Agua potable
- Salud
- Educación

Censo actual de habitantes

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

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

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

2.2 Calidad de la fuente

Según la normativa relativa al diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural se estima que el 80% de todas las enfermedades en el mundo están asociadas con el agua de mala calidad.

Muchas de las enfermedades tales como las infecciones de los ojos y la piel se deben probablemente a la falta de agua. Si se mejora la calidad y cantidad del suministro de agua, la proliferación de las enfermedades será disminuida previendo de esta forma epidemias futuras.

El objetivo de estas normas es proteger la salud pública y por consiguiente ajustar, eliminar o reducir al mínimo aquellos componentes o características del

agua, que puedan representar un riesgo para la salud de la comunidad e inconvenientes para la preservación de los sistemas de abastecimiento de agua, para lo cual se deberán seguir las siguientes instrucciones:

- Los parámetros mínimos de control de calidad para el sector rural son: coliformes total, coliformes fecal, olor, sabor, color, turbiedad, temperatura, concentraciones de iones de hidrógeno y conductividad.
- El análisis de las fuentes de agua tales como manantiales, pozos perforados, pozos excavados a mano deberán cumplir con las normas de calidad del agua vigentes aprobadas por el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA) y Ministerio de Salud (MINSAL). Normas Rurales, FISE (2006) p. 49.

El suministro de agua potable para el sector rural procedente de fuentes superficiales, sean éstas pequeños ríos o quebradas, o afloramientos de agua subterráneas como los manantiales, pueden presentar características físico-químicas y bacteriológicas no aptas para el consumo humano, esto implica que se requiere de una serie de procesos unitarios con el objeto de corregir su calidad y convertirla en agua potable acorde con las normas del comité coordinador regional de instituciones de agua potable y saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana (CAPRE). Según el artículo No. 3 el objetivo de la norma de calidad del agua de consumo humano (Norma Regional CAPRE, marzo 2004) es proteger la salud pública y, por consiguiente, ajustar, eliminar o reducir al mínimo aquellos componentes o características del agua que pueden representar un riesgo para la salud de los habitantes de la comunidad e inconvenientes para la preservación de los sistemas de abastecimiento del agua.

2.3 Filtración gruesa

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

2.4 Tratamiento por filtración lenta

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

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

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

2.5 Desarenadores

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

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

2.6 Desinfección

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

Existen varias sustancias químicas que se emplean para desinfectar el agua, siendo el cloro el más usado universalmente, por sus propiedades oxidantes y su efecto residual para eliminar contaminaciones posteriores; también es la sustancia química que más económicamente y con mejor control y seguridad se puede aplicar al agua para obtener su desinfección.

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

En el caso de acueductos rurales se utiliza para la desinfección el cloro en forma de hipocloritos, debido a su facilidad de manejo y aplicación. Se deberá tener el debido cuidado para el transporte, manipuleo del equipo requerido, disponibilidad suficiente y seguridad en cuanto al almacenamiento.

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

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

2.7 Cálculo de la población

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

$$P_{tt} = P_0 (1 + r)^n \quad \text{Ec. 1}$$

Donde:

Pn: Población del año "n"

Po: Población al inicio del período de diseño

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

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

2.8 Caudal de diseño

➤ Métodos de cálculo

Consumo domiciliar (CD)

El consumo domiciliar se expresa de la siguiente manera:

$$\text{CD: dotacion} \times \text{habitantes} \quad \text{EC.2}$$

Siendo esto el producto de la dotación del año en estudio por la población total del mismo año. Según (NTON, 1999)

Consumo público (CP)

Corresponde al 7% del consumo domiciliar. EC.3

Consumo promedio diario (CD)

$$\text{CPD: (CD + CP)} \quad \text{EC.4}$$

CD: Consumo domiciliar.

CP: Consumo público.

Variaciones de consumo

- Variaciones diarias: el consumo máximo día se ha establecido como 1.5 veces del consumo promedio diario más las pérdidas.

- Variaciones horarias: el consumo máximo horario se ha establecido como 2.5 veces del consumo promedio más las pérdidas.

Pérdidas en el sistema

Se sugiere utilizar un factor de pérdida en el sistema por fugas de tuberías rotas, malas conexiones, mantenimiento en la red de distribución, limpieza de tanque de almacenamiento y otras actividades en el sistema de 20% del consumo promedio diario, por lo que el sistema será completamente nuevo y se construirá con tubería PVC.

2.9 Dotación

Según el Instituto Nicaragüense de acueductos y Alcantarillados (INAA, 1999) la dotación de agua, expresada como la cantidad de agua por persona por día está en dependencia de:

Nivel de servicio adoptado

- Factores geográficos
 - Factores culturales
 - Uso del agua.
- a) Para sistemas de abastecimiento de agua potable, por medio de puestos públicos, se asignará un caudal de 30 a 40 lppd.
 - b) Para sistemas de abastecimiento de agua potable por medio de conexiones domiciliarias de patio, se asignará un caudal de 50 a 60 lppd.

2.10 Nivel de servicio

- **Puestos públicos**

Son tomas de agua que se implantan particularmente en el sector rural para abastecer dos a un máximo de 20 casas.

- **Ubicación**

a) El número de puestos a instalarse dependerá de la cantidad de casas, el número de personas y la ubicación de las casas, para su ubicación deberá abastecer como mínimo dos casas.

b) Se ubicarán puestos en las Escuelas, Centro de Salud, Centros Infantiles.

c) El puesto se ubicará centralizado a las casas a servir.

d) La distancia máxima entre puesto y casa más alejada será de 100 m.

- **Criterios técnicos**

a) El flujo de un grifo deberá ser de 0.10 lps mínimo y 0.30 lps máximo. Se recomienda usar un flujo menor para no desgastar los empaques en muy corto tiempo. Se puede controlar el flujo con una válvula de tapón (globo de ½" en la entrada del puesto). Al instalar la válvula, tiene que ajustarse, para que se obtenga el flujo deseado.

b) La carga residual mínima deberá ser de 5 mts y máxima 50 mts.

Se recomienda cargas menores que la máxima permisible, porque se controla mejor el sistema y se presenta menor desgaste de los empaques y accesorios.

El diámetro de las conexiones y de los grifos será de ½" (12 mm).

- **Conexiones domiciliarias**

Son tomas de agua que se aplican en el sector rural, pero en ocasiones esporádicas y sujetas a ciertas condiciones, tales como disponibilidad suficiente de agua, bajos costos de operaciones (sistemas por gravedad), capacidad de pago de la población, y número de usuarios del servicio. Las condiciones sociales y técnicas son las siguientes.

- **Condiciones sociales**

a) Deberá realizarse un estudio cuidadoso para considerar las posibilidades económicas de la comunidad para construir un sistema con tomas domiciliarias.

b) Deberá realizarse una campaña educativa a la comunidad en cuanto al uso y ahorro del agua y protección del Sistema, ya que cada llave quedará dentro de cada casa.

o Condiciones técnicas

a) Se deberá realizar un estudio de factibilidad en el Sistema particularmente de la capacidad de la fuente, debido a que la dotación se incrementa comparado con los puestos públicos.

b) La comunidad deberá aportar parte de la tubería a utilizarse en las tomas domiciliarias. La conexión domiciliar llegará hasta el lindero de la propiedad, a partir de ahí la conexión correrá por cuenta del propietario.

c) Se aplicarán todos los criterios técnicos señalados en la construcción de puestos públicos.

d) El diámetro de las conexiones y de los grifos será de ½" (12 mm).

2.11 Parámetros de diseño

- **Periodos de diseño**

Según (INAA, 1999) el periodo de diseño será de veinte (20) años, los cuales serán comprendidos entre 2020 y 2040, el proyecto será diseñado con una capacidad de la fuente de abastecimiento que permita atender la demanda de la población.

En los diseños de proyectos de abastecimiento de agua potable se recomienda fijar la vida útil de cada uno de los componentes del sistema, con el propósito de determinar que periodos de estos componentes del sistema, deberán satisfacer las demandas futuras de la comunidad.

Tabla 1: Periodos de diseño económico

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

Fuente: (INAA, 1999)

2.12 Levantamiento topográfico

Se realizó un levantamiento topográfico con el fin de estudiar las características del terreno en donde estará ubicado el proyecto, a través de este se obtiene la información necesaria para seleccionar el método de cálculo más conveniente para el diseño de la red de distribución y línea de conducción y evitar el mal funcionamiento del sistema una vez que sea instalado.

2.13 Criterios de planificación del sistema

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

- Determinar cuáles son los períodos de estos componentes del sistema, deben satisfacer las demandas futuras de la comunidad.
- Qué elementos del sistema deben diseñarse por etapas.
- Cuáles serán las previsiones que deben de considerarse para incorporar los nuevos elementos al sistema

2.14 Presiones máximas y mínimas

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

Presión mínima: 5.0 metros.

Presión máxima: 50.0 metros.

Se permitirán en puntos aislados, presiones estáticas hasta de 70.00m, cuando el área de servicio sea de topografía muy irregular. (INAA, 1999)

2.15 Velocidades permisibles en tuberías

Según lo establecido por el (INAA, 1999) se recomienda fijar valores de las velocidades del flujo en los conductos en un rango para evitar erosión interna o sedimentación en las tuberías.

Los valores permisibles son los siguientes:

Velocidad mínima = 0.4 m/s

Velocidad máxima = 2.0 m/s

2.16 Pérdidas de agua en el sistema

Cuando se proyectan Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable (SAAP) es necesario considerar las pérdidas que se presentan en cada uno de sus componentes, la cantidad total de agua perdida se fija como un porcentaje del consumo promedio diario cuyo valor no deberá ser mayor del 20% según lo refiere el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA, 1999).

2.17 Pérdidas de energía

Para el cálculo de las pérdidas de energía en el sistema de abastecimiento se aplicara la formula exponencial de Hazen Williams ampliamente utilizada, donde se despeja la gradiente hidráulica.

$$H_f = 10.674 * \frac{Q^{1.8} * L}{C^{1.8} * D^{4.8}} \quad \text{EC.5}$$

Donde:

H : Perdida de carga en metros.

Q: Caudal en m^3/s .

L: Longitud en metros.

D: Diámetro en metros.

C: 100 (H°G°) -150 (PVC).

2.18 Mini Acueducto Por Bombeo Eléctrico (MABE)

Esta opción será considerada solo en los casos en que exista: (1) Disponibilidad de fuente de abastecimiento; (2) Disponibilidad de energía eléctrica y (3) Capacidad de pago de la comunidad. Si no se puede aplicar ésta opción se procurará adoptar cualquiera de los otros tipos de sistemas. Si no existe otra opción técnica y económicamente más aceptable entonces se realizará la perforación de uno o más pozos. Los criterios de aceptación del pozo serán los siguientes:

- a) 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 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.
- b) El caudal de explotación de bombeo estará en función de un período de bombeo mínimo de 12 horas y un máximo de 16 horas.
- c) El caudal máximo recomendado de la explotación de un pozo deberá ser igual o superior a 1.5 del consumo día promedio (QDP).
- d) Disposición de la comunidad para operar y mantener el sistema.

2.18.1 Pozos perforados

Esta elección se considerará únicamente si las opciones PEM, MAG Y CM no se pueden aplicar. Corresponde a la utilización de un pozo perforado empleando una bomba manual, por lo cual se deberá cumplir con los siguientes criterios:

- a) El caudal máximo de explotación será obtenido mediante una prueba de bombeo, siguiendo las consideraciones en el inciso "a" del apartado 5.3.3 mini acueducto por bombeo eléctrico.

b) El caudal máximo de explotación del pozo será igual o superior a 19 litros por minuto.

El servicio brindado por Pozo Excavado a Mano (PEM) o Pozo Perforado (PP), será equipado con bomba manual, preferiblemente del tipo “mecate”. Su ubicación será tal que quede equidistante de las viviendas y no mayor de 100 mts. De la más alejada.

2.18.2 Rejilla

En los drenajes, suelen instalarse rejillas que permiten el paso del agua y filtran residuos y desechos. La función de la rejilla, por lo tanto, es brindar una protección al sistema de drenaje, evitando que se obstruya.

2.18.3 ADEME

O tubería ciega, es la tubería restante que se ubica en zonas de fractura, donde el material es impermeable o estéril.

2.18.4 Diámetro de revestimiento

El revestimiento de los pozos, se hará con tubos PVC.

Se recomienda instalar tubos perforados con agujero de 1/8”, donde existan estratos permeables con presencia de agua. Se determina mediante la selección de la bomba a instalar de acuerdo a la demanda y diámetro de la tubería de succión.

2.18.5 Diámetro de perforación

El diámetro de perforación del pozo será adecuado al tipo de bomba a utilizar, se denomina a través del diámetro de revestimiento y empaque de grava recomendado según la hidrogeología del pozo perforado.

2.18.6 Empaque de grava

Un método de control de la producción de arena utilizado para prevenir la producción de arena de formación. En las operaciones de empaque de grava, se coloca un cedazo (filtro) de acero en el pozo y el espacio anular circundante se empaca con grava preparada de un tamaño específico, diseñada para prevenir el pasaje de arena de formación. El objetivo principal es estabilizar la formación, a la vez que se causa un deterioro mínimo de la productividad del pozo.

2.18.7 Sello sanitario

El sello sanitario estará en dependencia de la profundidad del nivel de agua y las condiciones sanitarias del área. Se construirá de mortero simple con el objetivo de estabilizar las paredes del pozo y evitar contaminación por infiltración de agua u otras sustancias superficiales.

2.18.8 Tubos piezométrico

El tubo piezómetro o manómetro es, como su nombre indica, un tubo en el que estando conectado por uno de los lados a un recipiente en el cual se encuentra un fluido, el nivel se eleva hasta una altura equivalente a la presión del fluido en el punto de conexión u orificio piezométrico, es decir hasta el nivel de carga del mismo. Dicha altura H , es la suma de la altura de presión h , y la altura de cota z . En un tubo piezométrico la presión es la misma que dentro del depósito que contiene el fluido.

2.18.9 Estaciones de bombeo

En las estaciones de bombeo para pozos perforados deben considerarse los elementos que la forman lo que consiste en; caseta de protección de conexiones eléctricas, o mecánicas, conexión de bomba o sarta, fundación y equipo de bombeo (bomba y motor) y el tipo de energía.

2.18.10 Caseta de control

Según el (INAA, 1999) La caseta de control se diseña de mampostería reforzada acorde a un modelo típico, incluyéndose la iluminación, ventilación y desagüe, tiene la función de proteger los equipos eléctricos y mecánicos.

2.19 Línea de conducción por bombeo

En el diseño de una línea de conducción por bombeo, se hará uso de una fuente externa de energía, para impulsar el agua desde la toma hasta la altura requerida, venciendo la carga estática y las pérdidas por fricción originadas en el conducto al trasladarse el flujo.

2.20 Equipo de bombeo

En la práctica nacional, los equipos de bombeo que generalmente se emplean para pozos menores de 10m de profundidad son bombas de eje horizontal, y para pozos mayores de 10 m son las de turbinas de eje vertical y sumergible.

2.20.1 Carga total dinámica (CTD)

$$C : N + C + h_{co} + h_d \quad \text{Ec.6}$$

Donde:

NB: Nivel más bajo del agua durante el bombeo.

CED: Carga estática de la descarga.

hfcolumna: Perdidas de la columna dentro del pozo.

hfdesc: Perdidas en la descarga.

NB; NEA + Variación + Abatimiento.

CED: Nivel del agua en la descarga – Nivel más bajo en la superficie.

Carga Total Dinámica (CTD): Es la carga total contra la cual debe operar una bomba. La energía por unidad de peso de líquido que debe suministrarle la bomba al mismo para que pueda realizar el trabajo que pretende.

Nivel estático del agua: Es la profundidad del agua subterránea referida al nivel del terreno. Este componente puede obtenerse mediante mediciones hechas en los pozos cercanos al sitio donde se propone construir el pozo.

Variación estacional del agua subterránea: Puede establecerse restando la profundidad del agua medida al final del mes de abril o a principios de mayo, la profundidad del agua registrada al final de octubre o a principios de noviembre.

2.20.2 Selección del equipo de bombeo

Conociendo la altura a vencer por la bomba (H_b) y el caudal que debe suministrar la misma (Q), se selecciona de entre los equipos de bombeo 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.

2.20.3 Potencia hidráulica de la bomba

$$P_b = \frac{Q \cdot C}{3}$$

EC.7

Donde:

PB: Potencia de la bomba (HP).

Q: CMD (gpm).

CTD: Carga total dinámica (pie).

2.21 Determinación del diámetro económico

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

EC.8

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

D: metros

Q: m³/seg

2.21.1 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.

2.21.2 Celeridad

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

$$C = \frac{9}{\sqrt{4.3 + K \frac{D}{E}}}$$

EC.9

Dónde:

C: Celeridad o velocidad de la onda de compresión o de succión (m/s).

D: Diámetro de la tubería (m).

e: Espesor de los tubos (m).

k: Coeficiente que tiene en cuenta los módulos de elasticidad (adimensional).

Tabla 2: Coeficiente de elasticidad

Material de tubería	k
Acero	0.5
Hierro fundido	1.0
Concreto	5.0
Asbesto-cemento	4.4
Plástico	18.0

Fuente: (Lopez, 1999)

2.21.3 Calculo de la sobrepresión

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

$$G.A = \frac{C}{g} \quad \text{EC.10}$$

Dónde:

G.A: sobrepresión (m).

V: Velocidad media del agua (m/s).

C: Celeridad (m/s).

g: Aceleración de la gravedad (m/s²).

2.22 Red de distribución

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

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

b) El sistema de distribución puede ser de red abierta, de malla cerrada o una combinación de ambos.

Según lo establecido en las normas del (INAA, 1999).

2.22.1 Selección de clase de tubería a emplear

La clase de tubería a emplear, será capaz de soportar la presión hidrostática y ajustarse en la máxima economía.

Tabla 3: Presiones de trabajo

PRESION DE TRABAJO			
SDR	(kg/cm ²)	(PSI)	(m.c.a)
11	18	400	280
13.5	22.4	320	224
17	17.5	250	175
26	11.2	160	112
32.5	8.8	125	88
41	7.0	100	20
50	5.6	80	56

Fuente: (ASTM 6)

Como resultado de los estudios de campo se dispondrá de los planos necesarios de planta perfil, longitudinal de línea de conducción, informaciones adicionales acerca de la naturaleza del terreno, detalles especiales etc. Permitirá determinar la clase de tubería (Hierro fundido, Hierro galvanizado, Asbesto Cemento, más conveniente).

2.22.2 Diámetro

Para la determinación de los diámetros habrá que tomar en cuenta las diferentes alternativas bajo el punto de vista económico.

Definida las clases de tuberías y límites de utilización, por razones de precisión estática pueden presentarse situaciones que obliguen a la utilización de dispositivos reductores de presión, estableciéndose a lo largo de la línea tramos para efectos de diseño en función de la línea de carga estática o mediante la utilización de tubería de alta presión.

En todo caso sea en toda la longitud de la línea de conducción o en tramos, la selección de diámetro más conveniente resultara para aquellas combinaciones que aproveche al máximo ese desnivel, es decir haciendo:

$$H_f = H$$

2.22.3 Válvulas complementarias de la red de distribución

➤ Válvulas de pase

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

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

➤ Válvulas de limpieza

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

➤ Válvula reductora de presión y cajas rompe presión.

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

2.23 Tanque de almacenamiento

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

2.23.1 Capacidad

Según el (INAA, 1999) La capacidad del tanque de almacenamiento deberá de satisfacer las condiciones siguientes:

a) Volumen Compensador:

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

b) Volumen de reserva

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

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

2.23.2 Localización

Los tanques de almacenamiento deberán estar localizados en zonas próximas al poblado y tomándose en cuenta la topografía del terreno, de tal manera que brinden presiones de servicios aceptables en los puntos de distribución.

2.23.3 Tanque sobre el suelo

Se recomienda este tipo de tanque en los casos siguientes:

Cuando la topografía del terreno lo permita y en comunidades rurales que dispongan localmente de materiales de construcción como piedra bolón o cantera.

En el diseño de los tanques sobre el suelo debe de considerarse lo siguiente:

- a) Cuando la entrada y salida de agua es por medio de tuberías separadas, estas se ubicarán en los lados opuestos con la finalidad de permitir la circulación del agua.
- b) Debe considerarse un paso directo y el tanque conectado tipo puente (bypass), de tal manera que permita mantener el Servicio mientras se efectúe el lavado o reparación del tanque.
- c) La tubería de rebose descargará libremente sobre una plancha de concreto para evitar la erosión del suelo.
- d) Se instalarán válvulas de compuerta en todas las tuberías, limpieza, entrada y salida con excepción de la de rebose, y se recomienda que las válvulas y accesorios sean tipo brida.

- e) Se debe de considerar los demás accesorios como; escaleras, respiraderos, indicador de niveles y acceso con su tapadera.
- f) Se recomienda que los tanques tengan una altura máxima de 3.0 metros, con un borde libre de 0.50 metros y deberán estar cubiertos con una losa de concreto. En casos especiales se construirán tanques de acero sobre el suelo.

2.24 Estimación de costo de la obra.

A partir del presupuesto, se deducen términos acerca de rentabilidad, posibilidad y conveniencia de ejecución de la obra. Se debe hacer un análisis minucioso de la información contenida en los planos y levantamiento topográfico. En este sentido cobra importancia el cálculo de take off, que consiste en determinar volúmenes y cantidades de materiales pertenecientes a cada una de las etapas que integran la obra.

Se entregara el presupuesto respectivo parcial y total de las etapas de construcción incluyendo unidades de medida, cubicación precio unitario y total.



Diseño metodológico

3 Diseño metodológico

3.1 Descripción del área de estudio

Área rural (comunidad de San Lorenzo, municipio de San Juan de Limay, departamento de Estelí).

3.1.2 Tipo de estudio

Cuanti- cualitativo, descriptivo, de corte longitudinal.

3.1.3 Universo de estudio

Calidad y modalidades de sistemas de abastecimiento de agua.

3.2 Fuente de recolección de datos primarios

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

3.3 Fuentes secundarias

- Visitas para consultas:
 - Alcaldía de San Juan de Limay.
 - Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE).
 - FISE.

3.4 Muestra y muestreo de estudio

Muestreo: Realizado por conveniencia

Muestra: Sistema de conducción, almacenamiento y distribución de agua potable a considerar en el proyecto de acuerdo con las condiciones del sitio.

3.5 Instrumentos de recolección de datos

- Encuestas socio- económicas a población beneficiada.
- Resultado de análisis físico- químico y bacteriológico de las fuentes en estudio

- Levantamiento topográfico para la elaboración de línea de conducción, distribución y el almacenamiento.

3.6 Métodos para recolección de datos

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

3.7 Herramientas para la recolección de datos

Mapas de la zona

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

3.8 Proyección de población

Para determinar las cantidades de agua necesarias para el abastecimiento de agua potable de los próximos 20 años de la población de la comunidad de San Lorenzo y poder conocer las capacidades que va a tener la obra de captación, equipo de bombeo, línea de conducción, red de distribución, el volumen del tanque de almacenamiento, se hace necesario conocer primero la población actual y en base a esta, determinar la población futura durante todo el periodo de diseño.

Para la proyección de la población de esta localidad se aplicara el método geométrico, partiendo de los datos suministrados por el instituto nacional de información de desarrollo, (INIDE).

El VIII Censo de Población y IV de Vivienda, 2005 fue un censo de Derecho es decir que las personas nacionales y extranjeras fueron censadas en el lugar donde residen

habitualmente, dentro del territorio y aguas bajo la jurisdicción de la República, estuvieran presentes o no al momento del censo.

La recolección de la información censal comprendió el período del 28 de mayo al 11 de junio de 2005

Tabla 4: Censo poblacional sector rural

Comunidad	Población T	Total de familias	N° viviendas	Habitantes/vivienda
San Lorenzo	354	90	50	7

Fuente: (INIDE, 2005)

3.9 Procesamiento de análisis y datos

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

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

El procesamiento de los datos está enfocado principalmente a los resultados de la velocidad en los tramos y la presión en cada nodo, si estos no cumplen con lo

establecido en las normas nacionales se pueden proponer otros diámetros hasta obtener resultados aceptables.

Una vez procesados los datos en los diferentes programas, se organizó en tablas, cuadros gráficos y dibujos, posteriormente se realizó el análisis de los mismos.

3.10 Elaboración de informe final

La investigación documental, los instrumentos (encuestas) y trabajo de campo fueron las herramientas fundamentales que nos permitieron la elaboración del trabajo de tesis, en donde presentamos los resultados obtenidos y todo lo relacionado a nuestro tema de investigación.



Análisis y resultados

4 Análisis y resultados

4.1 Estudio socio económico

4.1.2 Macro localización

En conformidad a lo establecido en la Publicación Oficial de Derroteros Municipales de la República de Nicaragua Anexo 1 de la Ley de División Política Administrativa, publicado en la Gaceta Diario Oficial N° 241 del 22 de diciembre de 1995, el Municipio de San Juan de Limay se encuentra al suroeste del Departamento de Estelí, limitando:

Al Norte: Pueblo Nuevo

Al Sur: Achuapa

Al Este: Estelí y Condega

Al Oeste: San Francisco del Norte (Chinandega) y san José de Cusmapa (Madriz)

Ilustración 1: Macro localización

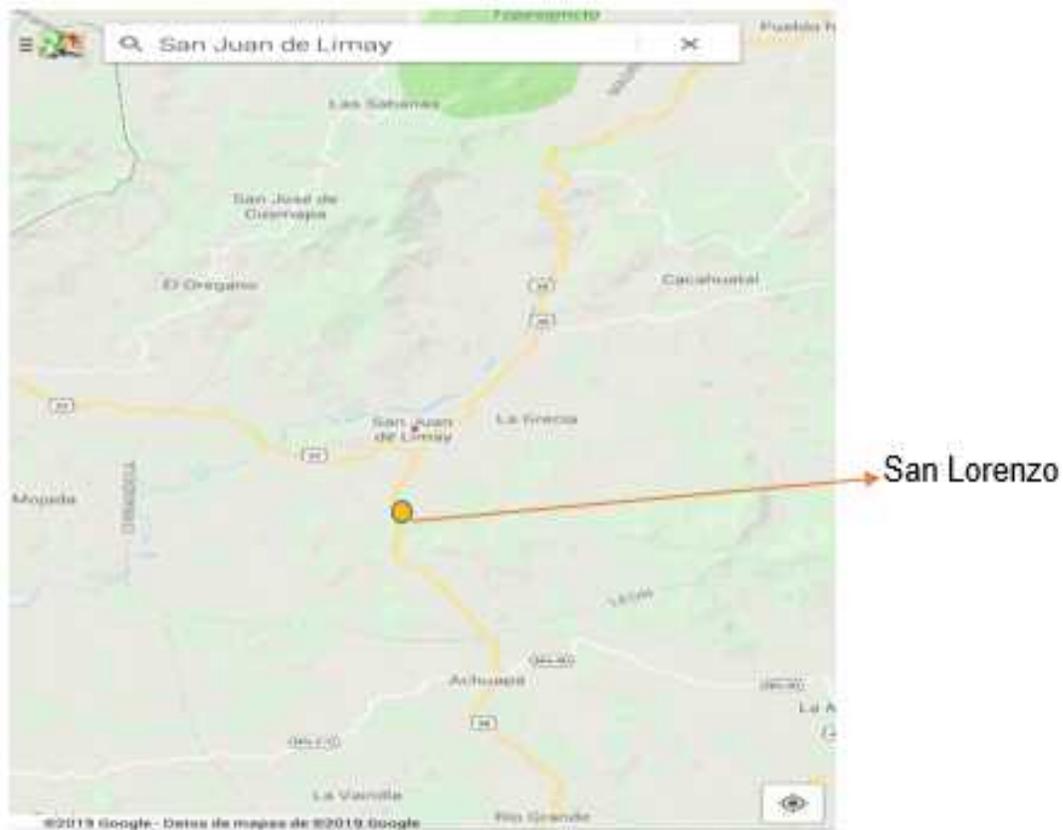


Fuente: (Mapas de Nicaragua)

4.1.3 Micro localización

La comunidad de San Lorenzo se encuentra ubicada en el sector rural a una distancia de 2 km hacia el sur del Municipio de San Juan de Limay, Departamento de Estelí.

Ilustración 2: Micro localización



Fuente: (Google Maps, 2019)

4.1.4 Población

La comunidad de San Lorenzo consta en total de 350 habitantes según el Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE, 2016-2018).

4.1.5 Estudio de la población

La determinación de las características de la población y su proyección futura, son los aspectos más importantes del análisis demográfico.

El estudio de población consistirá en la caracterización del estilo de vida de los habitantes de la comunidad, que incluirá, la densidad de población por zonas y sus características generales como estructuras por edades y nivel de ingreso general, además de las características habitacionales y comerciales, y la estimación de la tasa de crecimiento poblacional para la comunidad. La información requerida se obtendrá de la aplicación de la encuesta socioeconómica y de caracterización de la condición de servicio

➤ **Servicios existentes**

- **Salud:** Existe un centro de salud construido en el año 2016 por el FISE. Es atendido por un promotor de salud que llega todos los días cuenta con una enfermera y un Médico, los medicamento son proporcionados por el MINSA.
- **Energía eléctrica:** La comunidad cuenta con el servicio de energía eléctrica que abastece a 318 viviendas solamente, 32 están sin conexión, la tarifa más alta es de 600 \$ córdobas y el menor es de 30 \$ córdobas por mes.
- **Transporte:** La comunidad utiliza comunidad transporte público las caponeras del municipio de San Juan de Limay y un bus que recorre la ruta Achuapa-Limay.
- **Comedor Infantil:** La comunidad cuenta con un comedor infantil en muy buen estado ubicado a un costado de la escuela en donde se lleva a los niños a consumir los alimentos proporcionados por el proyecto del PMA.

➤ **Actividades económicas**

Los hombres jefes de familia se dedican a la agricultura comúnmente a la siembra de maíz y de frijoles mientras las mujeres se dedican a ser amas de casa encargándose de la limpieza del hogar, el cuidado de los niños y a la crianza de animales de corral.

➤ **Educación**

En la comunidad existen 31 hombres adultos analfabetas, 21 mujeres adultas analfabetas para un total de 52 adultos que no saben leer ni escribir 37 niños asisten a la escuela primaria y 9 adolescentes asisten a la escuela secundaria.

➤ **Situación habitacional**

Las viviendas se encuentran en diferentes estados los cuales se califican por medio de distintos indicadores

Tabla 5: Principales indicadores de vivienda

Particulares	32
Ocupadas	32
Pared Inadecuada	17
Techo Inadecuado	3
Piso de tierra	23
Vivienda Inadecuada	17
Sin Luz eléctrica	32
Sin agua potable	32
Tenencia no propia	4

Fuente: (INIDE, 2016-2018)

➤ **Situación ocupacional**

El 60% de la población presenta índices de desempleo dentro de la comunidad por esta misma razón muchos buscan trabajo en las cabeceras departamentales como son Estelí, Ocotal o Managua.

➤ **Ingreso mensual por familia**

El Ingreso mensual por familia está entre 1500, \$ córdobas y 2500 \$ córdobas siendo muy por debajo de la canasta básica presentando un nivel de pobreza por encima del 40% según (INIDE, 2016-2018).

➤ Situación actual de abastecimiento de agua

La comunidad presenta un gran problema de abastecimiento de agua potable ya que están siendo abastecidos de una fuente artesanal (pozo) que no cumple con los caudales requeridos para suplir la necesidad a todos los habitantes de este vital líquido además presenta un grado de contaminación que hace que el agua no sea apta para el consumo humano

Fuente: (INIDE, 2005)

4.2 Determinación de la población futura

Para el cálculo de la población se usó el método geométrico expresado en la EC.1

$$P_{tt} = P_0 (1 + r)^n$$

Donde:

P_n: Población del año “n”

P₀: Población al inicio del período de diseño

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

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

$$P = 354(1 + 0.025)^2 = 580$$

$$p_n = 580$$

Tabla 6: proyección de la población

Periodo de diseño en años	Proyección de población
5	400
10	453
15	512
20	580

Fuente: (Elaboración propia.)

4.3 Consumo domiciliar

$$CD = 50 \text{ l/d} \times 580 \quad \text{Ec.2}$$

$$CD = 29,000 \text{ l/d}$$

4.4 Consumo publico

$$CP = 7\% CD \quad \text{Ec.3}$$

$$CP = 7\% 29,000 \text{ l/d}$$

$$CP = 2,030 \text{ l/d}$$

4.5 Consumo promedio diario

$$CPD = (CD + CP) \quad \text{Ec. 4}$$

$$CPD = 29,000 \text{ l/d} + 2030 \text{ l/d}$$

$$CPD = 31,030 \text{ l/d}$$

4.6 Pérdidas en el sistema

Se sugiere utilizar un factor de perdida en el sistema por fugas de tuberías rotas, malas conexiones, mantenimiento en la red de distribución, limpieza de tanque de almacenamiento y otras actividades en el sistema de 20% del consumo promedio diario, por lo que el sistema será completamente nuevo y se construirá con tubería PVC.

$$Q_f = 20\% CPD$$

$$Q_f = 20\% 31,030$$

$$Q_f = 6,206 \text{ l/d}$$

4.7 Variaciones de consumo

- Variaciones diarias: el consumo máximo día se ha establecido como 1.5 veces del consumo promedio diario.
- Variaciones horarias: el consumo máximo horario se ha establecido como 2.5 veces del consumo promedio diario.

Caudal de diseño (Caudal Máximo Día)

$$CMD = 1,5 \times CPD + Q_f$$

$$CMD = 1,5 \times 31,030 \text{ l/d} + 6,206 \text{ l/d}$$

$$CMD = 52,751 \text{ l/d}$$

Caudal de diseño (Caudal Máximo Hora)

$$CMH = 2,5 \times CPD + Q_f$$

$$CMH = 2,5 \times 31,030 \text{ l/d} + 6,206 \text{ l/d}$$

$$CMH = 83,781 \text{ l/d}$$

4.8 Análisis de la fuente de abastecimiento

De acuerdo a la información facilitada por la alcaldía municipal de San Juan de Limay, y extraída del pliego de bases y condiciones del proyecto de perforación de 2 pozos existentes en la comunidad "San Lorenzo", donde se incluirá el pozo de interés, las características de la estructura son las siguientes:

Tabla 7: Información general de la fuente

Profundidad nominal	64.00	m
Diámetro de perforación	6	Pulgadas
Sellado de mortero	4	pulgadas
Rejilla tipo puente AB 1/8"	18.30	m
Ademe 4.2"	45.72	m
Empaque de grava	4 m ³	Diámetro ¼ "
Sello sanitario 2"	12.19	m
Tubo de engrave de 2"	24.38	m
Material selecto	1.40	m ³
Desarrollo	12	horas
Prueba de bombeo	12	horas

Fuente: (Elaboración propia.)

4.9 Potencial y caudal explotable

La fuente de abastecimiento para el suministro de agua potable, constituye el elemento más importante de todo el sistema, por tanto, debe estar lo suficientemente protegida para garantizar su durabilidad y por ende la durabilidad del sistema.

La sección (5.3.3.) de la NTON 09001-99 establece como uno de los principales criterios de aceptación de una fuente para un MABE, que el caudal máximo recomendado de la explotación de un pozo deberá ser igual o superior a 1.5 del consumo día promedio (QDP).

Para las condiciones de trabajo se consideró una fuente con un rendimiento de 50 gpm, por tanto:

Tabla 8: potencial de caudal explotable

CPD	5.32 gpm
1.5 CPD	8 gpm
Rendimiento aproximado	50 gpm

Fuente: (Elaboración propia.)

Como el rendimiento de la fuente (50 gpm) > 1.5CPD (8 gpm), la fuente considerada es suficiente para abastecer al sistema.

El CMH para el periodo de diseño es de 8 gpm, lo que es inferior al rendimiento de la fuente, hecho que resulta favorable considerado que el

CMD representa una situación crítica durante la vida útil del sistema y por tanto las fuentes de agua no se diseñan considerando esta situación.

Los resultados indican que el grado de explotación de la fuente considerada será mínimo, lo que garantiza su durabilidad y un suministro de agua en cantidad suficiente para abastecer la demanda de la población.

4.10 Equipo de bombeo

Se diseñara un solo equipo de bombeo, calculado para el caudal de diseño de 20 años, el equipo deberá ser reemplazado luego del primer periodo de 10 años, por otro equipo de iguales especificaciones que el primero, las que se determinaran en esta sección.

Tabla 9: Especificaciones del equipo de bombeo

Condiciones	Cantidad	U/M
Nivel estático del agua	10	m
Variaciones estacionales	6.1	m
Abatimiento por bombeo	6.1	m
Sumergencia	6.1	m
Tubería de conducción de PVC con C	150	m
Q_d número	1.5	lps
bombeo	12	Horas

Fuente: ((Pliego de bases y condiciones para el diseño de pozos comunitarios de San Juan de Limay, 2017))

4.10.1 Carga total dinámica (CTD)

$$CTD = NB + CED + hf_{cc} + hf_d \quad \text{Ec.6}$$

$$CTD = 22.20 \text{ m} + 59 \text{ m} + 0.75 \text{ m} + 8.28 \text{ m}$$

$$CTD = 90.23 \text{ m}$$

➤ Nivel más bajo del agua durante el bombeo (NB)

$$NB = NEA + VE + Abat$$

$$NB = 10 \text{ m} + 6,1 \text{ m} + 6,1 \text{ m}$$

$$NB = 22.20 \text{ m}$$

➤ Carga estática de la descarga

CED: Nivel del agua en la descarga – Nivel más bajo en la superficie.

$$CED = 64 \text{ m} - 5 \text{ m}$$

$$CED = 59 \text{ m}$$

➤ Pérdidas por fricción en la columna de bombeo

La NTON 09001-99 establece (sección 6.4.1.), que las pérdidas por fricción en la columna de bombeo se consideran no mayor al 5% de su longitud.

$$hf_{cc} = 5\% Lc$$

$$Lc: NB + Sumergencia$$

$$L_c = 22.20 \text{ m} + 6.1 \text{ m}$$

$$L_c = 28.30 \text{ m}$$

$$5\% \ 28.30 \text{ m} = 1.41 \text{ m}$$

$$h_{f_{cc}} = \frac{1.49}{D^{4.8}} \left(\frac{Q}{C}\right)^{1.8} L \quad | \quad 5\% \ L_c$$

$$h_{f_{cc}} = \frac{1.49}{0.048^{4.8}} \left(\frac{0.01}{1}\right)^{1.8} \ 64 \text{ m}$$

$$h_{f_{cc}} = 0.75 \text{ m} \quad 1.41 \text{ m}$$

➤ **Perdidas en la descarga**

Considerando una tubería con un diámetro de 2"

Tabla 10: Pérdidas localizadas en longitudes equivalentes en metro de tubería recta

Accesorio	Cantidad	Longitud equivalente (m)	Total (m)
C-90° de radio mediano	1	1.4	1.4
Válvula de compuerta, VC liviano	1	0.4	0.4
Válvula de retención, VR liviano	1	4.2	4.2
Tee paso directo	1	1.1	1.1
Medidor	1	10	10
C-90° de radio corto	1	1.7	1.7
C-45°	4	0.8	3.2
Salida al tanque	1	1.5	1.5

Fuente: (Elaboración propia)

$$L_e \text{ total} = 23.5 \text{ m}$$

L real: $L_e \text{ total} + L \text{ tubería}$

$$L \text{ real} = 23.5 \text{ m} + 64 \text{ m}$$

$$L \text{ real} = 87.5 \text{ m}$$

$$h_{f_d} : 10.674 \left(\frac{Q}{C}\right)^{1.8} \frac{L}{4.8}$$

$$h_{f_d} : 10.674 \left(\frac{0.00150 \text{ m}^3/\text{s}}{150}\right)^{1.8} \frac{87.5 \text{ m}}{0.0508 \text{ m}^{4.8}}$$

$$h_{f_d} : 8.28 \text{ m}$$

4.10.2 Potencia hidráulica de la bomba

Según Ec.7

$$P_b = \frac{(8.91)(7.5)}{3}$$

$$P_b = 0.145 \text{ hp}$$

Se requiere un equipo de bombeo con una potencia hidráulica superior a los 0.145 HP.

4.10.3 Selección del equipo de bombeo

Como referencia se utilizó el catálogo de bombas sumergibles GRUNDFOS SP A, SP de 50 m Hz, resultando la elección de la bomba SP 5A-12 para caudales de operación de hasta 6.4 m³/h, las características del equipo de bombeo se indican a continuación:

Tabla 11: Características del equipo de bombeo

Velocidad de giro (n)	2870	rpm
Diámetro	4	pulg
Potencia(p)	1.25	Hp
Eficiencia (e)	60	%

Fuente: (Elaboración propia.)

4.11 Caudal de bombeo

$$Q_b = Q_m \frac{z}{N}$$

$$Q_b = 0.5 \text{ l/s} \frac{z}{1}$$

$$Q_b = 1.006 \text{ lps}$$

4.12 Fuente de abastecimiento propuesta

Para el abastecimiento de agua potable de los habitantes de la comunidad de San Lorenzo, se propone la utilización de la fuente de aguas subterráneas y la obra de captación consistirá en la perforación de un pozo ubicado en la entrada norte de la

comunidad, este pozo abastecerá del vital líquido hasta el año 2040 a los habitantes de la comunidad.

4.13 Línea de conducción

Los elementos del sistema de agua potable se diseñaron bajo las normas establecidas por el Instituto Nicaragüense de acueductos y Alcantarillados (INAA, 1999).

La línea de conducción deberá tener la capacidad suficiente para conducir el caudal del consumo máximo por día de los próximos 20 años. Se permitirán velocidades de flujo, entre los 0.60 m/s a 2.0 m/s.

Según las normas del (INAA, 1999) La línea de conducción debe analizarse para la demanda máxima CMD al final de su periodo de diseño, del análisis resulta un caudal de 12,5 GPM. La topografía de la zona por donde se traza la línea de conducción es suave, obteniendo presiones bajas con un diámetro de 2 pulgadas para la línea de conducción.

4.14 Diámetro económico

Según Ec.8

$$D = 0.9 (0.000359 \text{ m}^3/\text{s})^{0.4}$$

$$D = 0,026 \text{ m} \approx 1,50 \text{ pulgadas}$$

Se utilizara un diámetro de 2" según lo establecido en la sección 7.4.6 de la norma técnica para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua (NTON , 1999).

4.15 Análisis técnico-económico

Para la determinación del mejor diámetro, se efectuó el análisis económico correspondiente conocido este como diámetro económico de bombeo, tomando en cuenta los costos anuales de consumo de energía, costo de la tubería y los costos totales de la operación y mantenimiento a través del tiempo. La alternativa que presenta el menor costo es el diámetro de 1.5 pulgadas pero según la Norma Técnica

Para el Diseño de Abastecimiento y Potabilización el Agua. (NTON , 1999) el diámetro mínimo será de 2 pulgadas.

4.16 Sobre presión de golpe de ariete

4.16.1 Calculo de la celeridad

Considerando una línea de conducción de PVC SDR-26 de 2", el espesor del tubo es 2.31mm y la K para tubos plásticos de acuerdo a la tabla 2 es de 18 según Ec.9.

$$C = \frac{9}{\sqrt{4 \cdot 18 + 1 \frac{0.0 \text{ m}}{0.0 \text{ m}}}}$$

$$C = 4 \text{ m/s}$$

4.16.2 Calculo de sobre presión

$$G.A. = \frac{(4 \text{ m/s})(0.7 \text{ m/s})}{9.8 \text{ m/s}^2} \quad \text{Ec.10.}$$

$$G.A. = 3 \text{ m}$$

4.16.3 Presión total

La presión máxima ejercida en las paredes de la tubería está dada por la sumatoria de la carga estática y la sobrepresión ocasionada por golpe de ariete.

$$P = 35.38m + 59m$$

$$P = 9 \text{ m}$$

Considerando que la presión de servicio ofrecida por la tubería PVC cédula SDR-26 es de aproximadamente 112 m.c.a., se concluye que es factible el usar esta denominación de tubería en la línea de conducción.

4.16.4 Velocidad

La velocidad se mantiene con el rango establecido con 0.74 m/s en del diámetro propuesto.

Tabla 12: Resumen de resultados para la línea de conducción

Concepto	Valor calculado	Valor de referencia	Observación
Velocidad	0.74 m/s	0.74m/s < v < 1.5 m/s	cumple
Golpe de ariete	83.363 m	112 m.c.a	Cumple

Fuente: (Elaboración propia.)

4.17 Tanque de almacenamiento

4.17.1 Capacidad

La capacidad del tanque de almacenamiento equivale al 35% del CPDT, según las normas del (INAA, 1999). Por lo que el tanque se construirá con una capacidad de 11m³

$$\text{vol. total} = 35\% \text{CPD}$$

$$\text{vol. total} = 35\% / 100(31,030 \text{ l/d})$$

$$v \cdot t = 1,8 \text{ l/d} \cdot 1,8 \text{ m}^3 \approx 11 \text{ m}^3$$

4.17.2 Calculo de la altura del tanque

La altura del tanque depende de consideraciones de tipo económico:

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

$$h = \frac{\text{vol}/100}{3} + k$$

h: Altura en m

vol.: Volumen

k: Coeficiente en metros cúbicos .

Tabla 13: Constante de la capacidad de almacenamiento en función al volumen

Volumen en m ³	k
< 3	2.0
3-6	1.8
7-9	1.5
10-13	1.3
14-16	1.0
> 17	0.7

Fuente: (Baltodano, 2003)

$$h = \frac{11 \text{ m}^3/100}{3} + 1.3$$

$$\mathbf{h = 1.33 \text{ m}}$$

Se considerara una altura de rebose de 0.50 m según la norma.

Altura total 1.83m \approx 2.26 m

4.17.3 Calculo de la base del tanque

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

L: lado de la base en m

$$L = \sqrt{\frac{11 \text{ m}^3}{2 \text{ m}}}$$

$$\mathbf{L = 2.3 \text{ m}}$$

Se tomara 2.5 m

Tabla 14: dimensiones finales del tanque de almacenamiento

Concepto	Dimensión	Observación
Volumen	11 m ³	Se consideró un 35% del CPD
Altura	2.26 m	Incluye tubería de rebose
Lado	2.50 m	El tanque será de sección cuadrada

Fuente: (Elaboración propia.)

Por ser un tanque de concreto reforzado se propondrá una figura geométrica cuadrada. Estará ubicada en el punto más alto con respecto al resto de la comunidad, cumpliendo con las normas en cuanto a presiones que se requieren para diseños en áreas rurales el tanque se construirá en un punto el cual tiene una cota de elevación de 381.2150 msnm.

Este será construido sobre lavase de suelo natural, conocido como tanque de concreto reforzado para soportar la cantidad de agua a suministrar dirigiendo las cargas hacia el suelo.

4.18 Red de distribución

La simulación del sistema fue realizada con el software EPANET, considerando el:

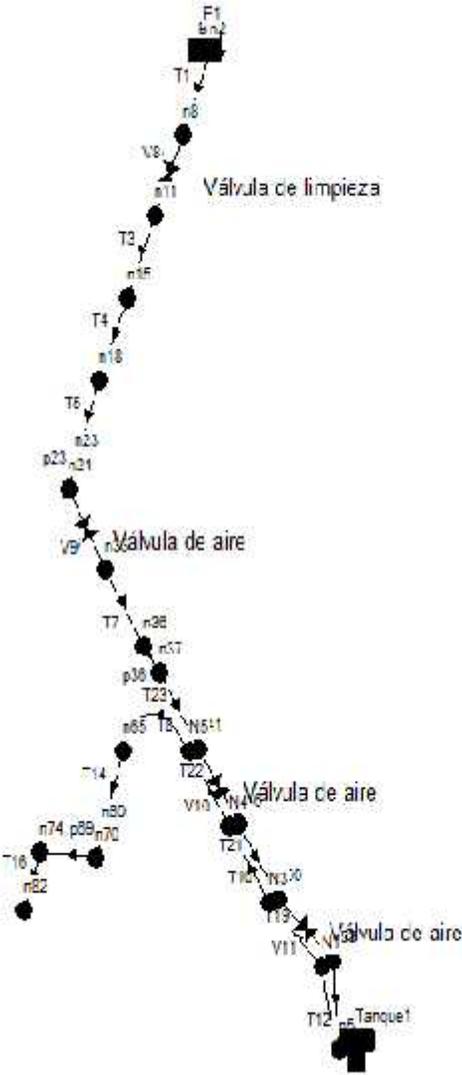
- Tanque mínimo y CMH: Representa la condición más exigente, donde se presentan las mayores velocidades y altas presiones de trabajo, solamente por debajo de las presiones existentes cuando no hay demanda en el sistema para la modelación del sistema se necesitaron 22 nodos, para llevar un mejor control de las características de interés (presiones y velocidades). Todas las simulaciones se realizaron tomando en cuenta las siguientes consideraciones:
- La curva característica del equipo de bombeo seleccionado en la sección.
- Las dimensiones del tanque de almacenamiento calculado en la sección.
- Tuberías de PVC, C= 150 y 2 pulgadas de diámetro.

4.18.1 Presión máxima y mínima

Las presiones máximas y mínimas en las redes de distribución deben de estar entre los rangos de 5.m.c.a y 50 m.c.a según las normas del (INAA, 1999).

El análisis hidráulico de las redes de distribución en el software de análisis simulación hidráulica EPANET, bajo las condiciones de cero consumo en la red para verificar que las presiones estáticas se mantengan dentro del rango permitido y con el consumo máximo horario.

Ilustración 3: Esquema de la red de distribución



Fuente: (EPANET 2.00.12)

Tabla 15: Presiones máximas y mínimas con CMD en la Línea de Conducción.

ID Nudo	Cota m	Altura m	Presión m
Conexión n2	360.284	408.05	47.77
Conexión n8	357.85	406.55	48.70
Conexión n11	359.606	405.06	45.45
Conexión n15	362.053	403.58	41.53
Conexión n18	361.977	402.13	40.15
Conexión n23	360.506	400.69	40.18
Conexión n24	360.592	400.29	39.70
Conexión n33	360.933	398.85	37.92
Conexión n36	363.945	397.63	33.69
Conexión n37	365.222	397.19	31.97
Conexión n41	348.934	396.01	47.07
Conexión n46	354.25	394.84	40.59
Conexión n50	360.736	393.70	32.97
Conexión n53	365.009	392.58	27.57
Conexión n58	377.918	391.47	13.55
Conexión n65	345.726	391.20	45.47
Conexión n69	348.665	391.20	42.53
Conexión n70	348.663	391.20	42.53
Conexión n74	347.326	391.19	43.87
Conexión n82	350.766	391.19	40.43
Conexión N1	365.009	391.21	26.20
Conexión N3	360.736	391.21	30.47
Conexión N4	354.25	391.20	36.95
Conexión N5	348.934	391.20	42.27
Embalse F1	334.741	334.74	0.00
Depósito Tanque1	381.215	391.21	10.00

Fuente: (EPANET 2.00.12)

Presion maxima: 48.70 m

Presion minima: 10 m

Tabla 16: Velocidades con Consumo Máximo Diario en la Línea de Conducción

ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km	Factor de Fricción
Tubería p23	1.59	0.81	14.15	0.021
Tubería p36	1.45	0.74	11.95	0.022
Tubería T2	1.63	0.33	14.93	0.021
Tubería T3	1.62	0.33	14.73	0.021
Tubería T4	1.61	0.32	14.54	0.021
Tubería T5	1.60	0.31	14.34	0.021
Tubería T6	1.58	0.30	13.96	0.021
Tubería T7	1.46	0.74	12.12	0.022
Tubería T8	1.44	0.73	11.77	0.022
Tubería T9	1.43	0.73	11.59	0.022
Tubería T10	1.41	0.72	11.42	0.022
Tubería T11	1.40	0.71	11.25	0.022
Tubería T12	1.39	0.71	11.08	0.022

Fuente: (EPANET 2.00.12)

4.19 Analisis fisico-quimico y bacteriologico

Para realizar los análisis físico-químicos y bacteriológicos, se tomaron muestras de agua de la fuente actualmente existente a las 2.00 pm del día 2019/10/03 y se entregaron al laboratorio privado LAQUISA el día 2019/10/04 a las 8:30 AM para un lapso de 13 horas con 30 minutos cumpliendo con las normas de laboratorio de que las muestras tienen que ser entregadas en un lapso máximo de 24 horas después de realizar el muestreo.

Las muestras de agua fueron refrigeradas al instante de su recolección hasta que fueron entregadas al laboratorio para sus debidos análisis.

Las cantidades de agua para el análisis físico-químico fueron de 1 galón, y para el análisis bacteriológico fue de 200 ml.

Según los resultados del análisis Bacteriológico el agua de la fuente no puede ser ingerida por el consumo humano debido a su alto índice de coliformes encontrados.

Debido a esto se propone la creación de una nueva fuente de captación que consistirá en un pozo perforado ubicado en la entrada salida norte de la comunidad que cuente con un caudal suficiente para abastecer a los pobladores con el vital líquido.

Ver resultados en Anexos 5 y 6.

4.20 Análisis de impacto ambiental

En el presente capítulo, se pretende recoger una síntesis de las condiciones operacional correspondiente al entorno afectable por la realización del proyecto.

En la actualidad el control y la normativa de los estudios y la evaluación de impacto ambiental para los proyectos de desarrollo está asignada al Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARENA), por medio de la ley creadora de MARENA 1-94, la ley 290 de la organización del estado, la ley general del ambiente (ley 217) y su reglamento y el decreto para la administración de EIA y permisos ambientales (decreto 76-2006). En este estudio se define la línea base ambiental, la cual es el punto de partida para Evaluar los impactos negativos y positivos que generará el proyecto, tanto en la etapa de construcción como en la de funcionamiento, a través de un conjunto de matrices. En la evaluación se abordan los factores son afectados, como: el suelo, la salud y el ambiente humano, realizando un programa de mitigación para los impactos negativos críticos de la obra.

4.20.1 Descripción general del proyecto

El emplazamiento del proyecto tiene por ubicación en el municipio de San Juan de Limay, comunidad San Lorenzo, con una población estimada de 354 habitantes. Se prevé que la ejecución de la obra tendrá una baja incidencia de impactos negativos sobre los habitantes, que transitan sobre la vía, próximos a la ubicación de la red de distribución y línea de conducción.

Las etapas de construcción de la obra son: preliminares, movimiento de tierra, construcción de tanque de almacenamiento y limpieza final. Durante todos los trabajos de excavación es muy probable la emisión de ruido, emisiones de partícula, afectaciones a la vegetación existente.

4.20.2 Instrumentos ambientales del SISGA y su relación en el marco legal nacional

En Nicaragua mediante el decreto 76-2006, se establecen las bases que rigen el sistema de evaluación ambiental en el país. Dicho decreto de acuerdo a las incidencias ambientales que tienen los proyectos, establece 3 categorías ambientales.

El proyecto de diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad de San Lorenzo, municipio de San Juan de Limay, está considerado como un proyecto de categoría III, quedando sujeto a una valoración de impacto ambiental.

Categoría ambiental III: La componen proyectos que pueden causar impactos ambientales moderados, aunque pueden generar efectos acumulativos, por lo que quedarán sujetos a una valoración ambiental, como condición para otorgar la autorización ambiental correspondientes.

El proceso de valoración correspondiente quedará a cargo de las delegaciones territoriales del MARENA, en coordinación con las unidades ambientales sectoriales y municipales pertinentes, según sea el tipo de obra, proyecto, industria o actividad.

4.20.3 Componentes ambientales a ser analizados

La valoración, consiste en determinar los elementos con impactos negativos y positivos generados por el proyecto, este análisis es realizado durante la etapa de construcción en las distintas actividades de ejecución. Luego, se consideran los impactos negativos y los impactos positivos en una tabla resumen, esto con el fin de razonar las medidas de mitigación que se deben realizar durante la construcción del proyecto.

4.20.4 Línea base ambiental

A continuación se presenta la LBA, destacando las principales situaciones positivas y negativas detectadas en el área de proyecto durante la construcción.

Tabla 17. Línea base ambiental

Categoría	Componente ambiental	Variables
<p>Estudio del medio físico</p>	<p>Calidad del aire</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Fuentes principales de emisión. ○ Niveles de emisión alcanzados en determinados lugares. ○ Características meteorológicas de la zona. ○ Áreas de especial sensibilidad. ○ Estudio de la corrosión. ○ Estudio de la contaminación por ruido. ○ Estudio de las vibraciones. ○ Estudio de las características geológicas y geotécnicas de los materiales. ○ Condiciones sísmicas. ○ Hidrogeología. ○ Calidad del paisaje propio de la comunidad. ○ Dureza. ○ Movimientos peatonales. ○ Equipamiento ○ Grado de insuficiencia e insatisfacción de los servicios básicos. ○ Evaluación de los servicios hídricos del área de estudio. ○ Servicios de salud ○ Población sin servicios de agua ○ Demanda por características de la población. ○ Incremento de los niveles de morbilidad y mortalidad relacionados con la carencia de agua. ○ Sensibilización de la población. ○ Cercanía a las fuentes de materia prima.
	<p>Geología y geomorfología</p>	
<p>Estudio socioeconómico y ambiental</p>	<p>Suelos</p>	
	<p>Espacios públicos</p>	
	<p>Salud</p>	

	Calidad de vida	<ul style="list-style-type: none"> ○ Disponibilidad de la mano de obra. ○ Recursos naturales y locales. ○ Las condiciones naturales,(topografía, resistencia del suelo etc.). ○ Población dedicada al sector agrícola y ganadero. ○ Cercanía y vinculación a las vías importantes de circulación.
	Economía	

Fuente: (Elaboración propia.)

Los factores ambientales sobre los cuales se provocan efectos por las actividades de construcción son: ruidos y vibraciones, geología y geomorfología, suelo, vegetación, paisaje, salud y vulnerabilidad. Los resultados para evaluar el éxito del proyecto se expresan en las matrices de Millán.

Tabla 18: Identificación de los impactos negativos en la etapa de construcción

Estado del proyecto	Acciones impactantes	efectos	Factor ambiental afectado
Preliminares	Movimiento de tierra	Producción de ruidos. Producción de polvos.	Calidad del aire
		Riesgo de inestabilidad en laderas. Riesgo de daños a las infraestructuras públicas.	Suelos
			Medio construido
Construcción de tanque de almacenamiento	Trabajos preliminares (limpieza y descapotado)	Producción de polvo	Calidad
		Riesgo de erosión	Aire/suelo Tierra/suelo
	Movimiento de tierra		
		Compactación del suelo Producción del polvo Producción de desechos orgánicos e inorgánicos Emisión de ruido Destrucción del suelo vegetal	
Construcción del tanque		Riesgos de accidentes laborales	
		Producción de ruidos	Población Ruidos
Construcción de Mini Acueducto (redes, conexiones y protección)	Trabajos de construcción de tuberías, depósitos, conexiones y obras de protección	Producción de polvo	Calidad del aire
		Producción de ruidos	Ruidos
		Riesgo de inestabilidad de tierras en zanjas Riesgo de daños a la infraestructura Riesgo laboral	Geología

			Medio construido
			Población

Fuente: (Elaboración propia.)

Tabla 19. Identificación de impactos negativos en la etapa de funcionamiento

Etapa del proyecto	Impactos o acciones del proyecto	Factor del medio afectado	Efecto directo
Funcionamiento de la estación bombeo	Extracción del agua	Salud humana	Riesgo de contaminación por falta de higiene
		Calidad de vida	No tiene efecto negativo
		Población	Bajo riesgo de accidentes laborales
Sistema del tratamiento del agua	Funcionamiento del sistema de tratamiento	Calidad de vida	Mala calidad del servicio de agua potable pese al deterioro del sistema de desinfección
		Salud Humana	Riesgo de la contaminación del agua por falta del mantenimiento y limpieza del sistema
Tanque de almacenamiento	Funcionamiento del tanque de almacenamiento	Salud humana	Riesgo de contaminación del agua por falta de proceso de desinfección
		Calidad de vida	Deterioro del servicio por mal funcionamiento del comité de agua
		Población	Bajo riesgo de accidentes
Redes, conexiones y desinfección	Funcionamiento del sistema de distribución	Población	Riesgo de accidente
		Calidad de vida	Deterioro del servicio por mal funcionamiento del comité de agua
		Fuente energética	Aumenta el consumo de energía eléctrica

Fuente: (Elaboración propia.)

Tabla 20: Identificación de impactos positivos en la etapa de funcionamiento

Etapa del proyecto	Impactos o acciones del proyecto	Factor del medio afectado	Efecto directo
Funcionamiento de la estación bombeo	Extracción del agua	Salud humana	Representará uno de los medios esenciales del conjunto de diseño permitiendo el transporte de vital líquido por la línea de conducción.
		Calidad de vida	No tiene efectos negativos. Transporte de vital liquido
		Población	hasta el tanque de almacenamiento.
Sistema del tratamiento del agua	Funcionamiento del sistema de tratamiento	Calidad de vida	Desinfección de las aguas para con su disminución de enfermedades
		Salud humana	gastrointestinales mo humano.
Tanque de almacenamiento	Funcionamiento del tanque de almacenamiento	Salud humana	Aplicación de tratamiento de desinfección
		Calidad de vida y población	Proveer a la población de agua potable en su totalidad.
Redes, conexiones y desinfección	Funcionamiento del sistema de distribución	Salud humana	Asegurar a cada abonado un servicio pago y de calidad.

Fuente: (Elaboración propia.)

Tabla 21: Matriz Causa-efecto de los impactos negativos en la etapa de construcción.

 MATRIZ CAUSA - EFECTO DE IMPACTOS NEGATIVOS		M001 ETAPA: CONSTRUCCIÓN ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO							
		FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO							
		Preliminares	Movimiento de Tierra	Instalación de Tubería	Construcción de Tanque de Almacenamiento	Obras de Captación	Conexión Domiciliar	Construcción de Letrinas	Limpieza Final
		FACTOR	COD	D1	D2	D3	D4	D5	D6
CALIDAD DEL AIRE	Z1		X		X			X	X
GEOLOGIA Y MORFOLOGIA	Z2		X		X	X		X	
HIDROLOGIA SUPERFICIAL	Z3		X			X			
SUELO	Z4		X		X	X	X	X	
PAISAJE	Z5		X		X	X		X	
VEGETACION	Z6	X	X			X			
FAUNA	Z7					X			
TRANSPORTE	Z8	X	X	X					
RUIDOS Y VIBRACIONES	Z9		X		X			X	
POBLACION	Z10		X					X	
HABITAT HUMANO	Z11		X	X			X	X	
SALUD	Z12	X	X	X	X	X	X	X	
CALIDAD DE VIDA	Z13								X
FACTORES SOCIOCULTURALES	Z14	X	X						
VULNERABILIDAD	Z15		X		X	X			
ECONOMIA	Z16		X	X					
ESPACIOS PUBLICOS	Z17						X		
MEDIO CONSTRUIDO	Z18								

Fuente: (Elaboración propia.)

Tabla 23: Matriz de importancia de impactos negativos en la etapa de construcción.

FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO		ETAPA: CONSTRUCCIÓN								Valor de la Alteración	Máximo valor de la Alteración	Grado de Alteración
		ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO										
		Preliminares	Movimiento de Tierra	Instalación de Tubería	Construcción de Tanque de Almacenamiento	Obras de Captación	Conexión Domiciliar	Construcción de Letrinas	Limpieza Final			
FACTOR	COD	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8			
CALIDAD DEL AIRE	Z1		-44		-34			-38	-40	-156	400	-39
GEOLOGIA Y MORFOLOGIA	Z2		-49		-53	-41		-39		-162	400	-46
HIDROLOGIA SUPERFICIAL	Z3		-34		-50	-60				-84	200	-42
SUELO	Z4		-80		-55	-40	-37	-52		-244	500	-49
PAISAJE	Z5		-40		-39	-36		-34		-149	400	-37
VEGETACION	Z6	-37	-55			-35				-123	300	-41
FAUNA	Z7					-22				-22	100	-22
TRANSPORTE	Z8	-22	-38	-37						-97	300	-32
RUIDOS Y VIBRACIONES	Z9		-25		-35			-24		-84	300	-28
POBLACION	Z10		-33					-20		-53	200	-27
HABITAT HUMANO	Z11		-19	-25			-27	-28		-99	400	-25
SALUD	Z12	-25	-36	-40	-34	-34	-26	-18		-213	700	-30
CALIDAD DE VIDA	Z13								-34	-34	100	-34
FACTORES SOCIOCULTURALES	Z14	-20	-24							-44	200	-22
VULNERABILIDAD	Z15		-22		-21	-29				-72	300	-24
ECONOMIA	Z16		-16	-17						-35	200	-18
ESPACIOS PUBLICOS	Z17						-21			-21	100	-21
MEDIO CONSTRUIDO	Z18									0	0	0
Valor Medio de Importancia					-34							
Dispersión Típica					-11							
Rango de Discriminación		-44							-23			
Valor de la Alteración		-104	-493	-119	-271	-287	-111	-253	-74	-1712		
Máximo Valor de Alteración		400	1400	400	700	800	400	800	200		5100	
Grado de Alteración		-26	-35	-30	-39	-36	-28	-32	-37			-34

Fuente: (Elaboración propia.)

Tabla 24: Matriz causa-efecto de los impactos positivos en el proceso de construcción.

 MATRIZ CAUSA - EFECTO DE IMPACTOS POSITIVOS		M001							
		ETAPA: CONSTRUCCIÓN							
		ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO							
		Preliminares	Movimiento de Tierra	Instalación de Tubería	Construcción de Tanque de Almacenamiento	Obras de Captación	Conexión Domiciliar	Construcción de Letrinas	Limpieza Final
FACTOR	COD	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
CALIDAD DEL AIRE	Z1								X
GEOLOGIA Y MORFOLOGIA	Z2								
HIDROLOGIA SUPERFICIAL	Z3								
SUELO	Z4								X
PAISAJE	Z5			X					X
VEGETACION	Z6								
FAUNA	Z7								
TRANSPORTE	Z8			X					X
RUIDOS Y VIBRACIONES	Z9								
POBLACION	Z10		X						
HABITAT HUMANO	Z11			X			X		X
SALUD	Z12								X
CALIDAD DE VIDA	Z13	X	X	X	X	X	X	X	X
FACTORES SOCIOCULTURALES	Z14	X	X	X	X	X	X	X	X
VULNERABILIDAD	Z15								
ECONOMIA	Z16	X	X	X	X	X	X	X	
ESPACIOS PUBLICOS	Z17								X
MEDIO CONSTRUIDO	Z18								

Fuente: (Elaboración propia.)

Tabla 25: Matriz de valoración para impactos positivos en la etapa de construcción.

IMPACTOS	Impacto ambiental del proyecto: Diseño de Mini acueducto por Bombeo eléctrico (MABE) en la comunidad de San Lorenzo, Municipio de San Juan de Limay, Departamento de Estelí																																					
	(-)	(+)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																										
	Impacto perjudicial	Impacto beneficioso	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total	Parcial	Extenso	Total	Corta	Largo plazo	Medio plazo	Inmediato	Fugaz	Temporal	Permanente	Recuperable a. Plazo	Recuperable a m. plazo	Irrecuperable	Simple (sin sinergia)	Siérgico	Acumulativo	Impactable	Dueros	Cierto	Indirecto	Directo	Irregular y discontinuo	Peridico	Continuo	Minima	Medla	Alta	Máxima	Total	Importancia (I = I _{min} + 2I _x + I _{MO} + PE + RV + AC + PB + EF + PR + PS)	Valor Máximo de Importancia
	Retorno	Intensidad (grado de beneficio)	Escala (Área de influencia)					Medio (grado de manifestación)	Persistencia (permanencia del efecto)	Reversibilidad (recuperabilidad)	Aceleración (incremento progresivo)	Probabilidad (probabilidad de aparición)	Efecto (relación causa efecto)	Periodicidad (regularidad de manifestación)	Percepción social (grado de percepción del impacto por la población)	Importancia (I = I _{min} + 2I _x + I _{MO} + PE + RV + AC + PB + EF + PR + PS)	Valor Máximo de Importancia																					
Signo	I	E _x					M _o	P _t	R _v	A _c	P _b	E _t	P _t	PS	S	S																						
DZ13	(+)	1					4	2	2	1	2	2	1	4																							25	100
DZ14	(+)	2					4	2	4	2	4	1	1	4																						33	100	
DZ15	(+)	4					8	2	2	4	1	4	4	2																						55	100	
DZ10	(+)	4					8	1	2	1	2	2	1	2																						41	100	
DZ13	(+)	2					4	1	4	1	2	2	1	4																						31	100	
DZ14	(+)	2					4	1	4	2	4	1	1	4																						32	100	
DZ15	(+)	8					4	2	2	4	1	4	4	2																						53	100	
DZ5	(+)	2					2	2	4	4	4	2	1	4																						32	100	
DZ3	(+)	4					1	2	4	1	1	2	4	1																						31	100	
DZ11	(+)	2					4	4	4	1	2	1	4	2																						33	100	
DZ13	(+)	2					4	4	2	1	2	1	1	4																						31	100	
DZ14	(+)	4					4	4	4	2	4	1	1	4																						42	100	
DZ15	(+)	4					4	4	2	4	1	4	4	4																						51	100	
DZ13	(+)	2					1	4	2	1	2	2	1	4																						25	100	
DZ14	(+)	2					2	2	4	2	4	1	1	4																						30	100	
DZ15	(+)	4					1	4	2	4	1	4	4	4																						45	100	

Fuente: (Elaboración propia.)

Tabla 26: Matriz de importancia de impactos positivos en la etapa de construcción.

FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO		ETAPA: CONSTRUCCIÓN								Valor de la Alteración	Máximo valor de la Alteración	Grado de Alteración
		ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO										
		Preliminares	Excavación de zanjias	Instalación de Tuberia	Construcción de Tanque de Almacenamiento	Obras de Captación	Conexión Domiciliar	Construcción de Letrinas	Limpieza Final			
FACTOR	COD	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8			
CALIDAD DEL AIRE	Z1								31	31	100	31
GEOLOGIA Y MORFOLOGIA	Z2									0	0	0
HIDROLOGIA SUPERFICIAL	Z3									0	0	0
SUELO	Z4								65	65	100	65
PAISAJE	Z5			32					58	90	200	45
VEGETACION	Z6									0	0	0
FAUNA	Z7									0	0	0
TRANSPORTE	Z8			31					48	79	200	40
RUIDOS Y VIBRACIONES	Z9									0	0	0
POBLACION	Z10		41							41	100	41
HABITAT HUMANO	Z11			33			21		50	104	300	35
SALUD	Z12								60	60	100	60
CALIDAD DE VIDA	Z13	26	31	31	36	27	20	29	55	245	800	31
FACTORES SOCIOCULTURALES	Z14	33	32	42	30	29	35	36	34	261	800	33
VULNERABILIDAD	Z15									0	0	0
ECONOMIA	Z16	55	63	51	45	45	34	41		334	700	48
ESPACIOS PUBLICOS	Z17								52	52	100	52
MEDIO CONSTRUIDO	Z18									0	0	0
Valor Medio de Importancia		39										
Dispersión Típica		12										
Rango de Discriminación		26							51			
Valor de la Alteración		114	167	220	101	101	100	106	453	1362		
Máximo Valor de Alteración		300	400	600	300	300	400	300	1000		3500	
Grado de Alteración		38	42	37	34	34	25	35	45			39

Fuente: (Elaboración propia.)

Tabla 27: Matriz causa-efecto de los impactos negativos en el proceso de funcionamiento.

M001		Impacto ambiental del proyecto: Diseño de Mini acueducto por Bombeo eléctrico (MABE) en la comunidad de San Lorenzo, Municipio de San Juan de Limay, Departamento de Estelí	
MATRIZ CAUSA - EFECTO DE IMPACTOS NEGATIVOS		M001	
FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO		ETAPA: OPERACIÓN	
		ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO	
		OPERACIÓN	
FACTOR	COD	D1	
CALIDAD DEL AIRE	Z1		
GEOLOGIA Y MORFOLOGIA	Z2		
HIDROLOGIA SUPERFICIAL	Z3		X
SUELO	Z4		X
PAISAJE	Z5		X
VEGETACION	Z6		X
FAUNA	Z7		
TRANSPORTE	Z8		
RUIDOS Y VIBRACIONES	Z9		
POBLACION	Z10		
HABITAT HUMANO	Z11		
SALUD	Z12		
CALIDAD DE VIDA	Z13		
FACTORES SOCIOCULTURALES	Z14		
VULNERABILIDAD	Z15		X
ECONOMIA	Z16		X
ESPACIOS PUBLICOS	Z17		
MEDIO CONSTRUIDO	Z18		X

Fuente: (Elaboración propia.)

Tabla 29: Matriz de importancia de impactos negativos en la etapa de funcionamiento.

FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO		ETAPA: OPERACIÓN			
		ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO			
		Operación	Valor de la Alteración	Máximo valor de la Alteración	Grado de Alteración
FACTOR	COD	D1			
CALIDAD DEL AIRE	Z1		0	0	0
GEOLOGIA Y MORFOLOGIA	Z2		0	0	0
HIDROLOGIA SUPERFICIAL	Z3	-31	-31	100	-31
SUELO	Z4	-20	-20	100	-20
PAISAJE	Z5	-23	-23	100	-23
VEGETACION	Z6	-22	-22	100	-22
FAUNA	Z7		0	0	0
TRANSPORTE	Z8		0	0	0
RUIDOS Y VIBRACIONES	Z9		0	0	0
POBLACION	Z10		0	0	0
HABITAT HUMANO	Z11		0	0	0
SALUD	Z12		0	0	0
CALIDAD DE VIDA	Z13		0	0	0
FACTORES SOCIOCULTURALES	Z14		0	0	0
VULNERABILIDAD	Z15	-25	-25	100	-25
ECONOMIA	Z16	-20	-20	100	-20
ESPACIOS PUBLICOS	Z17		0	0	0
MEDIO CONSTRUIDO	Z18	-21	-21	100	-21
Valor Medio de Importancia		-23			
Dispersión Típica		-4			
Rango de Discriminación		-27			
Valor de la Alteración		-162	-162		
Máximo Valor de Alteración		800		700	
Grado de Alteración		-20			-23

Fuente: (Elaboración propia.)

Tabla 30: Matriz causa-efecto de los impactos positivos en el proceso de funcionamiento.

		Impacto ambiental del proyecto: Diseño de Mini acueducto por Bombeo eléctrico (MABE) en la comunidad de San Lorenzo, Municipio de San Juan de Limay, Departamento de Estelí
MATRIZ CAUSA - EFECTO DE IMPACTOS POSITIVOS		M001
FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO		ETAPA: OPERACIÓN
		ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO
		OPERACIÓN
FACTOR	COD	D1
CALIDAD DEL AIRE	Z1	X
GEOLOGIA Y MORFOLOGIA	Z2	
HIDROLOGIA SUPERFICIAL	Z3	X
SUELO	Z4	
PAISAJE	Z5	X
VEGETACION	Z6	
FAUNA	Z7	
TRANSPORTE	Z8	
RUIDOS Y VIBRACIONES	Z9	
POBLACION	Z10	X
HABITAT HUMANO	Z11	X
SALUD	Z12	X
CALIDAD DE VIDA	Z13	X
FACTORES SOCIOCULTURALES	Z14	X
VULNERABILIDAD	Z15	
ECONOMIA	Z16	X
ESPACIOS PUBLICOS	Z17	
MEDIO CONSTRUIDO	Z18	

Fuente: (Elaboración propia.)

Tabla 31: Matriz de valoración para impactos positivos en la etapa de Funcionamiento.



Impacto ambiental del proyecto: Diseño de Mini acueducto por Bombeo eléctrico (MABE) en la comunidad de San Lorenzo, Municipio de San Juan de Limay, Departamento de Estelí

IMPACTOS	C.	I	IMPACTOS												I	I																			
			Impacto perjudicial				Impacto beneficioso				Impacto ambiental																								
			Baja	Media	Alta	Muy alta	Total	Puntual	Parcial	Extenso	Total	Critica	Largo plazo	Medio plazo			Inmediato	Fugaz	Temporal	Permanente	Recuperable a c. plazo	Recuperable a m. plazo	Inrecuperable	Simple (alt sinergia)	Sinérgico	Acumulativo	Improbable	Dudoso	Cierto	Indirecto	Directo	Inregular y discontinuo	Periódico	Continuo	Mínima
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Naturalista	Infección (grado de beneficio)	Extenso (Área de influencia)				Momento (plazo de manifestación)	Perseverancia (permanencia de efecto)	Reversibilidad (recuperabilidad)	Asimilación (incremento progresivo)	Probabilidad (coeficiente de aparición)	Efecto (relación causa efecto)	Ferbididad (regularidad de manifestaciones)	Percepción social (grado de percepción del impacto por la población)				Importancia I = (3IN + 2EX + MO + PE + RV + AC + PB + EF + PR + PS)		Valor Máximo de Importancia																
Signo	I	Ex				Mo	Pr	Rv	Ac	Pb	Ef	Pr	PS				\$	\$																	
E121	(+)	8	4				4	4	1	4	4	4	4				61	100																	
E123	(+)	1	4				4	4	1	4	1	1	1				23	100																	
E125	(+)	4	2				2	4	2	1	4	4	2				39	100																	
E1210	(+)	2	8				4	4	1	1	4	4	8				82	100																	
E1211	(+)	4	1				4	4	1	2	2	1	4				35	100																	
E1212	(+)	2	8				2	4	1	4	4	4	4				79	100																	
E1213	(+)	8	8				2	4	1	2	4	4	8				69	100																	
E1214	(+)	2	1				2	4	2	4	2	1	4				31	100																	
E2216	(+)	8	4				2	4	1	4	4	4	4				59	100																	

Fuente: (Elaboración propia.)

Tabla 32: Matriz de importancia de impactos positivos en la etapa funcionamiento

FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO		ETAPA: OPERACIÓN			
		ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO			
		Operación	Valor de la Alteración	Máximo valor de la Alteración	Grado de Alteración
FACTOR	COD	D1			
CALIDAD DEL AIRE	Z1	61	61	100	61
GEOLOGIA Y MORFOLOGIA	Z2		0	0	0
HIDROLOGIA SUPERFICIAL	Z3	28	28	100	28
SUELO	Z4		0	0	0
PAISAJE	Z5	39	39	100	39
VEGETACION	Z6		0	0	0
FAUNA	Z7		0	0	0
TRANSPORTE	Z8		0	0	0
RUIDOS Y VIBRACIONES	Z9		0	0	0
POBLACION	Z10	82	82	100	82
HABITAT HUMANO	Z11	36	36	100	36
SALUD	Z12	79	79	100	79
CALIDAD DE VIDA	Z13	69	69	100	69
FACTORES SOCIOCULTURALES	Z14	31	31	100	31
VULNERABILIDAD	Z15		0	0	0
ECONOMIA	Z16	59	59	100	59
ESPACIOS PUBLICOS	Z17		0	0	0
MEDIO CONSTRUIDO	Z18		0	0	0
Valor Medio de Importancia		54			
Dispersión Típica		21			
Rango de Discriminación		33			
Valor de la Alteración		484	484		
Máximo Valor de Alteración		900		900	
Grado de Alteración		54			54

Fuente: (Elaboración propia.)

4.20.5 Plan de acción preventivo-correctivo

Evaluadas las acciones que producirán impactos negativos sobre el ambiente, a continuación se presentan las correspondientes medidas de mitigación, con el ánimo de contribuir a disminuir la vulnerabilidad en los aspectos considerados.

Atmósfera: Una de las principales medidas a ser aplicadas para disminuir la contaminación del aire con polvaredas es el riego y el humedecimiento continuo de las zonas donde se efectuará el movimiento de tierra.

Agua: Asegurar la calidad de los recursos hídricos que puedan encontrarse en la comunidad, es uno de los aspectos más importantes durante la fase de construcción. Arrojar restos de cortes, verter aceite y petróleo, son algunas de las acciones a evitar durante esta etapa, por tanto se hará necesario el capacitar al personal de construcción en el tema de manejo de desechos.

Suelo: Las principales alteraciones sobre los suelos se prevén en las etapas de movimiento de tierra y excavación para cimentaciones y zapatas. Al respecto se plantea eliminar el material de desecho, colocándolo como relleno adecuadamente compactado o en caso de tener excesos, ubicándolos en zonas seleccionadas, las mismas que se estabilizarán con plantaciones.

4.20.6 Conclusiones y recomendaciones EIA

- Los impactos ambientales que tendrían lugar con la ejecución del SAAP para la comunidad de San Lorenzo del municipio de San Juan de Limay, varían de acuerdo a la fase del proceso construcción. Con relación a los impactos positivos, se encontraron impactos de bajo y de alto significado, estos últimos se presentarían principalmente en la fase de operación, viéndose reflejados en la mejora de la calidad de vida en la comunidad.
- Los impactos negativos, en cambio, serían de mediano a bajo significado presentándose en todas las fases del proceso constructivo, principalmente en la

etapa de corte y relleno. Todos los efectos son susceptibles a ser controlados mediante la aplicación de medidas de mitigación y/o corrección, como el emplazamiento de un campamento y patio de maquinaria.

- La alteración de la calidad del aire en el área por emisión de polvo, se presentaría en toda la fase constructiva, afectando al personal y población cercana. Este desfavorable efecto del proceso constructivo sería controlado mediante riego permanente.
- Se deberá capacitar a los ciudadanos en temas de educación sanitaria y ambiental, dando énfasis a la importancia del cambio de hábitos y actitud frente a determinadas acciones que afectan al medio ambiente y la salud pública.
- Los programas de educación ambiental estarán especialmente dirigidos, para constituir un medio de acción multiplicadora, enfatizando a la población escolar y a las madres de familia. A fin de afianzar los conocimientos transmitidos será necesario la elaboración de folletos y capacitar continuamente los recursos humanos destinados para tal fin.
- Fomentar la organización de la población en la formación de comités para el control de las prácticas de uso del servicio de agua.
- La responsabilidad de la educación sanitaria se deberá coordinar con la administración municipal, la cual debe promover la implementación de los programas respectivos.
- Por último, de lo anterior se concluye que el proyecto de un Mini acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE) para la Comunidad “San Lorenzo” del municipio de San Juan de Limay es completamente viable.

4.21 Costo 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 establecida por esta misma entidad.

4.21.1 Estructura del presupuesto

a) Costo directo

Son las atribuciones directas a la ejecución del proyecto y se definen en la mano de obra calificada y no calificada, materiales locales y no locales y costo de herramienta y transporte. Estos costos son integrados a través de los correspondientes costos unitarios.

b) Costos indirectos

Serán costos a los que se incurrirá de manera global para realizar la construcción, mantenimiento o reparación de un punto dañado de la red en un plazo establecido, sin que vayan a ser aplicados directamente en la realización de una actividad o un concepto de obra. Entre los costos indirectos tenemos los siguientes grupos:

c) Costos administrativos

Son los costos en que se incurre por mantener el personal administrativo de campo el tiempo que dure el proyecto. Estos generalmente son:

- Salinos, prestaciones sociales, transporte, alimentación y dormida del personal de campo.
- Mobiliario y equipo de oficina.
- Formatos y papelería.
- Impresiones y fotocopias de informes y avalúos.

d) Costos de Utilidad

Son los costos previos que un contratista espera obtener como ganancia por ejecutar la construcción, reparación o mantenimiento de un "sitio crítico" de la red (terrestre o acuática) 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, indirectos y de administración central, con un rango entre el 3% y el 20% (no establecido). Este costo fluctúa en la medida en que se comporta oferta y la demanda del sector construcción.

e) Costos de operación

Son los costos en que se incurre permanentemente para operar el tiempo que dure el proyecto. Estos generalmente son:

- Movilización y desmovilización.
- Equipo liviano y herramientas.
- Alquileres de bienes inmuebles.
- Combustibles y lubricantes.
- Señalamiento preventivo.
- Seguridad, protección e higiene ocupacional.
- Medidas de mitigación de impactos ambientales.

f) Costos por servicios especializados

Son los costos en que se incurre por la contratación de servicios profesionales. Estos generalmente son:

- Laboratorio de materiales.
- Informática de proyectos.
- Mantenimiento preventivo especializado de equipos.
- Supervisión de trabajos.
- Asesoría Jurídica.
- Asesoría técnica

g) Costos imprevistos

- Son los costos en que se incurre por acontecimientos o circunstancias no previstas.

Estos generalmente son:

- Errores de diseño.
- Errores de presupuesto.
- Ampliación injustificada de plazo.
- Incremento de costos no reconocibles

h) Costos de administración central

Son los costos previstos en que puede incurrir un contratista al atender y monitorear con su administración central la construcción, reparación o mantenimiento de un "sitio crítico" de la red en un plazo establecido.

4.19.2 Impuestos

Se presentan en forma de porcentaje de la sumatoria de los costos directos, indirectos, de administración central y de utilidad, siendo actualmente el 1% del impuesto municipal y el 15% del impuesto de valor agregado, que se aplica a la misma sumatoria anterior, pero agregándole el impuesto municipal.

4.19.3 Criterios considerados durante la elaboración del presupuesto

a) Materiales

El costo de materiales se determinó en base a cotizaciones con proveedores específicos (locales), en combinación con los valores de referencia encontrados en el manual de costo del FISE.

b) Mano de obra

Los costos de mano de obra fueron estimados teniendo como referencia el manual de costos del FISE del año 2013, proyectados al año 2015, a través de los reajustes hechos al salario mínimo en el sector construcción en los años 2014 y 2015.

c) Transporte

Los costos de transporte del material se estimaron como el 8% del total de costos de los materiales, considerando con esto el aumento de costos que implica el trabajar con proveedores no locales.

d) Equipos y herramientas

El costo en equipos y herramientas se incorporó considerando el 3% del costo de los materiales.

e) Impuestos

- Costos indirectos de operación: 15% del sub total de los costos directos.
- Impuestos sobre el valor agregado: 15% del sub total de los costos directos.
- Impuesto municipal: 1% del sub total de los costos directos.
- Imprevistos: 10% del sub total de los costos directos.
- Gastos administrativos y utilidades: 15% del sub total de los costos directos.
- Resultados de estimación de costos ver Anexo 1 al 4.



Conclusiones y recomendaciones

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

El estudio y diseño del mini acueducto por bombeo eléctrico para la comunidad “San Lorenzo”, se ha efectuado adoptando las “Normas técnicas de diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural (NTON 09001-99)”, emitidas por el INAA.

1. El diagnóstico socioeconómico reflejó:

- La distribución de géneros es bastante equitativa, correspondiendo a un 52% de habitantes del sexo masculino y 48% del sexo femenino.
- El 35 % de los hombres es analfabeta o solo saben leer y el 17 % de las mujeres se encuentran en esta misma situación.
- Con relación a la vivienda, el tipo de construcción es tradicional, con materiales de la zona (madera y otros).
- El 100% de las familias tienen una letrina propia.
- La comunidad cuenta con el suministro de energía eléctrica.

La principal actividad económica es la agricultura, destacándose entre otras.

Las expectativas de la población están puestas en una mejora en la calidad del agua para consumo humano. El 100% de la población demanda un sistema con conexiones domiciliarias.

2. La dotación de agua para el cálculo del caudal de diseño fue seleccionada a partir del análisis de la demanda de agua para actividades domésticas esto debido a las características socioeconómicas y a las costumbres de la población.

3. El tanque de almacenamiento será construido de concreto Armado con una capacidad de 11 m³ de agua.

4. La línea de conducción del sistema de abastecimiento se diseñó considerando tubería de PVC SDR-26 de 2”, la velocidad se encuentra en el rango recomendados por la normativa de $0.6 < v < 1.5$ m/s. El golpe de ariete no resulta un problema a tener en consideración para el tipo de tubería.

5. La red de distribución se construirá con tubería de PVC SDR-26 de 2". Con la finalidad de garantizar un óptimo funcionamiento hidráulico, cuyas características y localización se amplían en las especificaciones técnicas y planos constructivos.
6. El análisis hidráulico del sistema se realizó con el programa EPANET, con el que se evidenció la necesidad de garantizar un bombeo continuo de un mínimo de 13 horas.
7. En el Estudio de Impacto Ambiental se deduce que el proyecto no tendría una incidencia significativa en el deterioro ambiental de la zona. Los impactos negativos se presentarían principalmente en la etapa de corte y relleno, por la alteración a la integridad de los suelos y la calidad del aire, aunque son susceptibles a ser controlados mediante la aplicación de medidas de mitigación y/o corrección. El principal impacto positivo será la mejora de la calidad de vida en la comunidad.
8. El sistema adoptado es el más recomendable, habiendo considerado la realidad socioeconómica de la comunidad y las características hidrológico y topográficas del sitio.

5.2 Recomendaciones

1. Se deberán realizar capacitaciones periódicas en temas de ambiente y salubridad, para aprovechar de manera íntegra los beneficios del nuevo sistema de agua.
2. Se debe 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 deberá consumir el agua principalmente 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.
4. El Comité de Agua Potable designara a los encargados de realizar las labores de operación y mantenimiento del sistema, para las que deberán recibir capacitaciones por parte del Programa de Agua y Saneamiento de la alcaldía municipal. Dentro las personas encargadas de manipular y brindar mantenimiento al sistema se recomienda que al menos uno de ellos sea fontanero.
5. Realizar la limpieza constantemente en las siguientes obras construidas: Tanque de almacenamiento e hipoclorador de carga constante. Se deberá coordinar con la alcaldía municipal de Santo Tomas en caso de una desinfección completa del sistema.



Bibliografía

6 Bibliografía

1. Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado, (INAA, 1999). Normas técnicas de diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural (NTON 09001-99).Nicaragua.
2. Alcaldía municipal de San Juan de Limay (2016).Obras Municipales.
3. Blanco, M. (2003). Folleto de estaciones y equipos de bombeo. Curso de explotación y administración de recursos hídricos. Managua, Nicaragua: Facultad de Tecnología de la Construcción. UNI-RUPAP. Nicaragua.
4. Fondo de Inversión Social de Emergencia, FISE (2007). Manual de Administración del Ciclo de Proyecto Municipal (MACPM), Capítulo VII: Agua y Saneamiento Rural. Nicaragua.
5. Organización Panamericana de la Salud, OPS (2006). Criterios básicos para la implementación de sistemas de agua y saneamiento en los ámbitos rural y de pequeñas ciudades. Lima.
6. Universidad Nacional de Ingeniería. Normativa de culminación de Estudio. (2008) Autor: UNI Managua.



Anexos

Anexo I: Costos totales del proyecto

No	Descripcion	U/M	Cantidad	Materiales	Transporte	Mano de obra	Costo total
1.0	Preliminares	glb	1.00	0	0	67,702.05	67703.05
2.1	Captacion 50 GPM (3.155 lps)	c/u	1.00	35,679.00	8,539.20	21,741.60	65,959.80
3	Tratamiento	c/u	1.00	5,000	100	2,000.00	7,100.00
4	Tanque de almacenamiento 2,787 gal (10.55m³)	c/u	1.00	68,000.00	9,900	801,076.30	878,976.30
5.1	Linea de conduccion	m	1500	70,000.00	6,672.50	80,084.50	156,757.00
5.2	Red de distribucion	m	1000	90,576.00	7,103	85,000.00	182,679.00
6	Conexiones domiciliars de patio	c/u	57	60,490.00	3,280	10,800	74,570.00
7	Limpieza y entrega final	gl	1.00	0	0	15,000	15,000
Costo total directo		c\$		329,745.00	35,594.70	1083,404.45	1315082.30
Costo indirecto de operación		%	0.15	494.6175	53.39205	1625.106675	1972.62345
Imprevistos		%	0.10	329.745	35.5947	1083.40445	1315.0823
Utilidades		%	0.15	494.6175	53.39205	1625.106675	1972.62345
Sub-total		c\$		331,063.98	35,737.08	1087,738.07	1320342.63
Impuestos valor agregado (IVA)		%	0.15	496.59597	53.6056182	1631.607102	132.0342629
Impuesto municipal (IM)		%	0.01	33.106398	3.57370788	108.7738068	132.0342629
Costo total de la obra		c\$		C\$ 331,593.68	C\$ 35,794.26	C\$ 1089,478.45	C\$ 1320,606.70
Tasa de cambio		c\$/US\$		33.52	33.52	33.52	33.52
Costo total de la obra		US\$		US\$ 9,892.41	US\$ 1,067.85	US\$ 32,502.34	US\$ 39,397.57
rubro		%		49%	4%	47%	100%

Fuente: (Elaboración propia.)

Anexo II: Detalles de mano de obra

Etapa	Sub-etapa	Descripción	U/M	Cantidad	Mano de obra	Costo total
1.0	0.0	Preliminares	glb	1.00	67,702.05	67,702.05
	1.1	Limpieza inicial	m ²	1200	8.00	9,600.00
	1.2	Trazado de ejes de tubería y predios	m	2500	5.00	55,702.50
	1.3	Rotulo del proyecto	c/u	2.00	6,000.00	12,000.00
2.00	0.0	Captacion	c/u	2.00	21,741.60	21,741.60
	2.1.1	Captacion de 50 GPM (3.155 lps)	c/u	1.00	21,741.60	21,741.60
	2.1.2	Excavacion estructural	m ³	9.21	200.00	1,841.60
	2.1.3	Construcción de Caja de Captación de 1.30m x 1.15m x 1.20m, mampostería de ladrillo cuarterón de 2" x 5" x 10", columnas y vigas con 4 refuerzo # 3 y estribos a 0.10m , losa inferior y superior con refuerzo # 3 @ 0.10 a/d	c/u	1.00	5,000.00	5,000.00
	2.1.4	Construcción de Muros de Retención de agua de concreto ciclópeo de 3,000 Psi	m ³	6.60	1,500.00	9,900.00
	2.1.5	Construcción de caja protectora de válvula de 0.60m x 0.60m x 0.60m, con tapa	c/u	1.00	500.00	500.00
	2.1.6	Obras Accesorias	glb	1.00	2,500.00	2,500.00
	2.1.7	Obras de Mitigación Ambiental	glb	1.00	2,000.00	2,000.00
3.00	0.0	Tratamiento	c/u	1.00	2000.00	2000.00
	3.1	Instalación de Hipoclorador	c/u	1.00	500.00	500.00
	3.2	Construcción de Caja de Protección	c/u	1.00	1500.00	1500.00
4.00	0.0	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	m³	1	22,484.05	801,076.30
	4.1	Tanque sobre suelo 2,787galones (10.55m ³)	m ³	10	2,748.41	22,484.05
	4.1.2	Excavacion estructural	m ³	12.15	200.00	2,430.00
	4.1.3	suelo cemento	m ³	12.15	300.00	3645.00
	4.1.4	Construccion de losa inferior	m ²	20.25	200.00	4,050.00
	4.1.5	Construccion de paredes	m ²	13.71	400.00	5,482.80
	4.1.6	Repello de paredes y losa superior	m ²	60.01	35.00	2,100.00
	4.1.7	Arenillado de paredes y losa superior	m ²	40.02	35.00	1,400.35
	4.1.8	Arenillado de paredes interiores y losa inferior	m ²	26.25	35.00	918.75
	4.1.9	Construccion de losa superior	m ²	9.61	250.00	2,402.50
	4.1.10	Viga corona de 0.30m x 0.30m	m ^l	11.2	70.00	784.00
	4.1.11	Pintura Exterior	m ²	40.01	30.00	1,200.30
	4.1.12	Instalacion de accesorios	glb	1.00	3500.00	3,500.00
	4.1.13	Obras de mitigacion ambiental	glb	1.00	2000.00	2,000.00
5.00	0.0	Conduccion y distribucion	m	2,500.00	32.72	165,084.50
	5.1	Linea de conduccion	m	1,000.00	26.72	80,084.50
	5.2	Instalación de Tubería PVC 38 mm SDR-26	m	300.00	5.00	14,029.60
	5.3	Instalación de Tubería PVC 38 mm SDR-17	m	400.00	5.00	3,387.30
	5.4	Excavación de zanja de 0.50 m de ancho y 0.80 m de profundidad	m ³	300.00	50.00	69,667.60
	5.5	Prueba hidrostática	c/u	12.00	500.00	6,000.00
	5.2	Red de distribucion	m	1,500.00	35.44	85,000.00
	5.2.1	Instalación de Tubería PVC 38 mm SDR-26	m	300.00	5.00	2,430.15
	5.2.3	Instalación de Tubería PVC 25 mm SDR-26	m	300.00	4.00	9,094.08
	5.2.4	Instalación de Tubería PVC 25 mm SDR-17	m	300.00	4.00	2,382.20
	5.2.5	Instalación de Tubería PVC 19 mm SDR-26	m	300.00	4.00	17,207.72
	5.2.6	Excavación de zanja de 0.50 m de ancho y 1.20 m de profundidad	m ³	300.00	50.00	229,710.90
	5.2.7	Prueba hidrostática	c/u	200.00	500.00	13,000.00
6.00	0.0	Conexiones de servicio	c/u	57.00	200.00	10800.00
	6.1	Instalacion de conexiones domiciliars	c/u	54.00	200.00	10200.00
	6.2	Instalacion de puestos publicos	c/u	3.00	200.00	600.00
7.00	0.0	Limpieza y entrega final	glb	1	15,000	15,000
	7.1	Limpieza	m ³	5.00	5,000.00	5,000.00
	7.2	Entrega	glb	1.00	10000.00	10000.00
		Costo total de mano de obra	C\$			1083,404.45

Fuente: (Elaboración propia.)

Anexo III: Costo de materiales

NO	CONCEPTO	MATERIAL	U/M	CANTIDAD	COSTO UNIT	COSTO TOT
2.0	captacion		glb	2.0		35,679.00
2.1	Captacion abierta (dique-toma)		c/u	1.0		35,679.00
		Acero #2	varilla	12	38.00	456.00
		Acero#3	varilla	17	87.00	1479.00
		Alambre de amarre #18	lbs	6	32.00	192.00
		Arena motastepe	m³	5.5	650.00	3575.00
		Cemento	bolsa	46	290.00	13340.00
		Piedrin de 1/2"	m³	6.0	700.00	4200.00
		Piedra bolon	m³	6.6	300.00	1980.00
		Clavos	lbs	5.0	20.00	100.00
		Reglas de 1"x 3" x 5 vrs	unidad	6	65.00	390.00
		Tablas de 1" x 12" x 5vrs	unidad	12.0	270.00	3240.00
		Reglon de 12 x 12" x 5 vra	unidad	6	85.00	510.00
		Tapa metalica de 0.6 m x 0.6 m	unidad	1.0	1000.00	1000.00
		BR Llave de pase 3"	unidad	2	350.00	700.00
		BR Llave de pase 2"	unidad	1.0	350.00	350.00
		HG Codo 45º x 2"	unidad	2	100.00	200.00
		HG Codo 90º x 2"	unidad	1.0	100.00	100.00
		HG Tubo 3" x 6 m	unidad	2	990.00	1980.00
		PVC Tubo 2" x 6 m	unidad	1.0	300.00	300.00
		PVC Adaptador Macho 2"	unidad	1	25.00	25.00
		PVC Adaptador Hembra 2"	unidad	1.0	25.00	25.00
2.2	Cercado de predio (30 x 30 m)					5125.00
		Alambre de Púas # 13 de 300vrs	lbs	4	4500.00	18000.00
		Grapas	lbs	20	625.00	12500.00
3.0	Tratamiento	Desinfeccion con cloro	Unidad	1.0		5000.00
		Hipoclorador	Unidad	1.0	5000.00	5000.00
4.0	Tanque de almacenamiento de 2,787 gal (10.55 m³)			1.0		68000.00
4.1	Mejoramiento de suelo					19051.50
		Cemento	bolsa	87	290.00	18444.00
		Material selecto (balastro) puesto en sitio	m³	12.15	50.00	607.50
4.2	Losa inferior					16772.00
		Acero # 3	Varilla	38	87.00	3306.00
		alambre de amarre #18	lbs	14	32.00	448.00
		Arena Motastepe	m³	3	650.00	1950.00
		Cemento	bolsa	39	290.00	11310.00
		Piedrin 1/2"	m³	4	700.00	2800.00
4.3	Losa superior					3826.00
		Acero # 3	Varilla	12	87.00	1044.00
		alambre de amarre #18	lbs	5	32.00	160.00
		Arena Motastepe	m³	1	650.00	650.00
		Cemento	bolsa	6	290.00	1740.00
		Piedrin 1/2"	m³	1	700.00	700.00
4.4	Paredes					36440.00
		Arena motastepe	m³	9	650.00	5850.00
		cemento	bolsa	91	290.00	26390.00
		Piedra bolon	m³	14	300.00	4200.00
4.5	Viga corona					6605.00
		Acero #2	Varilla	28	38.00	1064.00
		Acero # 3	Varilla	13	87.00	1131.00
		Alambre de amarre # 18	lbs	5	32.00	160.00
		Arena motastepe	m³	1	650.00	650.00
		cemento	bolsa	10	290.00	2900.00
		Piedrin de 1/2"	m³	1	700.00	700.00
4.6	Espolon de anclaje de paredes					4488.00
		Acero #2	Varilla	28	38.00	1064.00
		Acero # 3	Varilla	12	87.00	1044.00
		Alambre de amarre # 18	lbs	5	32.00	160.00
		Arena motastepe	m³	1	650.00	650.00
		cemento	bolsa	3	290.00	870.00
		Piedrin de 1/2"	m³	1	700.00	700.00

4.7	pintura						5200.00
		Diluyente	Its	5	400.00	2000.00	
		Pintura aceite color celeste	gal	4	800.00	3200.00	
4.8	Cercado de predio (20 x 20 m)						4100.00
		Alambre de Púas # 13 de 300vrs	lbs	4	900.00	3600.00	
		Grapas	lbs	20	25.00	500.00	
4.9	Accesorios						21605.00
		BR Válvula de Flotador de 1 1/2" (46.83 mca)	unidad	1	2000.00	2000.00	
		BR Llave de pase 2"	unidad	1	350.00	350.00	
		BR Llave de pase 1 1/2"	unidad	2	350.00	700.00	
		BR Llave de pase 1"	unidad	3	350.00	1050.00	
		HG Codo 90º x 2"	unidad	3	350.00	1050.00	
		HG Codo 45º x 2"	unidad	2	350.00	700.00	
		HG Codo 45º x 1 1/2"	unidad	6	350.00	2100.00	
		HG Codo 45º x 1"	unidad	6	350.00	2100.00	
		HG Tubo 2" x 6 m	unidad	2	990.00	1980.00	
		HG Tubo 1 1/2" x 6 m	unidad	2	770.00	1540.00	
		HG Tubo 1" x 6 m	unidad	3	510.00	1530.00	
		HG Unión 1 1/2"	unidad	3	80.00	240.00	
		HG Unión de reparación 2"	unidad	1	80.00	80.00	
		HG Unión de reparación 1 1/2"	unidad	1	80.00	80.00	
		HG Unión de reparación 1"	unidad	2	80.00	160.00	
		PVC Adaptador Hembra 1 1/2"	unidad	3	20.00	60.00	
		PVC Adaptador Hembra 1"	unidad	2	10.00	20.00	
		PVC Adaptador Macho 2"	unidad	3	25.00	75.00	
		Tapa metálica de 0.60 m x 0.60 m	unidad	1	1000.00	1000.00	
		Reglas de 1" x 3" x 5 vrs	unidad	1	65.00	65.00	
		Tablas de 1" x 12" x 5 vrs	unidad	12	270.00	3240.00	
		Reglón de 2" x 2" x 5 vrs	unidad	12	85.00	1020.00	
		Clavos 3"	lbs	12	20.00	240.00	
		Clavos 4"	lbs	5	20.00	100.00	
		Hierro 3/8" estándar para peldaños	Varilla	5	25.00	125.00	
4.10	Caja de protección de valvulas						1805.00
		Acero #2	Varilla	3	38.00	114.00	
		Alambre de amarre # 18	lbs	3	32.00	96.00	
		Arena motastepe	m³	0.26	650.00	169.00	
		cemento	bolsa	4	290.00	1160.00	
		Piedrin de 1/2"	m³	0.38	700.00	266.00	
4.11	Bloques de reaccion						330.50
		Arena motastepe	m³	0.03	650.00	19.50	
		Cemento	bolsa	1	290.00	290.00	
		Piedra bolon	m³	0.07	300.00	21.00	
5.0	Conduccion y distribucion						160576.00
5.1	Línea de conducción						70,000.00
		Tubería PVC de 38.10 mm					
		PVC Tubo 1 1/2" SDR-26 x 6 m	unidad	515	220.00	113300.00	
		PVC Tubo 1 1/2" SDR-17 x 6 m	unidad	125	265.00	33125.00	
5.1.2	Accesorios						
		BR Llave de pase 1 1/2"	unidad	1	350.00	350.00	
		HF Válvula de aire y vacío de 1"	unidad	9	450.00	4050.00	
		HF Válvula de limpieza 1"	unidad	5	500.00	2500.00	
		PVC Adaptador macho 1"	unidad	4	20.00	80.00	
		PVC Adaptador macho 1 1/2"	unidad	5	20.00	100.00	
		PVC Codo 45º x 1 1/2"	unidad	17	40.00	680.00	
		PVC Codo 90º x 1 1/2"	unidad	4	40.00	160.00	
		PVC Tee 1 1/2" x 1	unidad	13	50.00	650.00	
		PVC Pegamento	unidad	4	620.00	2480.00	

5.2	Red de distribución						90,576.00
5.2.1	Tubería PVC 38.10 mm						
		PVC Tubo 1 1/2" SDR-26 x 6 m		unidad	90	220.00	19800.00
5.2.2	Tubería PVC 25.10 mm						
		PVC Tubo 1" SDR-26 x 6 m		unidad	417	98.00	40866.00
		PVC Tubo 1" SDR-17 x 6 m		unidad	110	120.00	13200.00
5.2.3	Tubería PVC 19.05 mm						
		PVC Tubo 3/4" SDR-26 x 6 m		unidad	789	75.00	59175.00
5.2.4	Accesorios						
		HF Válvula de aire y vacío de 1/2"		unidad	9	400.00	3600.00
		HF Válvula de limpieza 1/2"		unidad	2	400.00	800.00
		PVC Codo 45º x 1"		unidad	12	20.00	240.00
		PVC Codo 45º x 3/4"		unidad	6	35.00	210.00
		PVC Codo 90º x 1"		unidad	8	20.00	160.00
		PVC Codo 90º x 3/4"		unidad	7	15.00	105.00
		PVC Pegamento		unidad	8	620.00	4960.00
		PVC Tee 1" x 1/2"		unidad	1	50.00	50.00
		PVC Tee 3/4" x 1/2"		unidad	1	50.00	50.00
		PVC Reductor liso 1" x 3/4"		unidad	4	15.00	60.00
		PVC Yee 1" x 3/4" x 3/4"		unidad	3	100	300.00
6.0	Conexiones de servicio						60490
		BR Llave de chorro tipo globo de 1/2"		unidad	54	50.00	2700.00
		BR Llave de pase tipo globo de 1/2"		unidad	54	70.00	3780.00
		Micro medidor de 1/2" (Incluye caja de protección)		unidad	54	950.00	51300.00
		PVC Adaptador Hembra 1/2"		unidad	54	15.00	810.00
		PVC Codo 90º x 1/2"		unidad	54	15.00	810.00
		PVC Codo 90º x 1/2" (rosca en una punta)		unidad	54	15.00	810.00
		PVC Pegamento		unidad	2	620.00	1240.00
		PVC Tee 3/4" x 1/2"		unidad	16	20.00	320.00
		PVC Tee 1" x 1/2"		unidad	38	20.00	760.00
		PVC Tubo 1/2" SDR-13.5		unidad	216	60.00	12960.00
	Total						329745.00

Fuente: (Elaboración propia.)

ANEXO VI: Costo de transporte

NO	CONCEPTO	MATERIAL	U/M	CANTIDAD	COSTO UNIT	COSTO TOT
2.0	captacion		glb	2.0		8,539.20
2.1	Captacion abierta (dique-toma)		c/u	1.0		8284.20
		Acero #2	varilla	12	1.00	12.00
		Acero#3	varilla	17	2.00	34.00
		Alambre de amarre #18	lbs	6	0.20	1.20
		Arena motastepe	m³	5.5	400.00	2200.00
		Cemento	bolsa	46	15.00	690.00
		Piedrin de 1/2"	m³	6.0	400.00	2400.00
		Piedra bolon	m³	6.6	400.00	2640.00
		Clavos	lbs	5.0	1.00	5.00
		Reglas de 1"x 3" x 5 vrs	unidad	6	5.00	30.00
		Tablas de 1" x 12" x 5vrs	unidad	12.0	10.00	120.00
		Reglon de 12 x 12" x 5 vra	unidad	6	5.00	30.00
		Tapa metalica de 0.6 m x 0.6 m	unidad	1.0	20.00	20.00
		BR Llave de pase 3"	unidad	2	5.00	10.00
		BR Llave de pase 2"	unidad	1.0	6.00	6.00
		HG Codo 45º x 2"	unidad	2	5.00	10.00
		HG Codo 90º x 2"	unidad	1.0	5.00	5.00
		HG Tubo 3" x 6 m	unidad	2	20.00	40.00
		PVC Tubo 2" x 6 m	unidad	1.0	21.00	21.00
		PVC Adaptador Macho 2"	unidad	1	5.00	5.00
		PVC Adaptador Hembra 2"	unidad	1.0	5.00	5.00
2.2	Cercado de predio (30 x 30 m)					204.00
		Alambre de Púas # 13 de 300vrs	lbs	4	50.00	200.00
		Grapas	lbs	20	0.20	4.00
3.0	Tratamiento	Desinfeccion con cloro	Unidad	1.0		100.00
		Hipoclorador	Unidad	1.0	100.00	100.00
4.0	Tanque de almacenamiento de 2,787 gal (10.55 m³)			1.0		9900.00
4.1	Mejoramiento de suelo					3735.00
		Cemento	bolsa	87	15.00	1305.00
		Material selecto (balastro) puesto en sitio	m³	12.15	200.00	2430.00
4.2	Losa inferior					3463.80
		Acero # 3	Varilla	38	2.00	76.00
		alambre de amarre #18	lbs	14	0.20	2.80
		Arena Motastepe	m³	3	400.00	1200.00
		Cemento	bolsa	39	15.00	585.00
		Piedrin 1/2"	m³	4	400.00	1600.00
4.3	Losa superior					915.00
		Acero # 3	Varilla	12	2.00	24.00
		alambre de amarre #18	lbs	5	0.20	1.00
		Arena Motastepe	m³	1	400.00	400.00
		Cemento	bolsa	6	15.00	90.00
		Piedrin 1/2"	m³	1	400.00	400.00
4.4	Paredes					4979.00
		Arena motastepe	m³	9	400.00	3600.00
		cemento	bolsa	91	15.00	1365.00
		Piedra bolon	m³	14	1.00	14.00
4.5	Viga corona					1005.00
		Acero #2	Varilla	28	1.00	28.00
		Acero # 3	Varilla	13	2.00	26.00
		Alambre de amarre # 18	lbs	5	0.20	1.00
		Arena motastepe	m³	1	400.00	400.00
		cemento	bolsa	10	15.00	150.00
		Piedrin de 1/2"	m³	1	400.00	400.00
4.6	Espolon de anclaje de paredes					898.00
		Acero #2	Varilla	28	1.00	28.00
		Acero # 3	Varilla	12	2.00	24.00
		Alambre de amarre # 18	lbs	5	0.20	1.00
		Arena motastepe	m³	1	400.00	400.00
		cemento	bolsa	3	15.00	45.00
		Piedrin de 1/2"	m³	1	400.00	400.00

5.2	Red de distribución							7103.00
5.2.1	Tubería PVC 38.10 mm		PVC Tubo 1 1/2" SDR-26 x 6 m	unidad	90	7.50	675.00	
5.2.2	Tubería PVC 25.10 mm		PVC Tubo 1" SDR-26 x 6 m	unidad	417	5.00	2085.00	
			PVC Tubo 1" SDR-17 x 6 m	unidad	110	5.00	550.00	
5.2.3	Tubería PVC 19.05 mm		PVC Tubo 3/4" SDR-26 x 6 m	unidad	789	4.00	3156.00	
5.2.4	Accesorios		HF Válvula de aire y vacío de 1/2"	unidad	9	20.00	180.00	
			HF Válvula de limpieza 1/2"	unidad	2	21.00	42.00	
			PVC Codo 45º x 1"	unidad	12	5.00	60.00	
			PVC Codo 45º x 3/4"	unidad	6	5.00	30.00	
			PVC Codo 90º x 1"	unidad	8	5.00	40.00	
			PVC Codo 90º x 3/4"	unidad	7	5.00	35.00	
			PVC Pegamento	unidad	8	20.00	160.00	
			PVC Tee 1" x 1/2"	unidad	1	5.00	5.00	
			PVC Tee 3/4" x 1/2"	unidad	1	5.00	5.00	
			PVC Reductor liso 1" x 3/4"	unidad	4	5.00	20.00	
			PVC Yee 1" x 3/4" x 3/4"	unidad	3	20.00	60.00	
6.0	Conexiones de servicio		BR Llave de chorro tipo globo de 1/2"	unidad	54	5.00	270.00	
			BR Llave de pase tipo globo de 1/2"	unidad	54	5.00	270.00	
			Micro medidor de 1/2" (Incluye caja de protección)	unidad	54	20.00	1080.00	
			PVC Adaptador Hembra 1/2"	unidad	54	5.00	270.00	
			PVC Codo 90º x 1/2"	unidad	54	5.00	270.00	
			PVC Codo 90º x 1/2" (rosca en una punta)	unidad	54	5.00	270.00	
			PVC Pegamento	unidad	2	20.00	40.00	
			PVC Tee 3/4" x 1/2"	unidad	16	5.00	80.00	
			PVC Tee 1" x 1/2"	unidad	38	5.00	190.00	
			PVC Tubo 1/2" SDR-13.5	unidad	216	2.50	540.00	
	Total							35,594.70

Fuente: (Elaboración propia.)

Anexo V. Análisis bacteriológico



**LABORATORIOS QUÍMICOS,
LAQUISA**



LAQUISA-RT-FM-068-F

INFORME DE ANÁLISIS

Cliente:	Ana Leslie Zelandia Marillo	Lugar de muestreo:	San Lorenzo
Dirección:	Del portafino 2 a. al Sur 1 al Oeste Barrio El Rosario, Estelí	Municipio/Dpto.:	San Juan de Limay/Estelí
Nombre de muestra:	Punto Existente	Fecha muestreo:	2019/0/03
Descripción muestra:	Agua	Fecha de realización de ensayo:	2019/0/07-2019/0/16
Fecha ingreso:	2019/0/04	Fecha de emisión:	2019/0/16
Ref. laboratorio:	ME-1993-19	Muestreado por:	Cliente
Número de muestras:			

Análisis	Unidad	Resultado	Método	Máximo admisible	Recomendado
*Coliformes Totales	NMP/100 ml	130	SM/WW 9221 B	≤4	Neg
*Coliformes Fecales	NMP/100 ml	79	SM/WW 9221 E	Neg	Neg

LAQUISA es responsable de la exactitud de los resultados de la muestra recibida y el alcance de la información proporcionada. Para la reproducción de este informe deberá haber un escrito autorizado por LAQUISA.

Lic. Benito Zapata Amaya
Directivo Ejecutivo

Lic. Félix Antonio Jirín Castillo
Responsable de Bacteriología

Página 1 de 1

*Los ensayos dentro del alcance de la acreditación LE-019-11-011 son: Agua: pH, Conductividad eléctrica, Color, Cloruro, Sodio, Potasio, Calcio, Magnesio, Sulfato, Nitrito, Coliformes Totales y Coliformes Fecales, Sodio: Base Intercambiable/Sodio, Potasio, Calcio, Magnesio, Aluminio. Proteína en Miel, Humedad en Grasa y Almidón en Miel.

Este informe electrónico se emitirá al cliente con carácter informativo, el informe oficial se imprimirá en hoja de papel tamaño carta, con membrete, sellado y con firma manuscrita. El cliente es responsable de garantizar la no alteración del informe.

En El Cercado Abasco, Jirín responsoquimica@quim.com / responsoquimica@quim.com 2243 - 2803 / 8814 - 2808

Fuente: (Laboratorios químicos Laquisa.)

Anexo VI: Análisis Físico – químico de muestras de agua



LABORATORIOS QUÍMICOS, LAQUISA



LAQUISA-RT-FM-068-F

INFORME DE ANÁLISIS

Cliente: Ana Leobia Zeledón Murillo **Lugar de muestreo:** San Lorenzo
Dirección: Del portalito 2 c. al Sur 1 al Oeste Barrio El Rosario, Esteli **Municipio/Depto.:** San Juan de Limay/Esteli
Nombre de muestra: Pozo Existente **Fecha muestreo:** 2019/10/03
Descripción muestra: Agua **Fecha de realización de ensayo:** 2019/10/07-2019/10/18
Fecha ingreso: 2019/10/04 **Fecha de emisión:** 2019/10/18
Ref. laboratorio: AG-1534-19 **Muestreado por:** Cliente
Numero de muestreo:

Análisis	Unidad	Resultado	Método	Máximo admisible	Recomendado
Sodio	mg/l	33,46	ISO 11885 Second Edition 2007-08-01	200	25
Potasio	mg/l	0,82	ISO 11885 Second Edition 2007-08-01	10	-
Calcio	mg/l	63,09	ISO 11885 Second Edition 2007-08-01	-	100
Magnesio	mg/l	12,03	ISO 11885 Second Edition 2007-08-01	50	30
Carbonatos	mg/l	ND(-2,7)	SMEWW 2320 B	-	-
Bicarbonatos	mg/l	316,41	SMEWW 2320 B	-	-
*Sulfatos	mg/l	3,63	SMEWW 4500 SO4 E	250	25
Cloruros	mg/l	9,64	SMEWW 4500 Cl B	250	25
*pH	-	7,13	SMEWW 4500 H B	-	6,5 - 8,5
*Conductividad Eléctrica	µS/cm	546,0	SMEWW 2510 B	-	400
*Nitratos	mg/l	ND(-0,007)	SMEWW 4500 NO2 B	0,1	-

LAQUISA, es responsable de la exactitud de los resultados de la muestra recibida y el cliente de la información proporcionada. Para la reproducción de este informe deberá haber un escrito autorizado por LAQUISA.

ND: No Detectado,
NC: No Cuantificado.

Lic. Indiana Lucia Acosta López
Vice-Directora Ejecutiva

Lic. Dorian Rafael Lora Camacho
Resp. de Agua



LABORATORIOS QUÍMICOS, LAQUISA



LAQUISA-RT-FM-068-F

INFORME DE ANÁLISIS

Cliente: Ana Lehin Zeledón Murillo
Dirección: Del portalito 2 c. al Sur 1 al Oeste Barrio El Rosario, Estado
Nombre de muestra: Pozo Existente
Descripción muestra: Agua
Fecha ingreso: 2019/10/04
Ref. laboratorio: AG-153419
Número de muestreo:

Lugar de muestreo: San Lorenzo
Municipio/Depto.: San Juan de Limay/Estado
Fecha muestreo: 2019/10/03
Fecha de realización de ensayo: 2019/10/07-2019/10/18
Fecha de emisión: 2019/10/18
Muestreado por: Cliente

Análisis	Unidad	Resultado	Método	Máximo admisible	Recomendado
Nitratos	mg/l	3,41	NMX-AA-079-SCFI-2001	50	25
Fosfatos	mg/l	NC(=0,21)	SMEWW 4500-P E	-	-
Dureza Como Carbonato de Calcio	mg/l	207,15	SMEWW 2340 C	-	400
Fluoruros	mg/l	NC(=0,3)	SMEWW 4500 F-D	0,7 - 1,5	-

LAQUISA, es responsable de la exactitud de los resultados de la muestra recibida y el cliente de la información proporcionada. Para la reproducción de este informe deberá haber un escrito autorizado por LAQUISA.

ND: No Detectado.
NC: No Cuantificado.

Lic. Indiana Lucia Acosta Lopez
Vice-Directora Ejecutiva

Lic. Dorian Rafael Lozano Cruzacho
Resp. de Agua

Página 2 de 2

*Los ensayos dentro del alcance de la acreditación LE-010-11-RI son: Agua: pH, Conductividad eléctrica, Cobre, Cloruro, Sodio, Potasio, Calcio, Magnesio, Sulfato, Nitrato, Coliformes Totales y Coliformes Fecales, Sodio, Bases Intercambiables/Iodo, Fosfato, Calcio, Magnesio, Aluminio;

Fuente: (Laboratorios quimicos laquisa.)

Anexo VII: Índice de planos

Proyecto: DISEÑO DE MINI ACUEDUCTO POR BOMBEO ELECTRICO (MABE) EN LA COMUNIDAD DE SAN LORENZO MUNICIPIO DE SAN JUAN DE LIMAY, DEPARTAMENTO DE ESTELÍ.

Ubicación: Comunidad de San Lorenzo, municipio de San Juan de Limay, departamento de Estelí.

Fecha: enero 2020

Planos	Numeración
Perfil topográfico 1	1/12
Perfil topográfico 2	2/12
Elevaciones	3/12
Pozo perforado	4/12
Detalles de sarta	5/12
Tanque de almacenamiento	6/12
Detalles de válvulas	7/12
Cimentación y vigas de caseta de control	8/12
Mampostería de caseta de control	9/12
Detalles de techado de caseta de control	10/12
Detalles eléctricos de caseta de control	11/12
Simulación de la red	12/12

Fuente: (Elaboracion propia.)

