

Facultad de Tecnología de la Construcción

“DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, EN EL PERÍODO 2026 -2046, EN LOS BARRIOS CARLOS FONSECA Y CHESTER DÍAS, COMUNIDAD TECOLOSTOTE, MUNICIPIO DE SAN LORENZO BOACO”.

Trabajo Monográfico para optar al título de Ingeniero Civil

Elaborado por:

Br. Junior Lenin
Artola Brizuela
Carnet:2017-0108J

Br. Yoel Ismael
Rocha Barillas
Carnet:2017-0061J

Br. Justo Alexander
Contreras
Carnet:2017-0198j

Tutor:

Ing. Rafael Antonio
Taleno Campos

Índice

CAPÍTULO I GENERALIDADES

1.1 Introducción.....	1
1.2 Antecedentes.....	2
1.3 Justificación.....	3
1.4 Objetivos.....	4
1.4.1 Objetivo general.....	4
1.4.2 Objetivos específicos.....	4

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1 Estudio socio económico.....	5
2.1.1 Censo poblacional.....	5
2.1.2 Tasa de crecimiento.....	5
2.1.3 Proyección de la población.....	5
2.2 Diseño de sistema de abastecimiento de agua potable.....	6
2.2.1 Dotación de agua potable.....	6
2.2.1.1 Dotación para población rural dispersa.....	6
2.2.2 Factores de máximas demandas.....	7
2.2.3 Estudio de topografía.....	7
2.2.4 Calidad de agua.....	7
2.2.5 Fuente de abastecimiento.....	7
2.2.5.1 Tipos de fuentes de abastecimiento.....	8
2.2.5.2 Aforo de agua.....	8
2.2.6 Estaciones de bombeo.....	8
2.2.7 Mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE).....	8
2.2.7.1 Equipo de bombeo y motor.....	9
2.2.8 Almacenamiento.....	9
2.2.9 Tipos de tanques.....	9
2.3. Línea de conducción.....	9
2.3.1. Criterios de línea de conducción.....	9
2.4. Evaluación hidráulica del sistema de agua potable.....	12
2.4.1. Modelación en EPANET Versión 2.....	12
2.5. Elaboración de costos.....	12

2.5.1. Costos incurridos o de inversión.....	12
2.5.2. Costo unitario.....	12
2.5.3. Costo directo.....	12
2.5.4. Costos indirectos.....	13
2.5.5 Costos fijos	13
2.5.6 Costos variables	13
CAPÍTULO III DISEÑO METODOLÓGICO	
3.1 Tipo de estudio	16
3.2 Estudio socio económico.....	16
3.3 Estudio de topografía.....	16
3.4 Aforo de agua	16
3.5 Fuente de abastecimiento.....	16
3.6 Calidad.....	17
3.7 Diseño de sistema de abastecimiento de agua potable	17
3.7.1 Proyección de la población	17
3.7.2. Tasa de crecimiento	17
3.7.3. Dotación.....	18
3.7.4. Demanda	18
3.8.1. Diseño hidráulico del sistema.....	20
3.8.2. Período de diseño del sistema de abastecimiento de agua potable	21
3.9.1. Sarta	25
3.11. Análisis hidráulico de la red de distribución.....	32
3.11.1. Presupuesto.....	32
5.1 Estudio socioeconómico.....	33
5.4 Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable	44
5.4.1 Variaciones de consumo	44
5.4.2 Diseño hidráulico del sistema	45
4.7. Costo y presupuesto del proyecto.....	67
4.7.1. Análisis del presupuesto.....	67
4.7.2. Costos incurridos o de inversión	67
4.7.3. Costo unitario	67
4.7.4. Costo directo	67

4.7.5. Costos indirectos	68
4.7.6. Costos fijos.....	68
4.7.7. Costos variables.....	68
4.7.8. Evaluación socio-económica del proyecto.....	68
CONCLUSIONES.....	79
RECOMENDACIONES	80
BIBLIOGRAFÍA	81
ANEXOS	I

Índice de tablas

Tabla 1. Período de diseño de los diferentes componentes del sistema de abastecimiento de agua potable.....	21
Tabla 2. Valores de ϵ para diferentes materiales de tubería.....	30
Tabla 3. Constante de la capacidad de almacenamiento en función del volumen.....	31
Tabla 4. Cálculo de proyección de población.....	41
Tabla 8. Proyección de población y variaciones de consumo	44
Tabla 6. Condiciones del pozo.....	45
Tabla 7. Pérdidas locales en los accesorios de la sarta de 8”.....	46
Tabla 8. Selección del diámetro más económico.....	50
Tabla 13. Caudales para incendios	53
Tabla 14. Datos de caudales concentrados en los nodos de la red.....	56
Tabla 15. Datos de entrada en la red.....	58
Tabla 12. Presiones en los nodos	59
Tabla 13. Análisis de presión residual	61
Tabla 14. Resultados de caudales y velocidades en la red.....	63
Tabla 15. Análisis de cloro en la red	66
Tabla 16. Costos de administración.....	69
Tabla 17. Costo de mantenimiento	70
Tabla 18. Costos de operación.....	70
Tabla 19. Costos totales.....	71
Tabla 20. Activos diferidos.....	72
Tabla 21. Capital de trabajo.....	72
Tabla 22. Costos de operación.....	73
Tabla 23. Facturación anual-vivienda.....	74
Tabla 24. Ahorro en gastos de enfermedades	75
Tabla 25. Flujo de beneficios del proyecto.....	76
Tabla 26. Flujo de caja a precios económicos	77

Índice de figuras

Figura 1. Especificaciones tubería PVC ASTM D 2241	29
Figura 2. Género de la población.....	33
Figura 3. Grupo de edad	34
Figura 4. Escolaridad.....	34
Figura 5. Ocupación Familiar.....	35
Figura 6. Tenencia de la vivienda.....	36
Figura 7. Construcción de paredes de viviendas	36
Figura 8. Pisos de viviendas	37
Figura 9. Preferencia por tener medidor y pago de cuota fija	38
Figura 10. Estados de las viviendas.....	38
Figura 11. Pago de servicio de energía eléctrica	39
Figura 12. Trabajan dentro y fuera del municipio	39
Figura 13. Enfermedades padecidas en el último año	40
Figura 14. Manejo de las aguas servidas	40
Figura 15. Informe de ensayo bacteriológicos de aguas.....	43
Figura 16. Ademes comerciales de Geo mega.....	49
Figura 17. Bomba seleccionada SP 5A-11, de marca Franklin Electric.....	52
Figura 18. Cálculo de la demanda de agua por metro cubico anual.....	69

Dedicatoria

A Dios por darnos la fortaleza necesaria para lograr cumplir nuestras metas durante este camino de perseverancia y dedicación para lograr culminar una etapa muy importante en nuestras vidas.

A nuestros padres y hermanos por brindarnos dentro de lo posible su apoyo en todo este proceso de profesionalización, estando siempre presente con la motivación personal y brindándonos los mejores consejos para lograr ser cada día una persona de buenos valores morales y profesionales.

A nuestros docentes y tutor por estar siempre en apoyo para nuestra formación compartiendo con nosotros importantes conocimientos necesarios para llegar a esta finalización de nuestro proceso de profesionalización.

CAPÍTULO I GENERALIDADES

1.1 Introducción

El acceso al agua potable es una necesidad fundamental que requiere toda la población, el abastecimiento y condición del recurso determina directamente el tipo y calidad de vida de la población. En la actualidad la disponibilidad de agua potable es un indicador del desarrollo socioeconómico sostenible de una comunidad.

El abastecimiento de agua potable debe cumplir los siguientes objetivos; suministrar una cantidad suficiente para consumo de agua potable, que esta cumpla con los estándares mínimos de calidad para ser consumida, que la fuente de suministro procure estar próximo a la residencia con fácil acceso y por último que el costo para obtener el recurso este de acuerdo con la capacidad económica de la población.

El propósito de este trabajo es presentar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, en el período 2026 -2046, en los barrios Carlos Fonseca y Chester Días, comunidad Tecolostote, municipio de San Lorenzo Boaco. En él se plantearon y analizaron las características técnicas y económicas de las diferentes alternativas de solución tomando en consideración; capacidad de la fuente de abastecimiento, tratamiento, impulsión, capacidad de regulación y de distribución, para definir la solución técnico- económica más conveniente.

Los parámetros de diseño de los sistemas de conducción y distribución están basados en las normas y criterios del Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA). La calidad del agua distribuida a través de los sistemas de abastecimiento debe cumplir con las condiciones físicas, químicas y bacteriológicas establecidas, para el caso de Nicaragua, por las “Normas Técnicas Obligatorias Nicaragüense (NTON 09 007 – 19) para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua”.

1.2 Antecedentes

En el año 1989 hacia atrás, los habitantes de la comunidad de Tecolostote, se abastecían del agua proveniente de pozos perforados por la alcaldía municipal, pozos excavados a mano y en mayor cantidad de pequeñas pilas excavada a la orilla del rio que se extiende a lo largo de la cabecera municipal.

La red de agua potable, cuenta con una línea de conducción principal que fue la primera etapa del proyecto a mediados del año 1989 los pobladores iniciaron esfuerzos para contar con un servicio adecuado y duradero de agua potable inicialmente se construyeron 850 m de tubería de PVC.

Se han realizado dos etapas más expandiendo la red, una segunda etapa que con ayuda de la alcaldía municipal en el año 1991 contó con 1,150 m de tubería de distribución y una tercera etapa realizada con una longitud de 1,400 m de tubería de distribución realizada con la colaboración de la alcaldía municipal y la estatal empresa de acueducto y alcantarillado Enacal en el año 1993. Dicha red ha superado su período de diseño.

Durante el año 2021, se realizó la perforación de un nuevo pozo en la comunidad de Tecolostote, la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios, mejorará el servicio de agua potable a 12 barrios de dicha comunidad. El proyecto incluye perforación de pozo, obras civiles, electrificación y 1.2 kilómetros de redes, el cual beneficiará a 1, 150 familias (6,200 habitantes) y tendrá un monto de inversión de 7.5 millones de córdobas financiados con fondos del Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional.

1.3 Justificación

Al no existir un sistema de agua potable eficaz, esto genera diversos problemas tales como: mala calidad de vida de las personas y al mismo tiempo ocasiona el mal aprovechamiento del vital líquido.

Los barrios Carlos Fonseca y Chester Días, no poseen un sistema de abastecimiento de agua potable en cantidad y calidad, de modo que actualmente es insuficiente. En dichos barrios no existe una red de agua potable que abastezca actualmente a la comunidad, su medio de abastecimiento es mediante dos pozos con sistema de bombeo, siendo su utilización para cubrir todas sus necesidades como: aseo personal, lavado de ropa, consumo y preparación de alimentos.

Según el CAPS (Comité de Agua Potable y Saneamiento), actualmente se presta un servicio por un período de 4 horas del día porque la distribución de agua se realiza sectorizado debido a que el crecimiento poblacional en los barrios en estudio ha ido aumentando en los últimos 5 años. Mediante el crecimiento poblacional y demanda de los servicios básicos, se crea la necesidad de mejorar las condiciones de abastecimiento de agua potable.

El propósito de este estudio monográfico consiste en la necesidad que tiene la comunidad de consumo de agua potable, es decir realizar un rediseño en el sistema de abastecimiento de agua potable en dichos barrios, para garantizar el consumo de agua potable en cantidad y calidad de la comunidad.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable, en el período 2026 - 2046, en los barrios Carlos Fonseca y Chester Días, comunidad Tecolostote, municipio de San Lorenzo Boaco.

1.4.2 Objetivos específicos

1. Establecer la viabilidad del proyecto analizando el estudio socioeconómico facilitado por la alcaldía de San Lorenzo.
2. Verificar que la fuente de abastecimiento cumpla los parámetros de calidad y cantidad según datos de aforo y calidad de agua facilitados por la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados.
3. Realizar el trazado de todos los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable utilizando datos de levantamiento topográfico proporcionado por la Alcaldía de San Lorenzo
4. Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable aplicando la norma técnica en el país NTON 09 007 – 19.
5. Realizar la evaluación hidráulica del sistema de agua potable utilizando los Softwares EpaCAD y EPANET.
6. Elaborar el costo total de la propuesta, tomando en cuenta los diferentes datos según el análisis obtenido.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1 Estudio socio económico

Un estudio socioeconómico es un proceso de investigación que se realiza para obtener información sobre el entorno social, económico, familiar, académico y laboral de una persona.

2.1.1 Censo poblacional

El Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas es el recuento de todas las personas, todos los hogares y todas las viviendas que se encuentran en el territorio nacional en un momento determinado. El objetivo es saber cuántos somos, cómo vivimos y cómo nos distribuimos.

2.1.2 Tasa de crecimiento

Este método debe aplicarse a ciudades que no han alcanzado su desarrollo y que se mantienen creciendo a una tasa fija y es el de mayor uso en Nicaragua.

La tasa de crecimiento a aplicar al proyecto debe ser sustentada sobre la base de estudios demográficos precedentes y censo actualizado de la localidad en estudio. En ningún caso será menor que 2.5 %.

2.1.3 Proyección de la población

Es necesario determinar la cantidad de pobladores existentes en el municipio de años que se fijará el diseño, los datos de población se utilizan para obtener la demanda y cantidad de agua de consumo y establecer el período de diseño del sistema de agua potable.

2.2 Diseño de sistema de abastecimiento de agua potable

2.2.1 Dotación de agua potable

La demanda de agua estimada corresponde a la cantidad o volumen de agua usado por los sectores económicos y la población (SIAC, 2015).

2.2.1.1 Dotación para población rural dispersa

Para población rural dispersa se tiene lo siguiente:

- 1) Cuando la fuente de abastecimiento no permita la dotación domiciliar de 80, el diseñador deberá justificar técnicamente, el uso de dotaciones inferiores y no menores a 50 lppd, sobre la base de los siguientes criterios:
 - a) Capacidad de las fuentes alternativas
 - b) Calidad del agua.
 - c) Evaluación económica.
 - d) Aspectos ambientales.
 - e) Entre otros.
- 2) Para el caso de conexiones domiciliarias que tengan sistema de saneamiento con arrastre hidráulico la dotación será de 100 lppd.
- 3) Por cada puesto público considerar 20 viviendas como máximo.
- 4) Por pozo excavado equipado con bomba manual considerar 6 viviendas como máximo.
- 5) Por pozo perforado equipado con bomba manual considerar 20 viviendas como máximo.
- 6) Para sistemas colectivos de abastecimiento con agua de lluvia, utilizar la dotación de acuerdo al nivel de servicio.

2.2.2 Factores de máximas demandas

Las variaciones del consumo estarán expresadas en porcentajes de las demandas promedio diario total y sirve de base para el dimensionamiento de la capacidad de las obras de captación, línea de conducción, tanque de almacenamiento y red de distribución.

a. Consumo de máximo día será igual a 1.3 del consumo promedio diario para la ciudad de Managua. Para las otras localidades del resto del país, el factor será 1.5.

b. Consumo de máxima hora

Para la ciudad de Managua el factor será igual a 1.5 del consumo promedio diario, para las localidades urbanas del resto del país, será igual a 2.5 y para las áreas rurales será igual a 2.5, justificando técnicamente la utilización de factores superiores.

2.2.3 Estudio de topografía

Un levantamiento topográfico, como la propia etimología nos indica, es la descripción técnica o representación gráfica de un lugar. Su objetivo es examinar la superficie cuidadosamente teniendo en cuenta las características físicas, geográficas y geológicas del terreno, así como las alteraciones existentes consecuencia de la intervención del hombre (construcción de taludes, excavaciones, canteras, etc).

2.2.4 Calidad de agua

La calidad del agua es el término que describe las características químicas, físicas y biológicas del agua dependiendo del uso que se le va a dar.

2.2.5 Fuente de abastecimiento

Las fuentes propias de abastecimientos son aprovechamientos de agua (superficiales o subterráneos) para cuya utilización se requiere una autorización o concesión administrativa.

2.2.5.1 Tipos de fuentes de abastecimiento

Las fuentes de abastecimiento de agua se clasifican en función de su procedencia y facilidad de tratamiento como: – Superficial: lagos, ríos, canales, etc.; – Subterránea: aguas subálveas y profundas; y – Pluvial: aguas de lluvia.

2.2.5.2 Aforo de agua

Un aforo de agua consiste en la aplicación de un método de medición del caudal de agua para lo cual se mide el volumen y la velocidad con la que transita el agua en una sección de una determinada fuente (río, quebrada, nacimiento o pozo) en un tiempo dado.

2.2.6 Estaciones de bombeo

Una Estación de Bombeo (EB) (también llamada Estación Elevadora (EE)), es una instalación hidroelectromecánica destinada a forzar el escurrimiento de una vena líquida para que ésta llegue a destino en las condiciones previstas en su diseño.

La estación de bombeo consta de una o varias bombas con sus correspondientes pozos de bombeo, tuberías de succión y descarga. La finalidad es la de proporcionar al líquido, la energía suficiente para poder ser transportado mediante un conducto a presión, desde un punto de menor cota a uno de mayor cota.

2.2.7 Mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE)

Es el aquel sistema que cuenta con diversas partes que hacen posible el recorrido mediante tuberías, así como también el acopio eventual de líquidos, permitiendo que las especificaciones de caudal y presión sean cumplidas en los procesos. El equilibrio hidráulico se da gracias al balance de energía donde se contabiliza o se tiene en cuenta a la energía potencial, cinética y pérdidas en energía.

2.2.7.1 Equipo de bombeo y motor

El equipo de bombeo es un transformador de energía mecánica que procede de un motor eléctrico y convirtiendo así en energía fluida que adquiere presión y velocidad.

Para el cálculo de la potencia del motor se usará un factor de 1.15 para calcular los HP del motor en base a los HP de la bomba. Este factor cubre ampliamente las pérdidas mecánicas por fricción en el eje y cabezal de descarga de la bomba.

2.2.8 Almacenamiento

Las instalaciones de almacenamiento, conocidas como tanques, torres, cisternas o reservorios, por un lado, brindan almacenamiento para el agua tratada antes de su distribución para fines domésticos y de consumo, y por otro, equilibran las fluctuaciones en la cantidad y calidad del agua.

2.2.9 Tipos de tanques

Enterrados (subterráneos). Apoyados sobre el suelo (de superficie). Elevados (por encima del nivel de los techos).

2.3. Línea de conducción

La línea de conducción es la parte del sistema que transporta el agua desde el sitio de la captación ya sea por medio de bombeo y/o rebombeo, ó a gravedad, hasta un tanque de regulación, Planta potabilizadora ó un crucero predeterminado de la red. También se considera como parte de la línea de conducción al conjunto de conductos, estructuras de operación y especiales y cruceros.

2.3.1. Criterios de línea de conducción

2.3.2. Caudal de diseño

El caudal de una línea de impulsión será el correspondiente al consumo del máximo diario para el período de diseño. Tomando en cuenta que no resulta aconsejable ni práctico mantener períodos de bombeo de 24 horas diarias, habrá que incrementar el caudal de acuerdo a la

relación de horas de bombeo, satisfaciendo así las necesidades de la población para el día completo.

2.3.3. Selección de diámetros

En el diseño de una línea de conducción, se debe considerar que:

- a) La capacidad deberá ser suficiente para transportar el gasto máximo de diseño
- b) La selección de la clase y diámetro de la tubería a emplear, deberán ajustarse a la máxima economía
- c) La línea de conducción deberá dotarse de los accesorios y obras de arte necesarios para su correcto funcionamiento, conforme a las presiones de trabajo específicamente para la tubería, a su protección y a su mantenimiento
- d) Diámetro económico $D=K (Q)^n$, (similar a la de Bresse, con $K=0.9$, $n=0,45$)

2.3.4. Golpe de ariete

Se denomina Golpe de Ariete al fenómeno hidráulico transitorio producido por variaciones de velocidad en el fluido transportado. Este fenómeno consiste en la propagación de ondas de presión y depresión a lo largo de las conducciones, debido a la transformación de energía cinética en energía de presión y elástica. Si el Golpe de Ariete no es efectivamente controlado puede producir la rotura de la tubería por sobrepresión o por depresión, así como generar serios problemas de operación.

2.3.5. Red de distribución

En el diseño de la red de distribución el diseñador debe tomar en cuenta lo siguiente:

- a. Plan regulador del municipio, si es que existe, en el que se establecen los usos actuales y futuros de la tierra con sus densidades de población;
- b. Plano topográfico, con sus calles existentes y futuras, perfiles de las calles y las características topográficas de la localidad;
- c. Servicios públicos existentes y proyectados, tales como:
 - 1) Alcantarillado sanitario

- 2) Alcantarillado pluvial
- 3) Servicio de energía eléctrica
- 4) Servicio de comunicaciones
- 5) Acondicionamiento de las calles: (sin recubrir, con adoquines, con asfalto, etc.)
- d. Estado actual de la red de agua potable existente: (Diámetros, clase de tuberías, edad de las mismas, etc.); ubicación del tanque existente con sus cotas de fondo y rebose, determinación de los puntos de entrada del agua en la red desde la fuente y desde el tanque;
- e. Determinar la oferta, demanda, presiones residuales y distribución del agua.

2.3.6. Pérdidas del sistema

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

2.3.7. Potabilización de agua

La potabilización consiste principalmente en eliminar sustancias que resultan tóxicas para las personas, como el cromo, el plomo o el zinc, así como algas, arenas o las bacterias y virus que pueden estar presentes en el agua. En definitiva, eliminar cualquier potencial riesgo para la salud de las personas.

2.3.8. Tipos de tratamiento de agua

2.3.8.1. Desinfección

La etapa final del proceso de tratamiento de aguas potables siempre es la desinfección. En algunos casos en las plantas muy sencillas, ésta es la única etapa del proceso. Hay tres tipos básicos de desinfección: Tratamientos físicos, tratamientos químicos y radiación.

2.4. Evaluación hidráulica del sistema de agua potable

2.4.1. Modelación en EPANET Versión 2

EPANET 2 es un programa de ordenador que realiza simulaciones en periodos prolongados del comportamiento hidráulico y de la calidad del agua en redes de suministro a presión. Una red puede estar constituida por tuberías, nudos (uniones de tuberías), bombas, válvulas y depósitos de almacenamiento o embalses.

EPANET 2 efectúa un seguimiento de la evolución de los caudales en las tuberías, las presiones en los nudos, los niveles en los depósitos, y la concentración de las especies químicas presentes en el agua, a lo largo del periodo de simulación en múltiples intervalos de tiempo.

2.5. Elaboración de costos

2.5.1. Costos incurridos o de inversión

Representa los factores técnicos que intervienen en la producción, medibles en dinero. Se hace un cálculo general de todos los gastos de: Materiales, mano de obra y maquinaria necesaria.

2.5.2. Costo unitario

Puede medirse en función de su producción y distribución. Este costo es el que sirve para evaluar las existencias que aparecen en el balance general y estado de pérdidas y ganancias en los renglones de los inventarios de producción en proceso y productos terminados.

También puede medirse en relación con la posibilidad de aplicar directa o indirectamente a la unidad los gastos incurridos.

2.5.3. Costo directo

Los que pueden identificarse específicamente en la unidad. El coste directo es aquel que puede medirse y asignarse directamente y de forma inequívoca a un producto concreto. Es una categoría de coste clasificado en función de su relación con la producción.

Son los costos que se imputan de forma muy clara a un producto para conocer su costo unitario y para los que no es necesario establecer ningún criterio de imputación entre diferentes productos porque su reparto económico individual es obvio.

2.5.4. Costos indirectos

Los costos indirectos son aquellos que no son directamente imputables a la producción de un bien o servicio en particular. Es decir, los costos indirectos son aquellos costos en los que la empresa incurre durante el ejercicio de su actividad, cuya asignación es más complicada, ya que no se relacionan directamente con la producción.

Son ejemplos de ello el alquiler de servicios de transporte el salario de los trabajadores del departamento de finanzas o el de administración.

2.5.5 Costos fijos

Es decir, los costos indirectos son aquellos costos en los que la empresa incurre durante el ejercicio de su actividad, cuya asignación es más complicada, ya que no se relacionan directamente con la producción.

2.5.6 Costos variables

El coste variable es el gasto que fluctúa en proporción a la actividad generada por una empresa o, en otros términos, el que depende de las variaciones que afecten a su volumen de negocio. Otros ejemplos de este tipo de gasto pueden concretarse con los impuestos sobre ingresos (que fluctúan en función de estos últimos) o con las comisiones relacionadas con las ventas de bienes o servicios (que igualmente variarán dependiendo del bien que se trate).

2.5.7. Inversión

Una inversión es una actividad que consiste en dedicar recursos con el objetivo de obtener un beneficio de cualquier tipo.

En economía los recursos suelen identificarse como los costos asociados. Los principales recursos son tiempo, trabajo y capital. Con lo cual, todo lo que sea hacer uso de alguno de estos tres recursos con el objetivo de obtener un beneficio es una inversión.

Cuando se realiza una inversión se asume un costo de oportunidad al renunciar a esos recursos en el presente para lograr el beneficio futuro, el cual es incierto. Por ello cuando se realiza una inversión se está asumiendo cierto riesgo.

Para disponer de dinero para invertir es necesario haber tenido ingresos y ahorrado previamente parte de estos ingresos.

2.5.7.1. Evaluación social

Identifica y dimensiona los efectos redistributivos del proyecto. Los proyectos sociales producen y/o distribuyen bienes o servicios (productos), para satisfacer las necesidades de aquellos grupos que no poseen recursos para solventarlas automáticamente, con una caracterización espacio-temporal precisa y acotada.

2.5.7.2. Valor actual neto (VAN)

Es un indicador financiero que mide los flujos de los ingresos y egresos futuros que tendrá un proyecto, para determinar, si luego de descontar la inversión inicial, queda una ganancia.

Es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros (ingresos menos egresos). El método, además, descuenta una determinada tasa o tipo de interés igual para todo el período considerado. En términos generales se puede interpretar el VAN del modo siguiente:

$VAN > 0 \Rightarrow$ El proyecto genera beneficio

$VAN = 0 \Rightarrow$ No hay beneficio ni pérdidas, aunque se pierde el tiempo

$VAN < 0 \Rightarrow$ hay pérdidas en el proyecto, además de perder el tiempo.

Se deberá rechazar cualquier inversión cuyo VAN sea negativo ya que descapitaliza el proyecto. Entre varios proyectos se elegirá aquel que tenga el VAN positivo sea superior.

2.5.7.3. Tasa interna de rentabilidad (TIR)

Está definida como la tasa de interés con la cual el valor actual neto o valor presente neto (VAN o VPN) de una inversión sea igual a cero ($VAN = 0$). Recordemos que el VAN o VPN es calculado a partir del flujo de caja anual, trasladando todas las cantidades futuras al presente (valor actual), aplicando una tasa de descuento.

Este método considera que una inversión es aconsejable si la T.I.R. resultante es igual o superior a la tasa exigida por el inversor (tasa de descuento), y entre varias alternativas, la más conveniente será aquella que ofrezca una T.I.R. mayor. Si la TIR es igual a la tasa de descuento, el inversionista es indiferente entre realizar la inversión o no. Si la TIR es menor a la tasa de descuento, el proyecto debe rechazarse.

2.5.7.4. Relación de (B/C)

La relación beneficio/costo es el cociente de dividir el valor actualizado de los beneficios del proyecto (ingresos) entre el valor actualizado de los costos (egresos) a una tasa de actualización igual a la tasa de rendimiento mínima aceptable (TREMA), a menudo también conocida como tasa de actualización o tasa de evaluación.

CAPÍTULO III DISEÑO METODOLÓGICO

La metodología empleada para el diseño de este sistema de abastecimiento de agua potable responde a la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense denominada NTON 09 007 – 19.

3.1 Tipo de estudio

Esta investigación es de tipo descriptiva puesto que describe características esenciales de fenómenos sociales e hidráulicos, haciendo uso de los criterios que permitan reflejar su estructura. Utilizando métodos de investigación empírica la que contiene una serie de procedimientos prácticos (entrevistas, encuestas, aforos, datos de relieve, cálculos hidráulicos) con el propósito de encontrar las características primordiales y relaciones esenciales de la población.

3.2 Estudio socio económico

El estudio socio económico se realizó través del análisis de los datos facilitados por la alcaldía de San Lorenzo, por medio de información se dio a conocer la situación actual de la comunidad.

3.3 Estudio de topografía

El estudio de topografía del proyecto en estudio fue proporcionado por la Alcaldía de San Lorenzo.

3.4 Aforo de agua

El estudio de aforo de agua de la fuente (pozo) fue proporcionado por la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados debido a que este estudio tiene un costo elevado.

3.5 Fuente de abastecimiento

La fuente de abastecimiento es un pozo perforado, que está en la comunidad y la información del mismo será proporcionada por la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados.

3.6 Calidad

En el caso de la calidad de agua este resultado será proporcionado por la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados y a si constatar si es apta para consumo humano para su debida cloración con un hipoclorador a gravedad.

3.7 Diseño de sistema de abastecimiento de agua potable

3.7.1 Proyección de la población

Para el cálculo de proyección de población se realizará aplicando la siguiente ecuación:

$P_f = P_o(r + 1)^n$	Ecuación 1
----------------------	------------

Donde:

P_f : Población del año “n”.

P_o : Población al inicio del período de diseño.

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

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

3.7.2. Tasa de crecimiento

Se realizará una comparación de tasa de crecimiento según el (INIDE, 2008 del municipio en estudio con la recomendada por la (NTON 09007-19, 2019, pág. 8), y la que resulte mayor de las dos se ocupará, y se verificará realizando el cálculo de la misma aplicando la siguiente ecuación.

$r = \left(\frac{P_n}{P_o} \right)^{\frac{1}{n}} - 1$	Ecuación 2
--	------------

Donde:

P_n : Población del año “n”.

P_o : Población al inicio del período de diseño.

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

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

3.7.3. Dotación

El tipo de distribución que se va a hacer toma en cuenta conexiones domiciliarias con dotaciones de 100 lppd según norma NTON 09 007-19 Diseño de sistemas de abastecimiento. agua potable.

3.7.4. Demanda

Para obtener la demanda de agua potable en los barrios Carlos Fonseca y Chester Días, comunidad Tecolostote, se aplicarán los criterios de la norma (Diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable NTON 09 007 - 19, 2020, págs. 12-50) los cuales se describen a continuación:

3.7.5. Consumo doméstico

El consumo doméstico se calculará según la ecuación 3:

$CD = \frac{P_f \times (\text{dotación})}{86400}$	Ecuación 3
---	------------

Donde:

CD: Consumo doméstico (l/s).

P_f : Población futura (hab).

Dotación: 100 lppd.

3.7.6. Consumo público o institucional

El consumo público o institucional se calcula mediante la ecuación 4. El consumo comercial y el industrial no se tomarán en cuenta debido a que en el plan de desarrollo municipal no se contemplan inversiones en el sector comercial e industrial.

$C_{inst} = CD \times \frac{7}{100}$	Ecuación 4
--------------------------------------	------------

Donde:

C inst: Consumo institucional (l/s).

CD: Consumo doméstico (l/s).

Porcentaje: 7 %.

3.7.7. Consumo promedio diario

Consumo promedio diario, se calculará con la ecuación 5.

$CPD = CD + CPI + CC + Cind$	Ecuación 5
------------------------------	------------

Donde:

CPD: Consumo promedio diario (l/s).

CD: Consumo doméstico (l/s).

CPI: Consumo público e institucional (l/s).

CC: Consumo comercial (l/s).

Cind: Consumo industrial (l/s).

3.7.8. Pérdidas volumétricas

Debido a que la población será mayor a 500 viviendas (MIFIC, 2020, pág. 12) se adoptará como criterio para la fuga o pérdidas en el sistema el 20 % del consumo promedio diario. El cálculo se hará mediante la ecuación 6.

$P = CPD \times \frac{15}{100}$ $P = CPD \times \frac{15}{100}$	Ecuación 6
--	------------

Donde:

P: Perdida en el sistema (l/s).

CPD: Consumo promedio diario (l/s).

3.7.9. Caudal de diseño

Para el dimensionamiento de la línea de conducción se utilizará el consumo máximo diario (MIFIC, 2020, pág. 24) y para el dimensionamiento de la red de distribución se utilizará el consumo máximo horario (MIFIC, 2020, pág. 30).

3.7.10. Consumo máximo diario

El caudal de consumo máximo diario (CMH), se calcula mediante la ecuación 7.

$CMD = 1.5 CPD + P$	Ecuación 7
---------------------	------------

Donde:

CMD: Consumo de máximo día (l/s).

CPD: Consumo promedio diario (l/s).

P: Pérdidas o fugas (l/s).

3.8. Consumo máximo horario

Cumpliendo con la norma (MIFIC, 2020, pág. 12) Para el cálculo del consumo de máxima hora (CMH), se calcula mediante la ecuación 8.

$CMH = 2.5 CPD + P$	Ecuación 8
---------------------	------------

Donde:

CMH: Consumo máximo horario (l/s).

CPD: Consumo promedio diario (l/s).

P: Pérdidas o fugas (l/s).

3.8.1. Diseño hidráulico del sistema

La metodología para el diseño de componentes hidráulicos del sistema de abastecimiento de agua potable, se basará en la norma NTON 09 007-19, lo que incluye criterios de diseño para

el cálculo de diámetros, pérdidas de carga, velocidades, presiones, resistencia de tuberías entre otras.

3.8.2. Período de diseño del sistema de abastecimiento de agua potable

El sistema tendrá un período de diseño de 20 años y se le dará su debido mantenimiento para evitar su deterioro antes que cumpla su vida útil.

Tabla 1. Período de diseño de los diferentes componentes del sistema de abastecimiento de agua potable

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

Fuente: NTON 09007-19, 2019 pág.13

3.8.3. Diseño de la columna de bombeo

Para diseñar la columna de bombeo se utilizará el consumo máximo diario (CMD), dicho caudal servirá para determinar el diámetro de la columna de bombeo en relación al caudal, según los valores que recomienda la norma (MIFIC, 2020, pág. 20).

Como criterio de diseño se verificará que la pérdida de carga en la columna de bombeo sea menor que el 5 % de la longitud de la misma.

3.8.4. Cálculo de pérdidas en la columna de succión

$h_f \text{ columna} \leq 5 \% L_C$	Ecuación 9
-------------------------------------	------------

$L_C = NB + 20\% (\text{Prof. pozo} - NB)$	Ecuación 10
--	-------------

Donde:

Lc: Longitud de la columna.

NB: Nivel de bombeo

3.8.5. Diámetro

El diámetro de la columna de bombeo se determinará utilizando los diámetros recomendados por la norma NTON 09 007-19 (MIFIC, 2020, pág. 20) para lo cual se utilizará el caudal de bombeo para 16 horas, que en este caso corresponderá al CMD, con el cual se determinará el diámetro.

3.8.6. Longitud

La longitud de la columna de bombeo se calculará con la longitud del nivel dinámico del agua, más 6 m de sumergencia y 6 m adicionales por variación estacional del nivel del acuífero (MIFIC, 2020, pág. 20).

3.8.7. Velocidad

La velocidad de flujo en la columna de bombeo se calculará con la ecuación 11.

$V = \frac{Q}{\pi \times \frac{(D)^2}{4}}$	Ecuación 11
--	-------------

Donde:

V: Velocidad del flujo (m/s).

Q: Caudal máximo diario (m³/s).

D: Diámetro interno de la tubería (m).

3.8.8. Pérdidas de carga

Las pérdidas de carga en la columna de bombeo se calcularán con la ecuación 12 de Hazen - Williams. El coeficiente de rugosidad para Hazen Williams se tomará de la tabla 15 (MIFIC, 2020, págs. 29,30).

$\frac{h}{L} = S = \left[\frac{10.679 Q^{1.85}}{C^{1.85} D^{4.87}} \right]$	Ecuación 12
--	-------------

Donde:

h: Pérdida de carga por fricción (m).

Q: Caudal (m³/s).

C: Coeficiente de rugosidad.

D: Diámetro (mm).

L: Longitud de la tubería (m).

3.8.9. Mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE)

3.8.10. Equipo de bombeo y motor

Para el cálculo del equipo de bombeo y motor se aplicarán las siguientes ecuaciones:

Para el cálculo de caudal de bombeo se realizó aplicando la siguiente ecuación:

$Q_{\text{bombeo}} = CMD \times K$	Ecuación 13
------------------------------------	-------------

Donde k es el coeficiente que depende de las horas de bombeo.

$K = \frac{24}{\text{horas de bombeo}}$	Ecuación 14
---	-------------

El rango de horas de bombeo que se recomienda, según la norma del INAA es de 12 horas como mínimo y 16 horas lo máximo.

➤ Cálculo de potencia de la bomba

$P_B = \frac{\gamma \times Q_B \times CTD}{75 \times E}$	Ecuación 15
--	-------------

Donde:

P_B : Potencia Teórica de la Bomba (HP)

γ : Peso específico del agua (kg/m^3)

Q : Caudal de Bombeo (m^3/s)

CTD : Carga Total Dinámica (m)

E : Eficiencia del Equipo de Bombeo

➤ Cálculo de potencia del motor

$P_{\text{Motor}} = 1.15 \times (P_B)$	Ecuación 16
--	-------------

Donde:

P_B : Potencia Teórica de la Bomba (HP)

P_{Motor} : Potencia del motor

3.9. Selección de la bomba comercial

La bomba se seleccionará tomando en cuenta el caudal de bombeo y la carga dinámica total, con la cual se analizará la curva característica H-Q que proporcione el fabricante de la bomba.

3.9.1. Sarta

A continuación, se presenta el proceso de diseño que se utilizará para dimensionar la Sarta:

3.9.2. Diámetro

El diámetro de la sarta se obtendrá tomando en cuenta el consumo máximo diario, el cual será comparado por la tabla 11 de la pág. 22 de la norma (MIFIC, 2020, pág. 22).

3.9.3. Longitud

En el diseño de sarta se adoptará una longitud típica de 6 m para diámetros de sarta menores de 3 pulgadas e incluirán micro medidor, manómetro de medición de presión con llave de chorro 12.7 mm, válvula de retención, derivación de descarga para pruebas de bombeo y limpieza del mismo diámetro de la sarta. Válvula de aire y vacío, válvulas de compuerta, válvula de alivio, unión flexible tipo Dresser (MIFIC, 2020, pág. 22).

3.9.4. Velocidad

La velocidad de flujo se calculará con la ecuación 11. Además, se comprobará que las velocidades cumplan con lo establecido en la norma, se procurará que la velocidad no exceda de 1.50 m/s y no sea menor de 0.60 m/s (MIFIC, 2020, pág. 24).

3.9.5. Pérdida por fricción

La pérdida por fricción se calculará con la ecuación 12 de Hazen-Williams. Los coeficientes de rugosidad se tomarán de la norma descrita en la tabla 15 (MIFIC, 2020, pág. 29).

3.9.6. Pérdidas locales

Las pérdidas locales se calcularán con la ecuación 17 y se considerarán todos los accesorios que recomienda la norma (MIFIC, 2020).

$h_l = \sum K \times \frac{V^2}{2g}$	Ecuación 17
--------------------------------------	-------------

Donde:

h_l : Pérdidas de carga locales (m).

K: Coeficiente de pérdida de los accesorios.

V: Velocidad del flujo (m/s).

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

La pérdida total en la sarta será la suma de la pérdida por fricción y la pérdida local, se calculará mediante la ecuación 18.

$h_{ts} = h_f + h_l$	Ecuación 18
----------------------	-------------

Donde:

h_{ts} : Pérdidas totales de la sarta (m).

h_f : Pérdidas por fricción (m).

h_l : Pérdidas locales (m).

3.9.7. Línea de conducción

La línea de conducción estará ubicada de la fuente (pozo) hacia el tanque de almacenamiento, el cual conducirá el agua por un sistema de bombeo, eléctrico con una bomba sumergible que estará ubicada en el pozo.

3.9.8. Caudal de diseño

El caudal de diseño para la línea de conducción será el consumo máximo día calculado para el periodo de diseño de 20 años.

3.9.9. Selección de diámetros

Para el cálculo del diámetro de la línea de conducción se aplicó la de Dresser la cual se describe a continuación:

$D = K (Q)^n$	Ecuación 19
---------------	-------------

$D = 0.9 (Q)^{0.45}$	Ecuación 20
----------------------	-------------

Donde:

D: Diámetro en metros.

Q: Caudal en m³/s.

n: Factor potencial.

3.10. Diámetro comercial

Conociendo el diámetro teórico se procedió a seleccionar un diámetro comercial en base al diámetro nominal del fabricante que más se acerque al diámetro teórico. No se seleccionará diámetros menores de 2 pulgada.

3.10.1. Longitud

La longitud de la línea de impulsión se tomó del estudio topográfico, así como las cotas de la misma.

3.10.2. Velocidad

La velocidad del flujo de la línea de impulsión se calculó utilizando la ecuación 8, también se verificará que las velocidades cumplan con lo que se establece en la norma NTON (pág. 29 de 50) se procurará que la velocidad no exceda de 5.00 m/s y no sea menor de 0.60 m/s.

3.10.3. Pérdida de carga por fricción

La pérdida por fricción de la línea de conducción se calculó utilizando la ecuación 12 (MIFIC, 2020) de Hazen Williams.

Cálculo de la carga total dinámica

$CTD = H_{ST} + \sum h$	Ecuación 21
-------------------------	-------------

Donde:

H_{ST} : Altura estática de bombeo.

$\sum h$: Sumatoria de pérdidas.

3.10.4. Golpe de ariete

Para el cálculo del golpe de ariete en la línea de conducción por una sobre presión se aplicó las siguientes ecuaciones:

$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + k \times \frac{D}{e}}}$	Ecuación 22
---	-------------

Donde:

a: Valor de la celeridad.

K: Coeficiente en función del módulo de elasticidad del material que está constituido la tubería.

D: Diámetro exterior del tubo (mm).

e: Espesor del tubo (mm).

$\Delta H = \frac{a \times v}{g} + CTD$	Ecuación 23
---	-------------

Donde:

ΔH : Diferencia de altura.

a: Celeridad.

V: Velocidad.

g: Gravedad.

CTD: Carga dinámica total.

Figura 1. Especificaciones tubería PVC ASTM D 2241

Nom.	Promedio Externo (mm)	(Tolerancia positiva equivalente al 6% del espesor mínimo)					
		SDR 41	SDR 32,5	SDR 26	SDR 21	SDR 17	SDR 13,5
12	21,34 \pm 0,10	...	...	...	...	...	1,57 \pm 0,09
18	26,67 \pm 0,10	...	...	...	1,52 \pm 0,09	1,57 \pm 0,09	1,98 \pm 0,12
25	33,40 \pm 0,13	...	...	1,52 \pm 0,09	1,60 \pm 0,10	1,96 \pm 0,12	2,46 \pm 0,15
31	42,16 \pm 0,13	1,18 \pm 0,07	1,52 \pm 0,09	1,63 \pm 0,10	2,01 \pm 0,12	2,49 \pm 0,15	3,12 \pm 0,19
38	48,26 \pm 0,15	1,18 \pm 0,07	1,52 \pm 0,09	1,85 \pm 0,11	2,29 \pm 0,14	2,84 \pm 0,17	3,58 \pm 0,21
50	60,32 \pm 0,15	1,47 \pm 0,09	1,85 \pm 0,11	2,31 \pm 0,14	2,87 \pm 0,17	3,56 \pm 0,21	4,47 \pm 0,27
62	73,02 \pm 0,18	1,78 \pm 0,11	2,24 \pm 0,13	2,79 \pm 0,17	3,48 \pm 0,21	4,29 \pm 0,26	5,41 \pm 0,32
75	88,90 \pm 0,20	2,16 \pm 0,13	2,74 \pm 0,16	3,43 \pm 0,21	4,24 \pm 0,25	5,23 \pm 0,31	6,58 \pm 0,39
100	114,30 \pm 0,23	2,79 \pm 0,17	3,51 \pm 0,21	4,39 \pm 0,26	5,44 \pm 0,33	6,73 \pm 0,40	8,46 \pm 0,51
150	168,28 \pm 0,28	4,11 \pm 0,25	5,18 \pm 0,31	6,48 \pm 0,39	8,03 \pm 0,48	9,91 \pm 0,59	12,47 \pm 0,75
200	219,08 \pm 0,38	5,33 \pm 0,32	6,73 \pm 0,40	8,43 \pm 0,51	10,41 \pm 0,62	12,90 \pm 0,77	...
250	273,05 \pm 0,38	6,65 \pm 0,40	8,41 \pm 0,50	10,49 \pm 0,63	12,98 \pm 0,78	16,05 \pm 0,96	...
300	323,85 \pm 0,38	7,90 \pm 0,47	9,96 \pm 0,60	12,45 \pm 0,75	15,39 \pm 0,92	19,05 \pm 1,14	...
375	388,62 \pm 0,41	9,47 \pm 0,57	11,96 \pm 0,72	14,94 \pm 0,90	18,49 \pm 1,11	...	...
450	457,20 \pm 0,48	11,15 \pm 0,67	14,07 \pm 0,84	17,58 \pm 1,05	21,77 \pm 1,31	26,90 \pm 1,61	...

Fuente. Ficha técnica DURMAN

Tabla 2. Valores de ϵ para diferentes materiales de tubería

Módulo de elasticidad de los materiales (ϵ)	
Material	ϵ (km/m²)
Hierro y Acero	2.00E+10
Hierro Fundido	1.00E+10
Hormigón (sin Armar)	2.00E+09
Fibrocemento	1.85E+09
PVC	3.00E+08

Fuente. Elaboración propia

3.10.5. Almacenamiento

➤ Cálculo del volumen del tanque

Para el cálculo del volumen del tanque de almacenamiento se aplicó siguiente:

$Vol\ del\ tanque = VC + P + Vol.\ reserva + V.\ incendio$	Ecuación 24
--	-------------

$Vol\ del\ tanque = 25\% CPD + 20\ \% CPD + 15\ \% CPD+2\ h$	Ecuación 25
--	-------------

Donde:

CPD: Consumo promedio diario

3.10.6. Cálculo de la altura del tanque

En la siguiente tabla, se determina que la constante de la capacidad de almacenamiento del tanque es $k = 2$. Aplicando la siguiente ecuación para determinar la altura económica:

$h = \frac{Vol}{3} + k$	Ecuación 26
-------------------------	-------------

Tabla 3. Constante de la capacidad de almacenamiento en función del volumen

Vol. en cientos de 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, J. (2003). Folleto de abastecimiento de agua potable, del curso de explotación y administración de recursos hídricos. Managua, Nicaragua: Facultad de Tecnología de Construcción, UNI-RUPAP.

3.10.7. Red de distribución

La red de distribución, trabaja por gravedad y el flujo se distribuye en todo el sistema de la red de tuberías hasta la conexión domiciliar de cada beneficiario de la comunidad en estudio.

3.10.8. Pérdidas del sistema

En el sistema de abastecimiento de agua potable se agregó un porcentaje del 20 % debido a pérdidas en la línea de conducción, red de distribución y accesorios PVC como: codos de 45°, codos de 90°, tee, yee, reductores, llave de pase y válvulas.

3.10.9. Cloración de agua

La cloración del agua a distribuir se hizo por medio de un hipo clorador a gravedad, debido a que es un sistema económico y su mantenimiento no es muy costoso y a la comunidad se le hace más factible tener este tipo de tratamiento de agua.

3.11. Análisis hidráulico de la red de distribución

El análisis hidráulico de la red de distribución, se realizó con los datos de población actual, plano topográfico con descripción de diámetros de tuberías que proporcionará la Alcaldía de San Lorenzo y con lo mismo se realizará el análisis de la red de distribución, en el cual se utilizará los Softwares EpaCAD y EPANET, con el Software EpaCAD se creó un plano de líneas de tuberías en AutoCAD, para que pueda ser reconocido en EPANET y luego en el Software EPANET se introducirá la información de diámetro de tuberías, elevación topográfica y dotación de consumo.

3.11.1.Presupuesto

El presupuesto se realizó utilizando la metodología FISE la cual agrupa las actividades en etapas y sub etapas lo que permitirá conocer los alcances de las obras y facilitó el seguimiento en la ejecución de la misma. Los precios unitarios se tomaron del catálogo de costos maestros del FISE más actualizados. Los cálculos se harán en hojas de cálculo Excel y se presentará un informe por etapas y sub etapas, así como un detalle a nivel de actividades.

CAPÍTULO IV ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

5.1 Estudio socioeconómico

La población para el año 2023 es de 10224 habitantes, este dato fue proporcionado por el CAPS (Comité de Agua Potable y Saneamiento) con un total de viviendas 1704 de esta información proporcionada se realizó el estudio socioeconómico de la comunidad de Tecolostote, municipio de San Lorenzo.

5.2. Género de población y grupo de edad

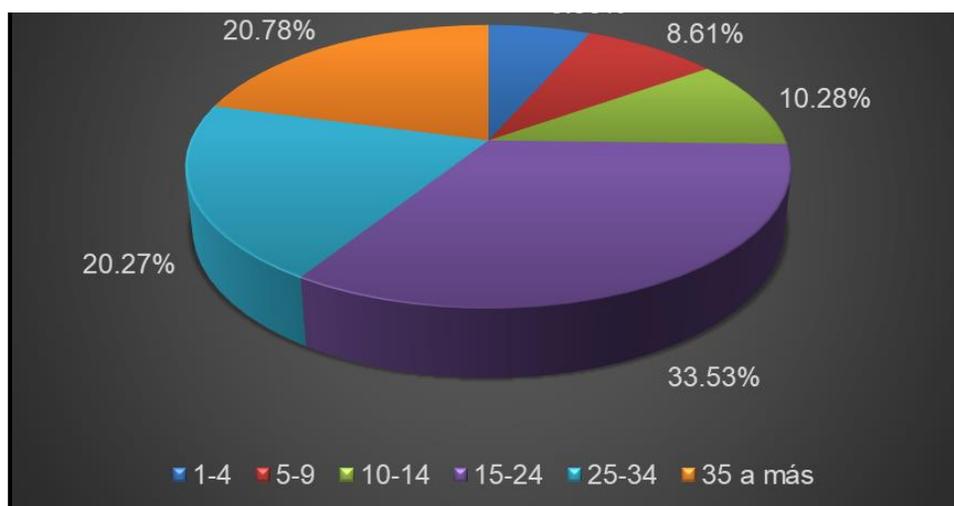
En la comunidad de Tecolostote, municipio de San Lorenzo cuenta con 1704 viviendas incluyendo instituciones públicas con una población de 10224 habitantes de los cuales el 48.94 % son varones y el 51.06 % son mujeres, se estima una población infantil del 10.28 % menores de 15 años.

Figura 2. Género de la población



Fuente. Elaboración propia

Figura 3. Grupo de edad



Fuente. Elaboración propia

5.3. Escolaridad de la población

En la siguiente figura, se muestra que un 40.7 % de los habitantes de la comunidad ante descrita tienen otros estudios, el 58.3 % son profesionales y solo un mínimo del 1.0 % son analfabetas debido a que no tuvieron la oportunidad de preparación de estudios y solo se dedicaron a las labores del campo y a amas de casa.

Figura 4. Escolaridad

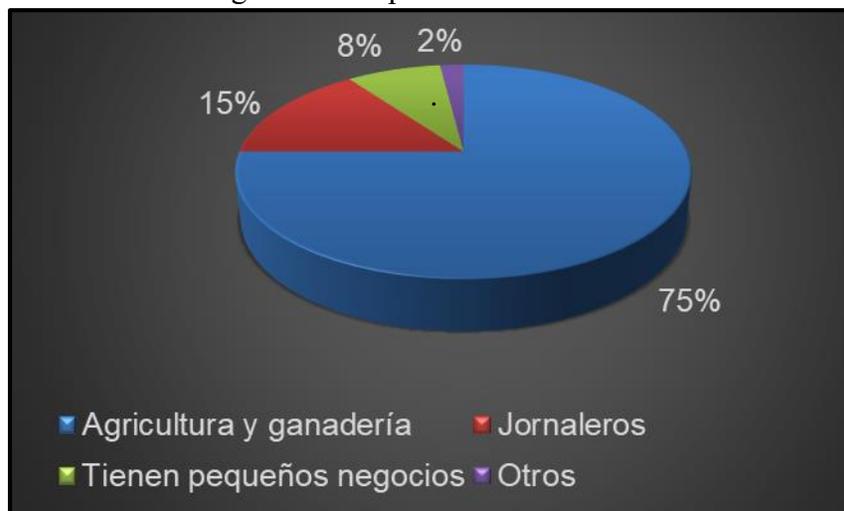


Fuente. Elaboración propia

5.3.1. Ocupación de los familiares

Con respecto a la ocupación laboral se tiene que el 75 % de la población de la comunidad Tecolostote, municipio de San Lorenzo se dedica a la agricultura y ganadería, un 15 % son jornaleros, el 8 % tienen pequeños negocios y solo el 2 % se dedica a otras labores en las instituciones públicas (En lo que se destaca los puestos en el sector educación, salud y otros puestos institucionales).

Figura 5. Ocupación Familiar

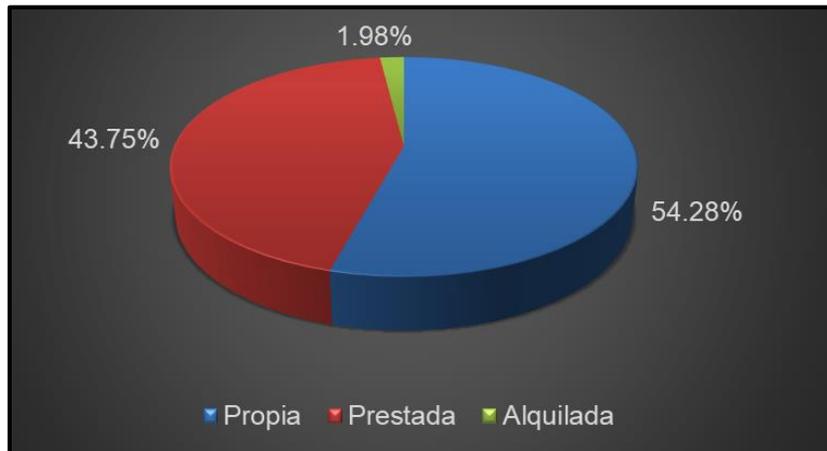


Fuente. Elaboración propia

5.3.2. Tenencia de la vivienda

En cuanto a la tenencia de la vivienda los resultados obtenidos, reflejan que el 54.28 % tienen viviendas propias con documentos legales, un 43.75 % son prestada esto indica que en el caso de las viviendas prestada son de familiares que viven fuera del país o trabajan fuera de la comunidad en estudio y un mínimo del 1.98 % las viviendas son rentadas, estos mismo pagan una mensualidad menor de cien dólares americanos.

Figura 6. Tenencia de la vivienda

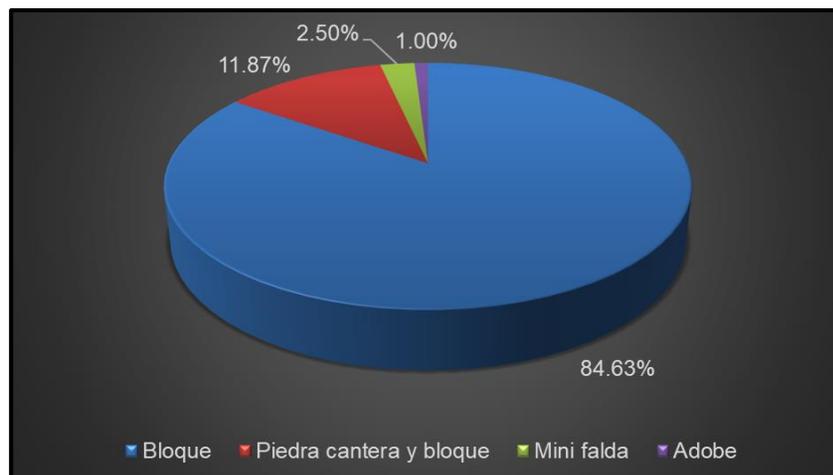


Fuente. Elaboración propia

5.3.3. Paredes de la vivienda

En cuanto a la construcción de las paredes de las viviendas, se puede observar que el 84.63 % son de bloque, un 11.87 % son a nivel de viga intermedia las paredes son de piedra cantera y de viga intermedia a viga corona las paredes son de bloque, el 2.50 % las paredes son minifalda es decir mitad piedra cantera y mitad madera o mitad paredes de bloque y el resto de madera y solo el 1.00 % son de ladrillos de adobe.

Figura 7. Construcción de paredes de viviendas



Fuente. Elaboración propia

5.3.4. Piso de las viviendas

En cuanto al piso de las viviendas, influyen con un mayor porcentaje las viviendas con piso de cerámica con un 65 %, seguido de los hogares con piso de ladrillo con un 17 %, el 15 % con piso de cascote de concreto y las de menor porcentaje corresponde a piso de tierra con el 3 %.

Figura 8. Pisos de viviendas



Fuente. Elaboración propia

5.3.5. Preferencia de medidor y de pago de cuota fija

En la figura ocho, se observa que el 90.0 % de los habitantes en los barrios Carlos Fonseca y Chester Días de la comunidad de Tecolostote del municipio de San Lorenzo Boaco prefieren tener el servicio de agua potable con medidor que estar pagando una cuota fija de más de ciento treinta córdobas netos y el 10.0 % de los habitantes debido a que no tienen los recursos necesarios para cubrir los gastos del servicio con medidor, prefieren continuar pagando la cuota fija.

Figura 9. Preferencia por tener medidor y pago de cuota fija



Fuente. Elaboración propia

5.3.6. Estado de la vivienda

El estado de las viviendas, según los resultados observados en la zona de estudio de la figura diez, el 60 % de la mismas se encuentran en regular estado, un 35 % están en buenas condiciones y solamente el 5 % están en malas condiciones.

Figura 10. Estados de las viviendas



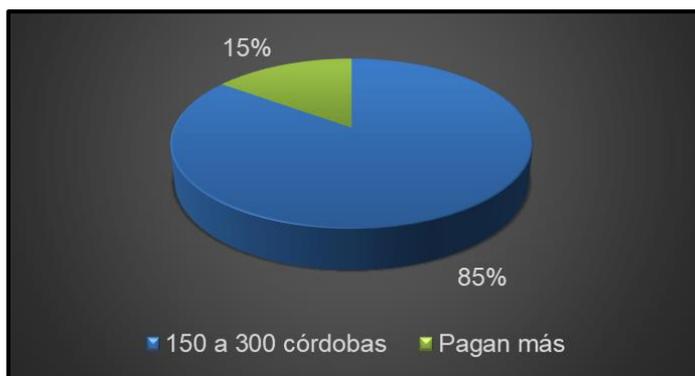
Fuente. Elaboración propia

5.3.7. Situación económica familiar

El ingreso promedio mensual es de C\$ 8,500 a C\$ 11,300 córdobas.

De acuerdo a la información proporcionada sobre el pago de consumo de energía eléctrica el 85 % pagan por el servicio de C\$ 150 a C\$ 300 córdobas y el 15 % pagan más de esos montos debido a las condiciones en sus viviendas y los pequeños negocios que tienen en las mismas.

Figura 11. Pago de servicio de energía eléctrica



Fuente. Elaboración propia

En la figura 12, se observa que el 73 % de los habitantes trabajan dentro del municipio y un 27 % trabajan fuera del municipio.

Figura 12. Trabajan dentro y fuera del municipio

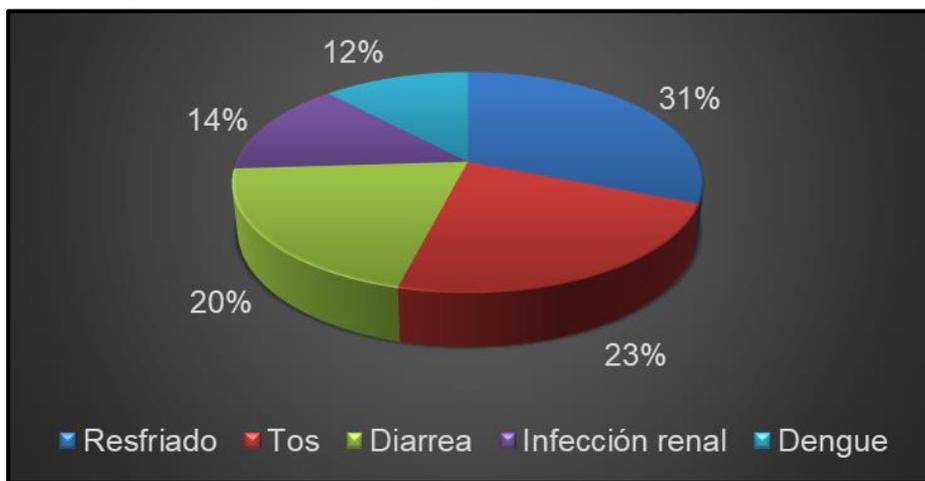


Fuente. Elaboración propia

5.3.8. Situación de salud de la población

En la siguiente figura se observa que con respecto a las enfermedades padecidas entre la población de la zona de estudio en el último año se tiene que un 31 % han padecido de resfriado, el 23 % con tos, seguido de un 20 % con diarrea, el 14 % con infección renal y un 12 % con dengue.

Figura 13. Enfermedades padecidas en el último año



Fuente. Elaboración propia

5.3.9. Manejo de las aguas servidas

El manejo de las aguas servidas, puede tener impacto positivo o negativo en la higiene ambiental de las comunidades o territorios. Según los resultados obtenidos, indican que el 53 % de la población dejan correr el agua, el 17 % la riegan y un 30 % tienen zanja de drenaje.

Figura 14. Manejo de las aguas servidas



Fuente. Elaboración propia

5.3.10. Censo poblacional

En el caso del censo poblacional de los barrios Carlos Fonseca y Chester Días de la comunidad de Tecolostote municipio de San Lorenzo Boaco, será proporcionada por el comité CAPS (Comité de agua potable y saneamiento) el cual se tiene una población de 10224 habitantes distribuidos en 1704 viviendas.

5.3.11. Tasa de crecimiento

Según el INIDE (Instituto Nacional de Información de Desarrollo) del municipio de San Lorenzo Boaco del mes de marzo del año 2008 de la tabla 7 pág.70, la tasa de crecimiento para los períodos 2015-2020 es de 0.8 %, siendo menor que la tasa de crecimiento recomendado por la norma INAA de 2.5 %, por lo tanto, se utilizará una tasa de crecimiento del 2.5 %.

5.3.12. Proyección de la población

En la siguiente tabla se observa la proyección de la población de los barrios Carlos Fonseca y Chester Días de la comunidad Tecolostote, municipio de San Lorenzo Boaco, el cual se calculó aplicando la ecuación 1 y con una tasa de crecimiento del 2.5 % para un período del 2023 al 2046, esto es debido a la expansión poblacional y así garantizar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en la zona del proyecto.

Tabla 4. Cálculo de proyección de población

No	Tiempo del proyecto	Proyección de población
	Año	Habitantes
0	2023	10224
1	2024	10480
2	2025	10742
3	2026	11010
4	2027	11285
5	2028	11568
6	2029	11857
7	2030	12153
8	2031	12457

No	Tiempo del proyecto	Proyección de población
9	2032	12768
10	2033	13088
11	2034	13415
12	2035	13750
13	2036	14094
14	2037	14446
15	2038	14807
16	2039	15178
17	2040	15557
18	2041	15946
19	2042	16345
20	2043	16753
21	2044	17172
22	2045	17601
23	2046	18041

Fuente. Elaboración propia

5.3.13. Verificación de la fuente de abastecimiento de agua potable en calidad y cantidad

En la siguiente figura se observa el análisis bacteriológico de la fuente de abastecimiento de agua potable de la comunidad Tecolostote, municipio de San Lorenzo Boaco.

Figura 15. Informe de ensayo bacteriológicos de aguas



Gobierno de Reconciliación
y Unidad Nacional
El Pueblo, Presidente!



INFORME DE ENSAYO BACTERIOLÓGICOS DE AGUAS

TIPO DE MUESTRA: Agua de consumo PROCEDENCIA: San Lorenzo
 DIRECCION: El Sinchal CLIENTE/RESPONSABLE: Leonel Miranda
 MOTIVO DE ENSAYO: Vigilancia Sanitaria FECHA DE ENTRADA: 30/01/2024

N°	DESCRIPCIÓN	COD ENTRADA	COLIFORME TERMORESISTENTES	VALOR RECOMENDADO COLIFORME TERMORESISTENTES
1	POZO	070 Ag- 24	100 ufc/100 ml	0 ufc/100ml

REFERENCIA; OXFAM-DEL AGUA Water Testing Kit — User's Manual. Version 4.2 Revised 2009, University of Surrey, Guildford, Surrey, GU2 7XH. UK. Este equipo ha sido diseñado conforme a los parámetros establecidos por la Organización Mundial de la Salud, Normas para Análisis de Calidad de Agua.

NOTA: Se da fe únicamente de la muestra analizada Ufc significa unidades formadoras de colonia



Ing. Eduardo José Torrez E.
Analista de salud Ambiental
Vigilancia /Silais Boaco



Lic. Rolando Guerrero
Director de Epidemiología



Gobierno de Reconciliación
y Unidad Nacional
El Pueblo, Presidente!



INFORME DE ENSAYO BACTERIOLÓGICOS DE AGUAS

TIPO DE MUESTRA: Agua de consumo PROCEDENCIA: San Lorenzo
 DIRECCION: El Papaya CLIENTE/RESPONSABLE: Leonel Miranda
 MOTIVO DE ENSAYO: Vigilancia Sanitaria FECHA DE ENTRADA: 30/01/2024

N°	DESCRIPCIÓN	COD ENTRADA	COLIFORME TERMORESISTENTES	VALOR RECOMENDADO COLIFORME TERMORESISTENTES
1	POZO	071 Ag- 23	100 ufc/100 ml	0 ufc/100ml

REFERENCIA; OXFAM-DEL AGUA Water Testing Kit — User's Manual. Version 4.2 Revised 2009, University of Surrey, Guildford, Surrey, GU2 7XH. UK. Este equipo ha sido diseñado conforme a los parámetros establecidos por la Organización Mundial de la Salud, Normas para Análisis de Calidad de Agua.

NOTA: Se da fe únicamente de la muestra analizada Ufc significa unidades formadoras de colonia



Ing. Eduardo José Torrez E.
Analista de salud Ambiental
Vigilancia /Silais Boaco



Lic. Rolando Guerrero
Director de Epidemiología

Fuente. ENACAL central Managua

En la figura anterior muestra que los análisis bacteriológicos en la fuente se encontró presencia de coliformes, el cual se utilizara un sistema de cloración que sea factible para la comunidad en estudio; no obstante ENACAL no realizó análisis físico químico ya que el pozo en análisis anteriores siempre a presentado buena calidad asegurando que no necesita otro tratamiento más que la cloración.

5.3.14. Levantamiento topográfico de todos los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable

Para el levantamiento topográfico se utilizó datos proporcionado por la alcaldía de Alcaldía de San Lorenzo como es la planimetría y la altimetría del proyecto el cual en las siguientes tablas se observan la longitud total de la red de distribución de 11,462 incluyendo la línea de conducción.

5.4 Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable

5.4.1 Variaciones de consumo

Se realizó el análisis de variaciones de consumo en base a lo establecido por la normativa, considerando un 20% de perdidas volumétricas, así como también los factores de mayores amientos para el consumo de máxima hora y máximo día.

Tabla 5. Proyección de población y variaciones de consumo

Año	Población	Dot. total	cpd(lps)	hf	cpdt	cmd(k)	cmh
						1.5	2.5
						cmd	cmh
2026	11010	114	14.5	2.91	17.43	24.70	39.22
2031	12457	114	16.4	3.29	19.72	27.94	44.38
2036	14094	114	18.6	3.72	22.32	31.61	50.21
2041	15946	114	21.0	4.21	25.25	35.77	56.81
2046	18041	114	23.8	4.76	28.57	40.47	64.27

Fuente. Elaboración propia

La tabla ocho presenta la proyección de la población durante un periodo de diseño de 20 años. Según los datos obtenidos, la población total fue de 18,041 habitantes, con una tasa de crecimiento del 2.5%.

Además, se determinó el caudal máximo del día (cmd), que alcanzó los 40.47 L/s. Este cálculo se realizó considerando una dotación total de 114 Lppd. Esto se debe a que la normativa en el inciso 6.2.1.3 (Población rural concentrada), establece una dotación de 100 Lppd para el caso de conexiones domiciliarias que tengan sistema de saneamiento con arrastre hidráulico.

Poblaciones mayores a 5000 habitantes, más las dotaciones especiales que equivalen al 14% de la dotación total. Estos datos fueron de vital importancia para el diseño de la línea de conducción.

Por otro lado, se tuvo en cuenta el caudal máximo de la hora (cmh) para el diseño de la red. En este caso, se obtuvo un valor de 64.27 L/s.

5.4.2 Diseño hidráulico del sistema

5.4.3. Diseño de la columna de bombeo

Para diseñar la columna de bombeo se utilizará el consumo máximo diario (CMD) de 40.47 L/s.

5.4.4. Cálculo de pérdidas en la columna de succión

Para este cálculo se utilizó las ecuaciones 9 y 10 y los valores de las tablas 6 y 7.

Tabla 6. Condiciones del pozo

Descripción	Cantidad	U/M
Profundidad del Nivel estático del agua (NEA)	20.50	m
Variaciones estacionales	6.096	m
Abatimiento por bombeo	12.192	m
Sumergencia	6.096	m
Tiempo de bombeo	16	horas
Profundidad de la bomba	38.80	m

Fuente. Elaboración propia en base la Institución Enacal San Lorenzo Boaco

Tabla 7. Pérdidas locales en los accesorios de la sarta de 8"

Accesorios	Cantidad	Longitud equivalente (m)	Total (m)
Codo 90 mediano	1.0	2.8	2.8
Válvula de compuerta, vc liviano	1.0	0.7	0.7
Válvula de retención, vr liviano	1.0	6.4	6.4
Tee paso directo	1.0	2.1	2.1
Medidor	1.0	10.0	10.0
Codo 90g de radio corto	1.0	3.4	3.4
Codo 45g	1.0	1.5	1.5
Salida de tubería	1.0	3.2	3.2

Fuente. fagro.edu.uy (2015)

$$L_c = NB + \text{Sumergencia}$$

Nivel más bajo del agua durante el bombeo

De la tabla seis se tiene lo siguiente:

Profundidad del Nivel estático del agua (NEA): 20.50 m

Variaciones estacionales: 6.096 m

Abatimiento por bombeo: 12.192 m

NB:38.80

Longitud de columna de bombeo (Lc)

De la tabla seis se obtiene el nivel mínimo de bombeo del pozo sumándole la sumergencia de la bomba equivalente a seis metros teniendo un total de columna de bombeo de 44.80 m.

Pérdida de la columna dentro del pozo

Para calcular las pérdidas en la columna dentro del pozo se utilizó la ecuación de Hazem – Williams.

$$h_f \text{ descarga} = 10.674 \left(\frac{0.04047}{130} \right)^{1.852} \times \frac{44.80m}{0.2016^{4.87}} = 0.37m$$

Porcentaje de pérdida: 5.00 %

Lc: 44.80 m

$$h_f \text{ Columna} = 5 \% L_C$$

$$h_f \text{ Columna} = 5 \% \times 44.80 \text{ m} = 2.24 \text{ m}$$

Considerando la normativa que establece que las pérdidas de carga no deben exceder el 5% de la longitud total de la columna de bombeo (2.24 m), se llevó a cabo el cálculo de la carga total dinámica utilizando el valor de las pérdidas de carga de 0.37 m. Este enfoque asegura un margen adecuado en el cálculo de la potencia de la bomba.

Para el cálculo en las pérdidas locales en los accesorios, se utilizaron las longitudes equivalentes de columna 3 de la tabla 7.

Para el cálculo de las pérdidas en la descarga se aplicó la siguiente ecuación:

$$h_f \text{ descarga} = 10.674 \left(\frac{Q}{C} \right)^{1.852} \times \frac{L}{D^{4.87}}$$

En la longitud L, se tiene la línea de conducción de 700.0 metros y 30.10 metros de longitudes equivalentes en los accesorios para el cálculo de perdidas en la línea de conducción.

El caudal de diseño en la línea de conducción es el caudal de máximo diario de 40.47 lps (0.04047 m³/s) con un diámetro de tubería de 8 plg (0.20 m).

$$h_f \text{ descarga} = 10.674 \left(\frac{0.04047 \text{ m}^3/\text{s}}{150} \right)^{1.852} \times \frac{(700.0 \text{ m} + 30.10 \text{ m})}{(0.20 \text{ m})^{4.87}}$$

$$h_f \text{ descarga} = 10.674 \left(\frac{0.04047 \text{ m}^3/\text{s}}{150} \right)^{1.852} \times \frac{(730.10 \text{ m})}{(0.20 \text{ m})^{4.87}}$$

$$h_{f \text{ descarga}} = 4.66 \text{ m}$$

Cálculo de la carga estática

Para el cálculo de la carga estática se tomaron en consideración el nivel de rebose del tanque y el nivel mínimo de bombeo.

$$N_{\text{rebose del tanque}} = N_{\text{terreno}} + H_{\text{tanque}}$$

$$N_{\text{rebose del tanque}} = 154.97 + 12.13 \text{ m}$$

$$N_{\text{rebose del tanque}} = 167.10\text{m}$$

La determinación de la carga estática se basa en el valor de la profundidad de la bomba, que en este caso es de 44.80. Para calcular la carga estática, se resta este valor al nivel de rebose del tanque (167.10m), lo que resulta en una carga estática de 122.31 m.

Cálculo de la carga total dinámica

Para el cálculo de la carga total dinámica se aplicó la ecuación 21.

$$CTD = H_{ST} + \sum h$$

$$h_{f \text{ Columna}} : 0.374 \text{ m}$$

$$h_{f \text{ descarga}} : 4.66 \text{ m}$$

$$CTD = 122.31 + 0.374 + 4.66\text{m}$$

$$CTD = 127.34 \text{ m}$$

Dimensionamiento del pozo

Primeramente, se analizó el caudal de bombeo que se extraerá del pozo. El cálculo para el cálculo del caudal de bombeo es el siguiente:

$$Qb = \frac{24}{16} * 23.8\text{Lps} + 4.766 \text{ Lps}$$

$$Qb = 40.47 \text{ Lps}$$

Dónde:

Q_b : caudal de bombeo (lps)

CPD: consumo promedio diario (lps)

h_f : pérdidas de caudal en lps.

t_b : tiempo de bombeo en horas.

Diámetro de tazones

$$\emptyset \text{ tazon} = \sqrt{Q_b} + 1''$$

$$\emptyset \text{ tazon} = \sqrt{40.47} + 1'' = 7.36'' \approx 8''$$

Diámetro de ademe

$$\emptyset \text{ ademe} = \emptyset \text{ tazon} + 3''$$

$$\emptyset \text{ ademe} = 8+3''=11'' = 12''$$

Según el catálogo de ademe del fabricante Geo mega se utilizará un ademe de 12'' para la perforación del pozo con las siguientes características.

Figura 16. Ademes comerciales de Geo mega

DIMENSIONES DE LAS TUBERÍAS DE ADEME GEOMEGA.						
Tipo	DN - Diámetro nominal (mm)	Longitud del tramo, en (m)	Longitud útil, en (m)	Opción de Ranura *	% área de captación Ranura - 1 mm	% área de captación Ranura - 2 mm
Geo 100	200	5.75	5.58	1.00 y 2.00	8.00	10.00
	250	5.75	5.58	1.00 y 2.00	8.00	10.00
	315	5.75	5.50	1.00 y 2.00	8.00	10.00
	355	5.75	5.50	1.00 y 2.00	8.00	10.00

Fuente. Recuperado de catalogo Geo mega, pag 3.

Diámetro de perforación

$$\emptyset \text{ perf.} = \emptyset \text{ ademe} + \text{sello}$$

$$\emptyset \text{ perf.} = 12+6 = 18''$$

4.4.5. Línea de conducción por bombeo

4.4.5.1. Caudal de bombeo

El caudal de bombeo para la línea de conducción es de 40.47 L/s, que es el mismo valor tanto para el caudal de máximo día como para el caudal de diseño para el período de 2026-2046. Esto se debe a que la relación entre las 24 horas y las 16 horas de bombeo resulta en el factor de consumo de máximo día, el cual se utiliza para ese período de diseño específico.

Tabla 8. Selección del diámetro más económico

Fuente. Elaboración propia

4.4.5.2. Diámetro de la línea de conducción

Diámetro (Pulg)	Longitud (m)	Perdidas (m)	CTD(m)	Pot.Hid (hp)	Pot.Elect (hp)	Costo Anual de Energía	Valor presente	Costo Anual de tubería	Costo Anual Equivalente
6	700	1.973	115.04	2.0	2.14	614581.0331	29000.0	609.4945267	615190.5277
8	700	5.571	107.34	2.0	2.14	504327.3546	17500.0	367.7984213	504695.153
10	700	0.17	104.7	2.0	2.14	480934.1262	7300.0	153.4244843	481087.5507

Para el cálculo preliminar del diámetro económico se usó la fórmula siguiente: con $K = 0.9$ y $n = 0.45$.

$$D = 0.9 (0.04047)^{0.45}$$

$$D = 0.2016\text{m (8 pulgadas)}$$

La línea de conducción tiene una longitud de 700.0 metros con un diámetro de tubería de 8.0 plg (0.20 m) el cual se tendrá menos pérdidas y una velocidad en el rango permisible según la norma NTON 09 007-19, además este tendrá un costo anual equivalente de 504,327.3546.

4.4.5.3. Análisis de diámetro económico

Se llevó a cabo un análisis para determinar el diámetro más económico de la línea de conducción, considerando un costo de energía de 1.76 C\$/Kw-hra. Se consideraron diferentes diámetros: 6, 8 y 10 pulgadas, siendo el diámetro calculado de 8 pulgadas, así como también se consideraron los precios de instalación de las tuberías resultando que la de ocho pulgadas es la tubería más viable a instalar.

Sin embargo, al analizar el costo anual equivalente, se determinó que el diámetro más conveniente es de ocho pulgadas.

4.4.5.4. Cálculo de potencia de la bomba

Aplicando la ecuación 15, se obtiene el resultado del cálculo de la potencia de la bomba con un caudal de bombeo de 40.47 lps, carga total dinámica de 127.34m y una eficiencia de la bomba del 60.0 %.

$$P_B = \frac{\gamma \times Q_B \times CTD}{75 \times E} = \frac{(9810) \times \left(40.47 \text{ lps} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ lt}}\right) \times (127.34 \text{ m})}{75 \times 0.60} = 1,123.45 \text{ watts}$$

4.4.5.5. Cálculo de potencia del motor

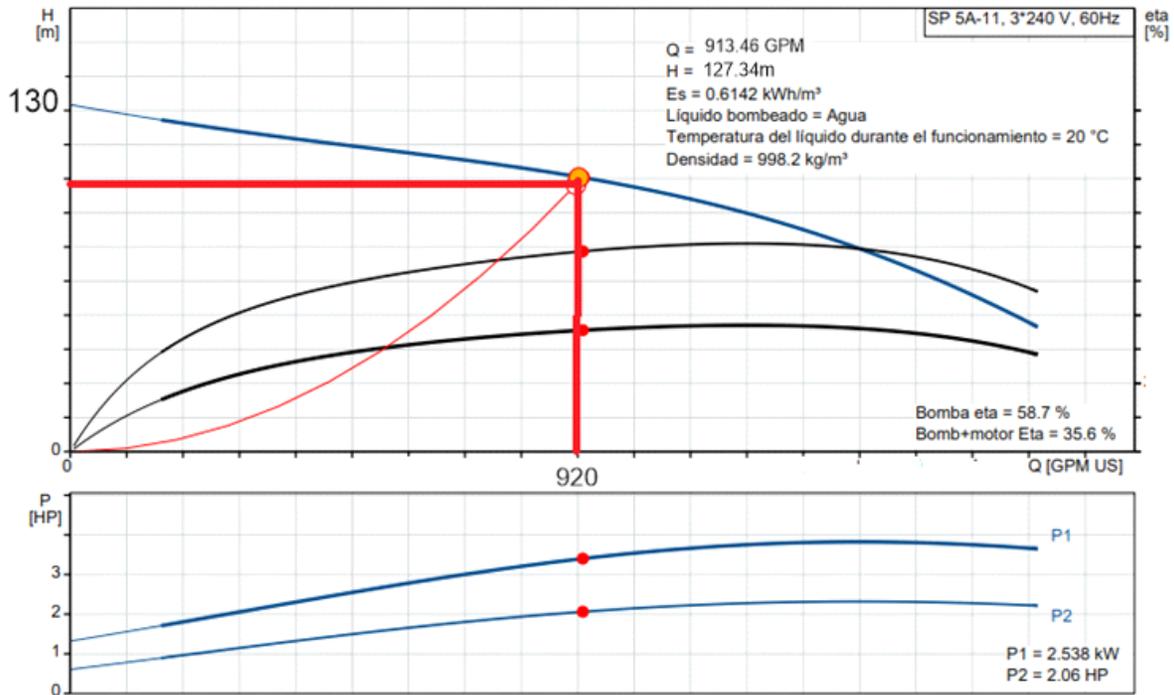
Para obtener el cálculo de la potencia del motor se aplicó la ecuación 16.

$$P_{Motor} = 1.15 \times (P_B)$$

$$P_{Motor} = 1.15 \times (1,123.45 \text{ watt}) = 1291.97 \text{ watts}$$

De acuerdo al resultado del cálculo de la bomba, se revisó si la seleccionada se encuentra dentro de los parámetros de fabricantes de bombas en base al caudal y carga total dinámica, se obtuvo como resultado lo reflejado en la línea roja de la figura 17, lo que indica que una bomba de 2.0HP de potencia puede vencer hasta 130.0m de carga, resultado que es aceptable ya que los valores calculados para carga total dinámica son de 127.34m.

Figura 17. Bomba seleccionada SP 5A-11, de marca Franklin Electric



Fuente. Elaboración propia, retomado de catálogo de bombas de la marca Franklin electric

4.4.6. Golpe de ariete

Para el cálculo del golpe de ariete en la línea de conducción se obtiene aplicando la ecuación de Formula de Allievi.

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + k \times \frac{D}{e}}}$$

Donde el valor de K se determina $10^{10}/Et$, donde Et es el módulo de elasticidad de la tubería, pero Allievi también establece que si la tubería es indeformable se considera un valor de $a = 1,425$ m/s.

Para el cálculo de la sobre presión se utilizó la siguiente ecuación.

$$\Delta H = \frac{0.4 \text{ m/s} \times 1425 \text{ m/s}}{9.81 \text{ m/s}^2} + 110.25 \text{ m}$$

$$\Delta H = 168.35 \times 80\% = 134.68 \text{ m}$$

Para la línea de conducción se utilizó tubería PVC cedula 17, según el fabricante Durman la presión nominal de trabajo a una temperatura de 23 °C es de 250 PSI equivalente a 250 PSI x 1 PSI/0.704 mca = 176 mca.

La sobre presión es de 134.68 < 176 mca ok, esto indica que la tubería PVC SDR 17 en la línea de conducción es adecuada.

4.5. Tanque de Almacenamiento

4.5.1. Capacidad Mínima

Se considero el inciso b de la normativa en el cual establece que; el volumen compensador. Debe compensar las variaciones horarias del consumo. En este caso se debe almacenar para:

Poblaciones menores de 20,000 habitantes, fue necesario determinar este volumen en base al estudio y análisis de las curvas acumuladas (masas) de consumo y de producción, del sistema de agua de la localidad existente o de una similar.

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

La reserva para incendio se hizo con un almacenamiento de 2 horas de acuerdo a la demanda de agua para incendio puesto que la población es mayor a 15,000 habitantes, se tomarán dos tomas de 16 L/s por cada toma.

Tabla 9. Caudales para incendios

Rango de población		Rango de Caudales [L/s]		Caudales en L/s por toma
de	a	de	a	
0	5000	No se considera		
5001	10000	5	13	1 toma de 10
10001	15000	13	22	1 toma de 16
15001	20000	22	35	2 tomas de 16 c/u

Fuente. Retomado de NTON 09 007 – 19

4.5.2. Capacidad de almacenamiento

Se calculó el volumen compensador necesario para compensar las variaciones horarias del consumo. Según la normativa, para poblaciones menores de 20,000 habitantes.

$$V_{\text{tanque}} = 25V_{\text{compensación}} + 15\% \text{ Cpd} + 20\% \text{ Cpd} + V_{\text{contra incendio}}$$

Entonces el volumen total es:

$$V_{\text{tanque}} = ((0.25 * 23.8 \text{ L/s}) + (0.15 * 23.8 \text{ L/s}) + 4.76 \text{ L/s} + V_{\text{contra incendio}}) / 1000 * 86400$$

$$V_{\text{tanque}} = 1233.795 \text{ m}^3$$

Según la norma técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización de agua para el rango de población que tenemos el volumen de incendio = 2 toma lo que equivale a 32 L/seg, el cálculo del volumen contra incendio se realizó de la siguiente manera.

$$V_c = 32 \text{ L/s} * (7,200 \text{ s}) / 1000 \text{ L} = 230.4 \text{ m}^3$$

El cálculo del volumen del tanque se calculó de la siguiente manera:

$$V_{\text{tanque}} = 1233.795 \text{ m}^3 + 230.4 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{tanque}} = 1,464.192 \text{ m}^3$$

Considerando que el consumo promedio diario es de 23.8 L/s, el volumen requerido para el almacenamiento es de 1,464.192 m³.

4.5.3. Diseño del tanque

Para el dimensionamiento del tanque se tomó como propuesta un tanque de forma circular tomando en cuenta que D=H de la siguiente formula se hace la demostración matemática para encontrar el diámetro y la altura del tanque.

$$\text{Volumen} = \frac{\pi}{4} \times D^2 H$$

Como D=H entonces

$$\text{Volumen} = \frac{\pi}{4} \times (H^2 \times H)$$

$$\text{Volumen} = \frac{\pi}{4} \times H^3$$

Haciendo el despeje de H nos queda.

$$H = \sqrt[3]{\frac{4V}{\pi}}$$

Sustituyendo valores.

$$H = \sqrt[3]{\frac{4 \times 1,464.192 \text{ m}^3}{\pi}} = 12.30\text{m}$$

Se consideró la construcción de un solo tanque con una capacidad de 1,464.192m³ dadas las características topográficas del área del barrio de diseño y en base al diseño hidráulico del sistema, para cumplir con los criterios de presión en la red de distribución se consideró un tanque con una altura de 12.3 m un diámetro de 12.3m

4.6. Modelado de la red de distribución

En la conformación de la estructura física del modelo hidráulico del Sistema proyectado, se utilizó la aplicación hidráulica computarizada EPANET. En su elaboración se utilizó la información obtenida de los diferentes estudios de campo realizados, tales como:

- Levantamientos topográficos del barrio.
- Longitud de línea de conducción fuente-tanque-red y longitud de la red de distribución (tubería principal).
- El esquema de estructuración física se introdujo en la aplicación EPANET, la que se alimentó, además, con los datos relativos a:
- Las características de los elementos que constituyen los componentes del Sistema, incluyendo la geometría del Tanque de Almacenamiento (tanque circular), la Línea

de Conducción por bombeo y la red de distribución.

- Los nodos de la red de distribución con su elevación y la demanda aplicada en ellos, así como las longitudes, diámetros y material de los tramos de tubería entre Nodos.

4.6.1. Datos de Entrada en los Nodos

Caudal estimado a partir de la demanda de las viviendas que contribuyen al Nodo, bajo el concepto de longitudes tributarias, este método consiste en extraer la directriz en cada nodo sumando las distancias y multiplicándolo por el caudal unitario para mayor comprensión se presenta la fórmula para encontrar el caudal unitario y el caudal de demanda base. Los valores de los caudales concentrados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 10. Datos de caudales concentrados en los nodos de la red

ID	Cota	Demanda Base
	m	LPS
n1	96.67	0.55
n2	96.67	0.79
n3	81.28	1.10
n4	85.05	0.68
n5	88.46	0.79
n6	89.98	0.79
n7	81.07	1.14
n8	83.88	0.65
n9	93.64	0.56
n10	89.77	0.88
n11	85.00	0.87
n12	89.54	1.28
n14	81.28	0.87
n15	94.18	0.54
n16	88.58	1.00
n17	95.35	1.67
n18	94.6	0.45
n19	89.36	0.82
n20	99.07	1.09
n21	84.93	1.66
n23	84.95	1.01
n24	84.93	8.12
n25	77.76	4.39
n26	73.2	3.53

ID	Cota	Demanda Base
	m	LPS
n27	85	1.08
n29	93.44	0.81
n31	97.65	0.40
n34	81.18	2.81
n35	86.17	1.95
n36	91.75	0.73
n37	97.65	2.13
n38	89.13	0.68
n39	75.06	0.68
n42	111.09	0.99
n43	84.01	0.68
n45	88.54	3.27
n46	65	6.90
n47	54.79	5.52
Fuente	91.44	0.00
n49	133.1	0.43
	Suma =	64.27

Fuente. Elaboración propia

4.6.2. Datos de Entrada de las Tuberías

Para los datos de entrada de las tuberías se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones.

Longitud de tubería en un tramo entre dos nodos consecutivos, conforme datos de levantamiento topográfico realizado en el barrio.

Diámetro de la tubería en un tramo entre dos nodos consecutivos.

Coefficiente de rugosidad de la tubería adoptada, el que es definido por la fórmula de cálculo utilizada para estimar las pérdidas por fricción. Para este caso se seleccionó la ecuación de Hazen-Williams, en la que el valor de la Rugosidad para tubería de PVC nueva es de 140 para todo el sistema.

Tabla 11. Datos de entrada en la red

Tuberías	Longitud	Diámetro	Rugosidad
	m	mm	
T-1	59.03	160.04	150
T-2	86.3	50.8	150
T-3	101.3	160.04	150
T-5	114.3	50.8	150
T-6	74.63	50.8	150
T-7	103.8	50.8	150
T-8	119.1	50.8	150
T-9	114.5	50.8	150
T-11	94.17	50.8	150
T-12	78.46	50.8	150
T-13	137.4	50.8	150
T-14	41.72	50.8	150
T-15	151.2	50.8	150
T-16	120.7	160.04	150
T-18	151.4	50.8	150
T-19	1130	152.4	150
T-20	1190	203.2	150
T-21	96.22	160.04	150
T-22	58.17	203.2	150
T-27	99.51	203.2	150
T-28	157.8	101.6	150
T-29	111.6	160.04	150
T-32	655.6	50.8	150
T-33	676.8	203.2	150
T-34	253.5	101.6	150
T-35	106.8	203.2	150
T-36	189.7	50.8	150
T-37	412.8	152.4	150
T-38	140.9	50.8	150
T-39	183	203.2	150
T-40	143.8	50.8	150
T-44	58.58	300	150
T-45	84.08	160.04	150
T-46	85.3	160.04	150
T-47	346.5	300	150
T-48	177.79	160.04	150
T-49	1977	300	150
T-51	58.44	101.6	150
T-53	246.3	203.2	150
T-43	25.89	160.04	150

Tuberías	Longitud	Diámetro	Rugosidad
	m	mm	
T-4	85.52	160.04	150
T-10	76.96	50.8	150
T-58	39.2	101.6	150
T-56	153.94	160.04	150
T-54	97.52	203.2	150
T-59	63.62	203.2	150
T-55	88.25	50.8	150
Tubería red	235.67	203.3	150
Tubería Conducción	715.78	203.2	150

Fuente. Elaboración propia

La tabla 15 presenta los diámetros de 2, 4, 6 y 8 pulgadas respectivamente. Los correspondientes valores de longitud para diámetros de ocho pulgadas son de 2,723.0m, para diámetros de seis pulgadas son de 4,969 m, para diámetros de cuatro pulgadas son de 508.0 m y para diámetros de dos pulgadas son de 2,562 m.

4.6.3. Resultados del Análisis Hidráulico de presión

La tabla número 12 muestra los resultados de la modelación hidráulica, que incluyen la demanda base para cada nodo y las presiones resultantes. Estas presiones oscilan entre 18mca y 70mca, lo cual cumple con los requisitos establecidos en la normativa, que permite una presión máxima de 70mca en el nodo más lejano de la red.

Tabla 12. Presiones en los nodos

ID Nudo	Cota	Demanda Base	Presión
	m	LPS	m
Conexión n49	133.1	0.55	59.85
Conexión fuente	91.44	0.79	60.43
Conexión n47	54.79	1.1	74.85
Conexión n46	65	0.68	71.34
Conexión n45	88.54	0.79	67.85
Conexión n44	88.54	0.79	55.04
Conexión n43	84.01	1.14	52.15
Conexión n42	111.09	0.65	43.38
Conexión n40	89.98	0.56	46.71
Conexión n39	75.06	0.88	51.57
Conexión n38	89.13	0.87	49.48

ID Nudo	Cota	Demanda Base	Presión
	m	LPS	m
Conexión n37	97.65	1.28	66.31
Conexión n36	91.75	0.76	51.76
Conexión n35	86.17	0.54	43.67
Conexión n34	81.18	1	55.53
Conexión n31	97.65	1.67	53.81
Conexión n29	93.44	0.45	66.88
Conexión n27	85	0.82	57.64
Conexión n26	73.2	1.09	66.95
Conexión n25	77.76	1.66	58.39
Conexión n24	84.93	1.01	64.05
Conexión n23	77.76	8.12	66.94
Conexión n21	84.93	4.39	75.64
Conexión n20	99.07	3.53	71.06
Conexión n19	89.38	1.08	62.89
Conexión n18	94.6	0.81	56.53
Conexión n17	95.35	0.4	74.65
Conexión n16	95.35	2.81	41.56
Conexión n15	88.58	1.95	63.96
Conexión n14	81.28	0.73	57.45
Conexión n12	89.54	2.13	58.97
Conexión n11	85	0.68	72.6
Conexión n10	89.77	0.68	66.46
Conexión n9	93.64	0.99	45.21
Conexión n8	83.88	0.68	72.18
Conexión n7	81.07	3.27	67.63
Conexión n5	88.46	6.9	67.63
Conexión n4	85.05	5.52	79.69
Conexión n3	81.28	0	89.9
Conexión n2	96.67	0.43	79.43
Conexión n1	96.67	0.49	22.96
Embalse Pozo	52.66	No Disponible	0
Depósito Tanque	154.97	No Disponible	6

Fuente. Elaboración propia, resultados de la modelación

4.6.4. Análisis de demanda cero

El análisis en cero consumos se realizó debido a las alta presiones que surgen a la hora que el sistema no se está consumiendo agua y garantizar el diseño de abastecimiento de agua

potable a continuación se describen los resultados obtenidos en el análisis con el Software EPANET.

Tabla 13. Análisis de presión residual

ID	Cota	Demanda	Presión	Presión residual
Nudo	m	LPS	m	m
n1	96.67	0	64.3	7.97
n2	96.67	0	64.3	7.11
n3	81.28	0	79.69	9.02
n4	85.05	0	75.92	8.04
n5	88.46	0	72.51	8.69
n6	81.07	0	79.9	45.49
n7	83.88	0	77.09	45.52
n8	93.64	0	67.33	44.17
n9	89.77	0	71.2	45.14
n10	85	0	75.97	44.92
n11	89.54	0	71.43	40.84
n12	81.28	0	79.69	23.87
n14	88.58	0	72.39	37.82
n15	95.35	0	65.62	40.82
n16	95.35	0	65.62	17.96
n17	94.6	0	66.37	18.38
n18	89.38	0	71.59	8.93
n19	99.07	0	61.9	7.97
n20	84.93	0	76.04	23.18
n21	77.76	0	83.21	44.83
n23	84.93	0	76.04	35.56
n24	77.76	0	83.21	48.79
n25	73.2	0	87.77	35.73
n26	85	0	75.97	9.44
n27	93.44	0	67.53	8.67

ID	Cota	Demanda	Presión	Presión residual
Nudo	m	LPS	m	m
n29	97.65	0	63.32	12.47
n31	81.18	0	79.79	9.62
n34	86.17	0	74.8	36.99
n35	91.75	0	69.22	9.83
n36	97.65	0	63.32	11.01
n37	89.13	0	71.84	25.08
n38	75.06	0	85.91	25.92
n39	89.98	0	70.99	8.01
n42	111.09	0	49.88	8.06
n43	84.01	0	76.96	8.08
n45	88.54	0	72.43	8.09
n46	88.54	0	72.43	8.09
n47	65	0	95.97	48.88
Fuente	54.79	0	106.18	49.01
n49	91.44	0	79.54	0
n1	133.1	0	27.87	9.44
n2	52.66	0	0	0

Fuente. Elaboración propia

Se llevó a cabo un análisis de la red con demanda cero con el fin de determinar la presión residual dentro del sistema propuesto. Según muestra la tabla 13, las presiones residuales varían entre un mínimo de 8.01mca y un máximo de 49.01 mca. Esto indica que, en estas condiciones, la red siempre se encuentra en óptimas condiciones de acuerdo a las normativas vigentes.

4.6.5. Resultados del Análisis Hidráulico de caudales y velocidades

La tabla 14 presenta los resultados de los análisis realizados en los tramos de la red. En la mayoría de los casos, se observa que las velocidades se encuentran por encima del valor mínimo requerido de 0.6m/s. Sin embargo, también se identifican algunos casos en los que

las velocidades son inferiores a este límite la cual es 0.6m/s.

Para solucionar esta situación, se recomienda la instalación de válvulas de limpieza en los puntos más bajos de la red. Estas válvulas permitirán aumentar la velocidad del flujo de agua y garantizar que cumpla con los requisitos establecidos.

Es importante destacar que la velocidad máxima encontrada fue de 5.38m/s, lo cual se encuentra dentro de los límites aceptables y no representa un problema para el funcionamiento de la red. Los valores negativos en la tabla 14 indican el sentido anti horario de las manecillas del reloj. Esto se debe al método de Hardy Cross utilizado por EPANET para realizar las modelaciones hidráulicas.

Tabla 14. Resultados de caudales y velocidades en la red

ID Línea	Longitud	Diámetro	Caudal	Vel.
	m	mm	LPS	m/s
T-1	59.03	160.04	-32.06	1.59
T-2	86.3	50.8	-1.37	0.68
T-3	101.3	160.04	-21.74	1.08
T-5	114.3	50.8	0.18	0.09
T-6	74.63	50.8	1.48	0.73
T-7	103.8	50.8	0.74	0.36
T-8	119.1	50.8	0.52	0.26
T-9	114.5	50.8	2.28	1.12
T-11	94.17	50.8	2.83	1.39
T-12	78.46	50.8	1.08	0.53
T-13	137.4	50.8	4.48	2.21
T-14	41.72	50.8	3.72	1.83
T-15	151.2	50.8	0.64	0.32
T-16	120.7	160.04	-23.09	1.15
T-18	253.5	101.6	1.54	23.31

ID Línea	Longitud	Diámetro	Caudal	Vel.
	m	mm	LPS	m/s
T-19	676.8	203.2	-25.84	1.28
T-20	655.6	50.8	-0.67	0.33
T-21	111.6	160.04	-11.43	0.57
T-22	157.8	101.6	0.32	0.16
T-27	99.51	203.2	1.08	0.53
T-28	58.17	203.2	0.82	0.41
T-29	96.22	160.04	0.31	0.15
T-32	1190	203.2	1.73	0.85
T-33	1130.17	152.4	2.14	1.06
T-34	151.4	50.8	0.96	0.47
T-35	120.7	160.04	3.14	1.55
T-36	151.2	50.8	2.38	1.18
T-37	41.72	50.8	1.67	0.82
T-38	137.4	50.8	-15.35	0.76
T-39	78.46	50.8	1.81	0.89
T-40	94.17	50.8	13.64	0.75
T-44	114.5	50.8	4.39	0.14
T-45	119.1	50.8	16.17	0.8
T-46	103.8	50.8	-26.96	0.83
T-47	74.63	50.8	18.93	0.58
T-48	114.3	50.8	11.8	1.46
T-49	101.3	160.04	-21.44	1.07
T-51	86.3	50.8	2.81	1.39
T-53	59.03	160.04	13.34	0.41
T-43	715.78	203.2	9.13	1.13
T-4	235.67	203.3	15.29	0.47
T-10	88.25	50.8	0.15	0.07
T-58	63.62	203.2	-19.04	1.04

ID Línea	Longitud	Diámetro	Caudal	Vel.
	m	mm	LPS	m/s
T-56	97.52	203.2	0.68	0.34
T-54	153.94	160.04	18.5	0.57
T-59	39.2	101.6	0.03	0.02
T-55	76.96	50.8	4.47	0.55
Tubería red	85.52	160.04	3.79	0.19
Tubería Conducción	25.89	160.04	0.52	0.03

Nota. Elaboración propia

4.6.6. Cloración del agua

La cloración del agua para el sistema de abastecimiento de agua potable se hizo por medio de un hipo clorador a gravedad, debido a que es un sistema económico y su mantenimiento no tiene mucho costo ya que se puede capacitar al que va estar a cargo del mantenimiento del sistema de agua potable, según el que disponga el CAPS (Comité de agua potable y saneamiento) de la comunidad en estudio.

Para asegurar un óptimo funcionamiento del sistema propuesto (Fuente-Tanque-Red), también se realizó un análisis del modelo de cloración utilizado, el cual establece una concentración inicial de cloro de 2 mg/L. Según los datos presentados en la tabla 15, se observa que la única tubería que no cumple con esta concentración es la T-49, presentando un valor de 0.33 mg/L. Esta discrepancia se debe a que el sistema se encuentra en su máximo de demanda, ya que los usuarios no utilizan el servicio de agua potable simultáneamente. Sin embargo, es importante destacar que este valor aumentará conforme los usuarios utilicen el sistema en horarios distintos.

Tabla 15. Análisis de cloro en la red

ID	Longitud	Diámetro	Caudal	Cloro
	m	mm	LPS	mg/L
T-1	59.03	160.04	-25.84	1.45
T-2	86.3	50.8	-0.67	1.46
T-3	101.3	160.04	-11.43	1.45
T-5	114.3	50.8	0.32	1.47
T-6	74.63	50.8	1.08	1.46
T-7	103.8	50.8	0.82	1.46
T-8	119.1	50.8	0.31	1.46
T-9	114.5	50.8	1.73	1.48
T-11	94.17	50.8	2.14	1.48
T-12	78.46	50.8	0.96	1.46
T-13	137.4	50.8	3.14	1.48
T-14	41.72	50.8	2.38	1.48
T-15	151.2	50.8	1.67	1.48
T-16	120.7	160.04	-15.35	1.45
T-18	151.4	50.8	1.81	1.48
T-19	1130.17	152.4	13.64	1.47
T-20	1190	203.2	4.39	1.04
T-21	96.22	160.04	16.17	1.45
T-22	58.17	203.2	-26.96	1.46
T-27	99.51	203.2	18.93	1.46
T-28	157.8	101.6	11.8	1.47
T-29	111.6	160.04	-21.44	1.45
T-32	655.6	50.8	2.81	1.46
T-33	676.8	203.2	13.34	1.47
T-34	253.5	101.6	9.13	1.48
T-35	106.8	203.2	15.29	1.46
T-36	189.7	50.8	0.15	1.49
T-37	412.8	152.4	-19.04	1.46
T-38	140.9	50.8	0.68	1.46
T-39	183	203.2	18.5	1.46
T-40	143.8	50.8	0.03	1.49
T-44	58.58	101.8	4.47	1.46
T-45	84.08	160.04	3.79	1.47
T-46	85.3	160.04	0.52	1.48
T-47	346.54	300	-25.84	1.48
T-48	177.79	160.04	-0.67	1.47

ID	Longitud	Diámetro	Caudal	Cloro
	m	mm	LPS	mg/L
T-49	1977	300	-11.43	0.31
T-51	58.44	101.6	0.32	1.46
T-53	246.26	203.2	1.08	0.54
T-43	25.89	160.04	0.82	1.45
T-4	85.52	160.04	0.31	1.46
T-10	76.96	50.8	1.73	1.48
T-58	39.2	101.6	2.14	1.47
T-56	153.94	160.04	0.96	1.46
T-54	97.52	203.2	3.14	1.45
T-59	63.62	203.2	2.38	1.45
T-55	88.25	50.8	1.67	1.46

Fuente. Elaboración propia

4.7. Costo y presupuesto del proyecto

El costo de inversión para la ejecución del proyecto de agua potable para los barrios Carlos Fonseca y Chester Días, comunidad Tecolostote, municipio de San Lorenzo Boaco es de C\$ 34,456,817.53

4.7.1. Análisis del presupuesto

4.7.2. Costos incurridos o de inversión

Todos los costos de inversión de este proyecto de agua potable se realizaron con la ayuda del Software Excel para mayor facilidad de cálculo de estos mismos.

4.7.3. Costo unitario

Para el cálculo de costos unitarios de cada actividad de obra a realizar en el proyecto, se utilizó las guías de costos actualizadas del nuevo FISE.

4.7.4. Costo directo

Para obtener el resultado de los costos directos se multiplico las cantidades de obras de cada actividad del proyecto por el costo unitario de la misma.

4.7.5. Costos indirectos

Para los costos indirectos se tomó en cuenta la mano de obra local en la zona de estudio del proyecto y la renta de acarreo de transporte.

4.7.6. Costos fijos

En los costos fijos del proyecto son todos los equipos, transporte y mano de obra que se utilizó para realizar cada actividad en la ejecución de la obra.

4.7.7. Costos variables

En los costos variables del proyecto son las compras de materiales que se ocuparon para realizar cada actividad que se ejecutó en la obra.

4.7.8. Evaluación socio-económica del proyecto

4.7.8.1. Tarifa

Para obtener el cálculo de la tarifa que se usará en el proyecto, es necesario conocer los costos totales de funcionamiento del sistema, así como los costos de administración del mismo, los cuales se dividirán entre la producción mensual de agua destinada al consumo de la población. A continuación, se muestra lo siguiente.

4.7.8.2. Cálculo del Vm^3 (Demanda anual de agua potable)

Población 2026=11,010 habitantes

Índice poblacional =6.000 hab/viv

Viviendas 2026 =1,835 viviendas

Dotación por persona por viv. (m^3 /mes)

Dotación:100 lppd

Para el cálculo de dotación por persona por vivienda se multiplico por 30.5 días la dotación y se divide en 1000 para pasar de litros a metros cúbicos.

Dotación por persona por viv. (m^3 /mes): $(100 \text{ lppd} \times 30.5 \text{ días/mes}) / 1000 \text{ lit}/m^3$: $3.05 \text{ m}^3/\text{mes}$

Porcentaje de servicio de conexiones dom.=100%

Como el porcentaje de servicio de conexiones es del 100 % entonces la población a servir será de 11,010 habitantes.

Demanda de agua anual m³ anuales=(Índice poblacional x cantidad de viviendas x dotación por persona por viv (m³/mes))x12 meses/año.

Figura 18. Cálculo de la demanda de agua por metro cubico anual

4.0 Cálculo del Vm³ (Demanda anual de agua potable .)			
Población	2026	=	11,010
Índice poblacional =		=	6.000
Viviendas	2026	=	1,835
Dotación por persona por viv. (m ³ /mes)=			3.05
Porcentaje de servicio de conexiones dom.=			100%
Población a servir =			11,010
Demanda de agua anual m³ anuales=			402,970.75

Fuente. Elaboración propia

Índice de cobranza Ic

Se calcula dividiendo la colecta entre la facturación. Y se establece no menor de 95%.

Por tanto, se tiene que el CP es igual a:

$$CT=565,284.66$$

$$Vm^3=402,970.75$$

$$Ic=95\%$$

$$CP \left(\frac{C\$}{m^3} \right) = \frac{895,102.95}{(402,970.75 \times 95\%)} = 1.14$$

4.7.8.3. Costos de funcionamiento

Los costos de operación incluyen los costos de la desinfección del agua, mantenimiento preventivo y correctivo del sistema y los costos por pago del personal de operación y mantenimiento del sistema de agua potable.

Tabla 16.Costos de administración

Concepto	Frecuencia	C\$ Mensual	C\$ Anual
Papelería	Mes	C\$ 600.00	C\$7,200.00
Movilización	Mes	C\$ 500.00	C\$6,000.00

Concepto	Frecuencia	C\$ Mensual	C\$ Anual
Material y equipo de oficina	Mes	C\$ 550.00	C\$6,600.00
Lector	Mes	C\$5,200.00	C\$62,400.00
Salario de operador	Mes	C\$ 5,200.00	C\$62,400.00
Salario de Auxiliar contable	Mes	C\$ 5,200.00	C\$ 62,400.00
Capacitación al personal	Mes	C\$ 2,500.00	C\$ 30,000.00
Imprevistos	Mes	C\$ 2,000.00	C\$ 24,000.00
Total		C\$ 21,750.00	C\$261,000.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Costo de mantenimiento

Concepto	Porcentaje	C\$ Mensual	C\$ Anual
Captación de Fuentes	Semestral	C\$ 1,500.00	C\$ 18,000.00
Línea de Conducción	Mes	C\$ 2,500.00	C\$ 30,000.00
Red de distribución	Mes	C\$ 3,500.50	C\$ 42,006.00
Tanque de almacenamiento	Semestral	C\$ 750.50	C\$ 9,006.00
Conexiones domiciliarias	Anual	C\$ 305.30	C\$ 3,663.60
Total		C\$ 8,556.30	C\$ 102,675.60

Tabla 18. Costos de operación

Concepto	Frecuencia	C\$ Anual
Compra de Cloro	Anual	C\$ 25,852
Análisis de Agua Físico-Químico Bacteriológico	Anual	C\$ 3,500.00
Costo por consumo de energía eléctrica	Anual	C\$ 504,327.3546
Total		C\$ 511,427.3546

Fuente: Elaboración propia

Considerando la suma de costo de administración, costo de mantenimiento y costo de operación se tienen los costos totales C\$ 565,284.66.

Tabla 19. Costos totales

Concepto	C\$ Mensual	C\$ Anual
Costo de Administración	C\$ 21,750.00	C\$ 261,000.00
Costo de Mantenimiento	C\$ 8,556.30	C\$ 102,675.60
Costo de Operación	C\$ 42,618.9462	C\$ 511,427.3546
Total	C\$ 72,925.2462	C\$ 895,102.95

Fuente: Elaboración propia

4.7.8.4. Vida útil

El proyecto está destinado a poseer una vida útil de 20 años, en los cuales se le dará completa satisfacción a las necesidades de la población, de igual modo contribuir al desarrollo de la comunidad ya que se eliminarán factores de enfermedades, ciclos de recolección de agua y otros factores que aquejan a los habitantes de la comunidad.

4.7.8.5. Tipo de moneda

La moneda a utilizar será el córdoba, moneda oficial de Nicaragua, es importante señalar que los gastos fueron estimados en córdobas y todo lo referente al presupuesto de construcción es en córdobas.

4.7.8.6. Inversión

Se cuantificaron todas las inversiones necesarias para la implementación y puesta en marcha del proyecto de abastecimiento de agua potable. Estas inversiones están divididas en tres componentes fundamentales, las cuales son: inversiones fijas, inversiones diferidas y capital de trabajo, la inversión es de C\$ 34,456,817.53

4.7.8.7. Activos diferidos

Los activos diferidos se componen de: Gastos legales, estudios previos y impresión de planos constructivos de mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE) con un monto de C\$ 16,100.00 córdobas.

Tabla 20. Activos diferidos

Concepto	Costo C\$
Gastos Legales	2,500.00
Estudios Previos	9,600.00
Impresión de planos constructivos de mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE)	4,000.00
Total	16,100.00

Fuente: Elaboración propia

4.7.8.8. Capital de trabajo

El capital de trabajo es básicamente los recursos que requiere el proyecto de abastecimiento de agua potable, para continuar funcionando y seguir abasteciendo a la población de la comunidad.

Tabla 21. Capital de trabajo

Concepto	Costo C\$
Cloro	3,600
Salario del operador	4,134.07
Total	7,734.07

Fuente: Elaboración propia

4.7.8.9. Factor de Corrección

Este proyecto es de tipo social, en este caso se ha corregido el monto de la inversión en activos fijos usando un factor de corrección de la mano de obra calificada con un factor de 0.82, según el Sistema Nacional de Inversión Pública del país (Vera Espino Cruz, Martha Prado Rosales y Roberto Carlos Jirón Rizo, 2011, p. 81) Tabla 10. Precios sociales básicos de Nicaragua, el cual se ha multiplicado por el precio total de venta del proyecto, realizando el cálculo se tiene lo siguiente: $0.82 \times C \$ 34,456,817.53 = C\$ 28,254,590.3746$ de córdobas, lo que representa en el costo de una disminución del del 18 %.

4.7.8.10. Costos de operación

Los costos de operación anual se han estimado para el año 0, es decir el año de inversión, se utilizará una tasa de inflación acumulada anual del 15.7 %, correspondiente al año 2020.

Tabla 22. Costos de operación

Año	Costo de Administración C\$	Costo de Mantenimiento C\$	Costo de operación C\$	Total, C\$
0	0,00	0,00	0,00	0,00
1	275.877,00	108.528,11	540.578,71	924.983,82
2	291.601,99	114.714,21	571.391,70	977.707,90
3	308.223,30	121.252,92	603.961,03	1.033.437,25
4	325.792,03	128.164,34	638.386,81	1.092.343,17
5	344.362,18	135.469,71	674.774,85	1.154.606,74
6	363.990,82	143.191,48	713.237,02	1.220.419,32
7	384.738,30	151.353,39	753.891,53	1.289.983,22
8	406.668,38	159.980,54	796.863,35	1.363.512,26
9	429.848,48	169.099,43	842.284,56	1.441.232,46
10	454.349,84	178.738,09	890.294,78	1.523.382,71
11	480.247,78	188.926,17	941.041,58	1.610.215,53
12	507.621,91	199.694,96	994.680,95	1.701.997,81
13	536.556,35	211.077,57	1.051.377,77	1.799.011,69
14	567.140,07	223.108,99	1.111.306,30	1.901.555,36
15	599.467,05	235.826,20	1.174.650,76	2.009.944,01
16	633.636,67	249.268,30	1.241.605,85	2.124.510,82
17	669.753,96	263.476,59	1.312.377,38	2.245.607,94
18	707.929,94	278.494,76	1.387.182,89	2.373.607,59
19	748.281,94	294.368,96	1.466.252,32	2.508.903,22
20	790.934,02	311.147,99	1.549.828,70	2.651.910,70

Fuente: Elaboración propia

4.7.8.11. Ingresos

En Nicaragua existe un sistema de organización para la administración del agua que son los Comités de Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento (CAPS), la tarifa se calculó

dividiendo los costos totales de funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad entre el número de viviendas atendidos por el proyecto, proyectado para 20 años.

Tabla 23. Facturación anual-vivienda

Año	Costo de Administración C\$	Costo de Mantenimiento C\$	Costo de Operación C\$	Costo Total C\$	Número de vivienda	Facturación Anual por cada viviendas C\$
0	0,00	0,00	0,00	0,00	1835	0,00
1	261.000,00	102.675,60	511.427,35	875.102,95	1881	944.190,03
2	261.000,00	102.675,60	511.427,35	875.102,95	1928	967.794,78
3	261.000,00	102.675,60	511.427,35	875.102,95	1976	991.989,65
4	261.000,00	102.675,60	511.427,35	875.102,95	2026	1.016.789,39
5	261.000,00	102.675,60	511.427,35	875.102,95	2076	1.042.209,13
6	261.000,00	102.675,60	511.427,35	875.102,95	2128	1.068.264,35
7	261.000,00	102.675,60	511.427,35	875.102,95	2181	1.094.970,96
8	261.000,00	102.675,60	511.427,35	875.102,95	2236	1,122,345.24
9	261.000,00	102.675,60	511.427,35	875.102,95	2292	1.150.403,87
10	261.000,00	102.675,60	511.427,35	875.102,95	2349	1.179.163,97
11	261.000,00	102.675,60	511.427,35	875.102,95	2408	1.208.643,06
12	261.000,00	102.675,60	511.427,35	875.102,95	2468	1.238.859,14
13	261.000,00	102.675,60	511.427,35	875.102,95	2530	1.269.830,62
14	261.000,00	102.675,60	511.427,35	875.102,95	2593	1.301.576,38
15	261.000,00	102.675,60	511.427,35	875.102,95	2658	1.334.115,79
16	261.000,00	102.675,60	511.427,35	875.102,95	2724	1.367.468,69
17	261.000,00	102.675,60	511.427,35	875.102,95	2792	1.401.655,41
18	261.000,00	102.675,60	511.427,35	875.102,95	2862	1.436.696,79
19	261.000,00	102.675,60	511.427,35	875.102,95	2934	1.472.614,21
20	261.000,00	102.675,60	511.427,35	875.102,95	3007	1.509.429,57

Fuente: Elaboración propia

4.7.8.12. Análisis de beneficio

Dentro de los principales beneficios generados por el proyecto se ha establecido la reducción de enfermedades de tipo infeccioso, entre ellas: la diarrea, tos y refriados. Dado que el proyecto alcanza el objetivo de mejorar las condiciones de salud en la comunidad

Tecolostote, municipio de San Lorenzo Boaco, se espera una reducción en porcentaje en el gasto que tienen las familias a la hora de enfermarse, según datos del Ministerio de Salud (MINSA) en promedio una familia gasta aproximadamente C\$ 8,200.00 córdobas anuales cada vez que se enferman, según la Organización Mundial de la Salud (OMS), cuando un sistema de abastecimiento de este tipo se establece que los beneficios pueden variar desde un 6 a un 90 %, si se asume el rango menor del 13.0 % se puede establecer el siguiente ahorro como beneficio.

Tabla 24. Ahorro en gastos de enfermedades

Año	Población	Población que se enferma %	Población que se enferma	Proyección anual (C\$)	Gastos Totales	Ahorro generado %	Ahorro (C\$)
0	11.010	40,0%	4.404	0	0,00	13,0%	0,00
1	11.285	40,0%	4.514	8.200,00	37.016.056,22	13,0%	4.812.087,31
2	11.568	40,0%	4.627	8.200,00	37.941.457,62	13,0%	4.932.389,49
3	11.857	40,0%	4.743	8.200,00	38.889.994,07	13,0%	5.055.699,23
4	12.153	40,0%	4.861	8.200,00	39.862.243,92	13,0%	5.182.091,71
5	12.457	40,0%	4.983	8.200,00	40.858.800,02	13,0%	5.311.644,00
6	12.768	40,0%	5.107	8.200,00	41.880.270,02	13,0%	5.444.435,10
7	13.088	40,0%	5.235	8.200,00	42.927.276,77	13,0%	5.580.545,98
8	13.415	40,0%	5.366	8.200,00	44.000.458,69	13,0%	5.720.059,63
9	13.750	40,0%	5.500	8.200,00	45.100.470,15	13,0%	5.863.061,12
10	14.094	40,0%	5.638	8.200,00	46.227.981,91	13,0%	6.009.637,65
11	14.446	40,0%	5.778	8.200,00	47.383.681,45	13,0%	6.159.878,59
12	14.807	40,0%	5.923	8.200,00	48.568.273,49	13,0%	6.313.875,55
13	15.178	40,0%	6.071	8.200,00	49.782.480,33	13,0%	6.471.722,44
14	15.557	40,0%	6.223	8.200,00	51.027.042,34	13,0%	6.633.515,50
15	15.946	40,0%	6.378	8.200,00	52.302.718,39	13,0%	6.799.353,39
16	16.345	40,0%	6.538	8.200,00	53.610.286,35	13,0%	6.969.337,23
17	16.753	40,0%	6.701	8.200,00	54.950.543,51	13,0%	7.143.570,66
18	17.172	40,0%	6.869	8.200,00	56.324.307,10	13,0%	7.322.159,92
19	17.601	40,0%	7.041	8.200,00	57.732.414,78	13,0%	7.505.213,92
20	18.041	40,0%	7.217	8.200,00	59.175.725,15	13,0%	7.692.844,27

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 25, se agrupan los beneficios intangibles esperados con la realización del proyecto del sistema de abastecimiento de agua potable. Como se aprecia en las dos columnas, todos los beneficios tales como: Facturación anual por cada vivienda y ahorro por enfermedad.

Tabla 25. Flujo de beneficios del proyecto

Año	Facturación Anual por cada vivienda C\$	Ahorro por enfermedad (C\$)	Total (C\$)
2024	0.00	0.00	0.00
2025	609,912.39	4,812,087.31	5,421,999.70
2026	625,160.20	4,932,389.49	5,557,549.69
2027	640,789.21	5,055,699.23	5,696,488.44
2028	656,808.94	5,182,091.71	5,838,900.65
2029	673,229.16	5,311,644.00	5,984,873.16
2030	690,059.89	5,444,435.10	6,134,494.99
2031	707,311.39	5,580,545.98	6,287,857.37
2032	724,994.17	5,720,059.63	6,445,053.80
2033	743,119.03	5,863,061.12	6,606,180.15
2034	761,697.00	6,009,637.65	6,771,334.65
2035	780,739.43	6,159,878.59	6,940,618.02
2036	800,257.91	6,313,875.55	7,114,133.47
2037	820,264.36	6,471,722.44	7,291,986.80
2038	840,770.97	6,633,515.50	7,474,286.47
2039	861,790.24	6,799,353.39	7,661,143.63
2040	883,335.00	6,969,337.23	7,852,672.23
2041	905,418.37	7,143,570.66	8,048,989.03
2042	928,053.83	7,322,159.92	8,250,213.76
2043	951,255.18	7,505,213.92	8,456,469.10
2044	975,036.56	7,692,844.27	8,667,880.83

Fuente: Elaboración propia

4.7.8.13. Tasa mínima atractiva de rendimiento (TREMA)

Dado que este proyecto se encuentra dentro de la cartera de proyectos sociales la TREMA que se usará será la Tasa Social de Descuento para Nicaragua, la cual está estimada en 8 %, según el Sistema Nacional de Inversión Pública del país (Vera Espino Cruz, Martha Prado Rosales y Roberto Carlos Jirón Rizo, 2011, p. 81) Tabla 10.

4.7.8.14. Flujo de caja del proyecto a precios económicos

El flujo de caja a precios económicos se obtiene considerando la inversión, los beneficios del proyecto y los costos de operación del mismo.

Tabla 26. Flujo de caja a precios económicos

Año	Beneficios	Gastos	Utilidades	Flujo de caja
2024	0,00	0,00	0,00	-28.033.482,97
2025	5.756.277,34	924.983,82	4.831.293,52	4.831.293,52
2026	5.900.184,27	977.707,90	4.922.476,37	4.922.476,37
2027	6.047.688,88	1.033.437,25	5.014.251,63	5.014.251,63
2028	6.198.881,10	1.092.343,17	5.106.537,93	5.106.537,93
2029	6.353.853,13	1.154.606,74	5.199.246,39	5.199.246,39
2030	6.512.699,46	1.220.419,32	5.292.280,14	5.292.280,14
2031	6.675.516,94	1.289.983,22	5.385.533,72	5.385.533,72
2032	5.720.059,63	1.363.512,26	4.356.547,36	4.356.547,36
2033	7.013.464,99	1.441.232,46	5.572.232,52	5.572.232,52
2034	7.188.801,61	1.523.382,71	5.665.418,90	5.665.418,90
2035	7.368.521,65	1.610.215,53	5.758.306,12	5.758.306,12
2036	7.552.734,69	1.701.997,81	5.850.736,88	5.850.736,88
2037	7.741.553,06	1.799.011,69	5.942.541,37	5.942.541,37
2038	7.935.091,89	1.901.555,36	6.033.536,53	6.033.536,53
2039	8.133.469,19	2.009.944,01	6.123.525,18	6.123.525,18
2040	8.336.805,92	2.124.510,82	6.212.295,10	6.212.295,10
2041	8.545.226,06	2.245.607,94	6.299.618,13	6.299.618,13
2042	8.758.856,71	2.373.607,59	6.385.249,13	6.385.249,13
2043	8.977.828,13	2.508.903,22	6.468.924,91	6.468.924,91
2044	9.202.273,84	2.651.910,70	6.550.363,13	6.550.363,13

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29 resultados del VAN Y TIR

TSD =	8,00%
VAN	C\$25.762.606,09
TIR	18,13%

Fuente. Elaboración propia

4.7.8.15. Relación de relación beneficio (B/C)

Para el cálculo de la relación beneficio costo se aplicó la ecuación 33.

$$R\ B/C = \frac{VAB}{VAC + I_0}$$

$$R\ \frac{B}{C} = \frac{C\ \$\ 62,838,176.75}{C\ \$\ 13,026,938.17 + C\ \$\ 28,254,590.3746} = 1.52$$

Tabla 30 resultados de R B/C

VAN INGRESOS	C\$62,838,176.75
VAN EGRESOS	C\$13,026983.17
R B/C	1,52

Fuente. Elaboración propia

4.7.8.16. Evaluación socio-económico del proyecto

La evaluación del flujo de caja a precios económicos muestra que utilizando la tasa social de descuento (TSD) de 8 %, el proyecto tiene un valor actual neto de C\$ 28,254,590.3746 córdobas. Este valor es positivo por lo que el proyecto es viable desde el punto de vista económico.

La tasa interna de retorno (TIR) del flujo de caja económico del proyecto muestra un valor de 10.79 % que es mayor que el 8 % de la tasa social de descuento (TSD), por lo que el proyecto puede aceptarse como beneficioso desde el punto de análisis económico.

La relación beneficio costo es mayor que $1 > 1.52$ por lo tanto, el proyecto se acepta.

CONCLUSIONES

1. Se analizó información poblacional, la cual fue de 11,010 habitantes, en el 2026 para un total de 1704, la población se proyectó al 2046 utilizando el método geométrico descrita en la norma NTON 09 007 – 19 incrementándose en 18041 habitantes que será la población a ser servida por el presente proyecto.
2. La fuente de abastecimiento del proyecto se tratará con un hipoclorador a gravedad, debido a que un sistema de cloración económico para la población beneficiaria.
3. El sistema de abastecimiento de agua potable cuenta con una longitud total de tuberías que asciende a 10,762 metros de PVC SDR 26, correspondiente a la red de distribución. Esta red incluye diámetros de 2”, 4”, 6”, y 8”. Además, dispone de una línea de conducción de 700 metros de tubería SDR 17 con un diámetro de 8 pulgadas, que resulta ser el más económico.
4. La modelación hidráulica del sistema de agua potable se llevó a cabo utilizando el software EPANET. A través de este programa, se obtuvieron resultados que cumplen con los valores mínimos requeridos por la normativa en cuanto a velocidades y presiones. De este modo, el sistema está diseñado para satisfacer las necesidades de la población proyectada durante el año de diseño.
5. El costo total del proyecto se determinó mediante un presupuesto, siendo el monto total de C \$ 34,456,817.53 de córdobas, el cual incluye el factor de transporte de materiales y/o equipos, y mano de obra, también se realizó una evaluación socio-económica del proyecto, el cual el mismo es viable por su valor actual neto de C\$ 28,254,590.3746 córdobas, una tasa interna de retorno económico (TIR) de 18.13 % que es mayor que el 8 % de la tasa social de descuento (TSD) y una relación beneficio costo de 1.62 resultando mayor que la unidad.

RECOMENDACIONES

1. Realizar revisiones periódicas de las proyecciones poblacionales. Dado que se proyecta un aumento significativo de habitantes, es esencial contar con datos actualizados para ajustar el sistema de abastecimiento según las necesidades emergentes. Dar un buen uso adecuado al sistema de cloración y así garantizar un buen consumo de agua potable a la comunidad.
2. Establecer un plan de mantenimiento regular para garantizar la eficiencia continua del sistema de abastecimiento de agua. Esto incluye la verificación periódica del hipoclorador y la limpieza de las tuberías, así mismo realizar pruebas de calidad de agua a como se indica en normativa.
3. Solicitar en acompañamiento de ENACAL, un estudio hidrogeológico y geofísico para verificar la capacidad de la fuente y características de estratos del suelo considerando fuentes aledañas de pozos en CMCA, el sinchal.
4. Capacitar al personal encargado de la operación y mantenimiento del sistema para asegurar que cuenten con las habilidades necesarias para gestionar adecuadamente las instalaciones, especialmente en lo relacionado a la cloración y control de calidad del agua.
5. Implementar un sistema de monitoreo para evaluar la presión y la velocidad del agua en diferentes puntos de la red, garantizando que se cumplan los estándares requeridos a lo largo del tiempo

BIBLIOGRAFÍA

Abastecimiento de Agua y Remoción de Aguas Residuales Tomos 1 y 2 Fair – Geyer y Okun

Ingeniería del Agua y M.A. (Mayo 2017). *Manual del Usuario EPANET 2.0 Español*. Valéncia.

Alcantarillado, I. N. (03 de Enero de 2018). Obtenido de ec.europa.eu/echo/.../NIC1%20-%20rural%20watsan%20norms%20Nicaragua.doc

AMANCO. (2020). *Ficha Técnica Hidráulica*. México.

CONAGUA. (2021). *Manual de agua potable*. México.

Geohidráulica. (2021). *Sistema de bombeo tipos y funciones*. Santa Rosa Lima.

Global Mediterránea Geomática. (Septiembre 2020). *Estudio Topográfico*. Valencia España.

Guías de costos NUEVO FISE. (2020). Managua.

HIDROEQUIPOS. (2022). *Manejo eficiente del agua*. Cali(Valle del Cauca).

<https://www.google.com/search?q=Censo+poblacional+concepto&ei>. (Domingo de Marzo de 2023). Obtenido de

<https://www.google.com/search?q=Censo+poblacional+concepto&ei>:

<https://www.google.com/search?q=Censo+poblacional+concepto&ei>

<https://www.ine.gob.cl/estadisticas/sociales/demografia>. (Domingo 26 de Marzo de 2023).

Obtenido de <https://www.ine.gob.cl/estadisticas/sociales/demografia>:

<https://www.ine.gob.cl/estadisticas/sociales/demografia-y-vitales/proyecciones-de-poblacion>

<https://www.lifeder.com/macrolocalizacion-proyecto-empresa/>. (Domingo 26 de Marzo de 2023). Obtenido de <https://www.lifeder.com/macrolocalizacion-proyecto-empresa/>:
<https://www.lifeder.com/macrolocalizacion-proyecto-empresa/>

ideam.gov.co. (Domingo de Marzo de 2023). Obtenido de ideam.gov.co:

<https://www.google.com/search?q=Concepto+de+demanda+de+agua+potable&ei>

INAA. (2004). *Guía técnica para la reducción de vulnerabilidad en los sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario*. Managua, Nicaragua.

INAA. (sf). *Normas de INAA sector rural*. Managua, Nicaragua.

Ing. Mynor Romero. (2022). *TRATAMIENTOS UTILIZADOS EN POTABILIZACIÓN DE AGUA*. México: Facultad de Ingeniería - Universidad Rafael Landívar.

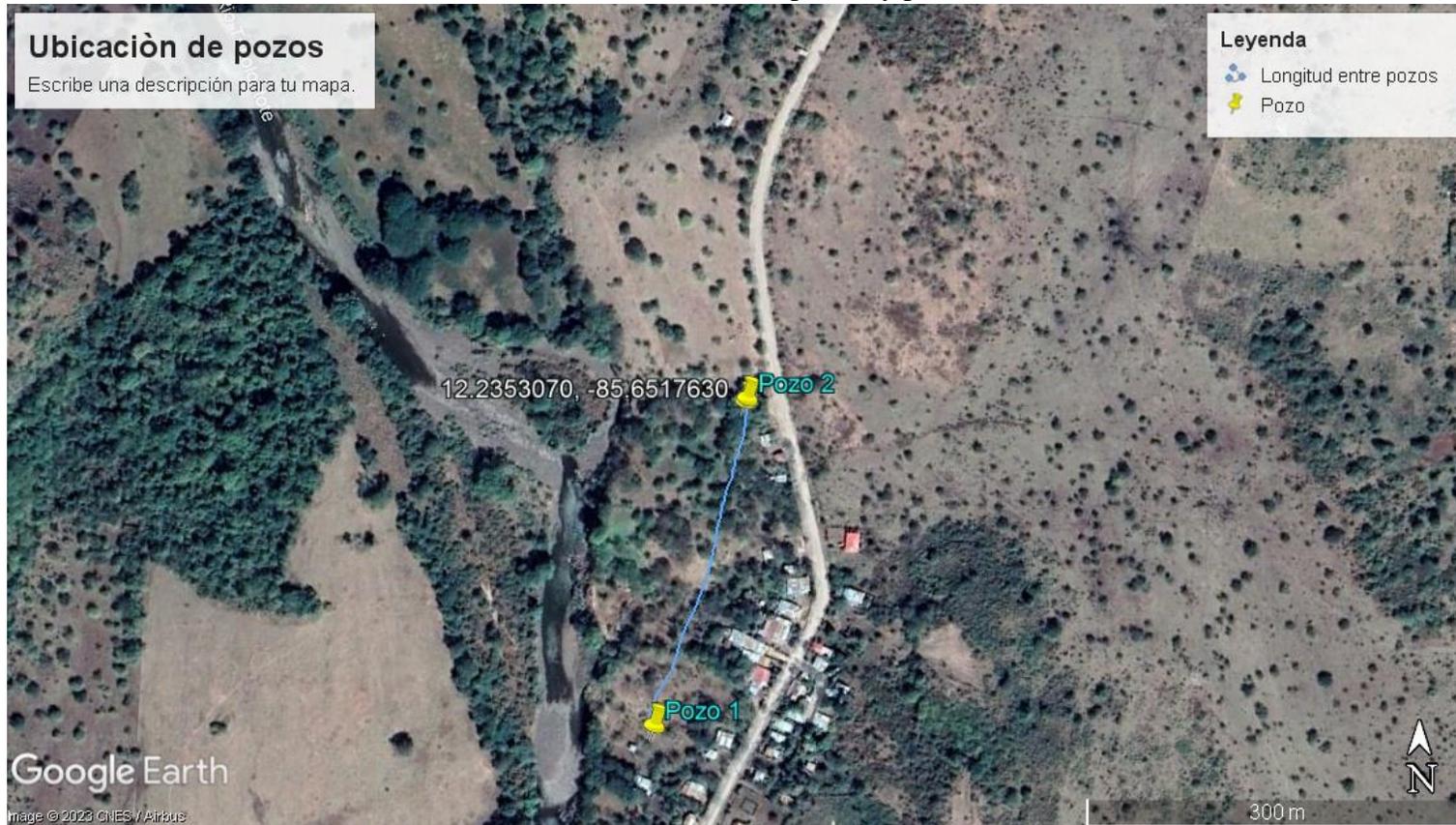
Ingeniería de fluidos . (2016-2022). *Golpe de ariete*.

Ingeniero Salvador Tixe. (2004). *Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente*. Lima.

- INIDE. (2005). *Caracterización sociodemográfica del departamento de Río San Juan*. Managua.
- Martin Ignacio Acuña Pittari. (Diciembre de 2013). *MODELACION CON EPANET DE RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE DE VALLE HERMOSO*. Departamento Punilla, CORDOBA.
- MIFIC. (2020). *Diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable NTON 09 007 - 19*. Managua: ANA.
- Morrito, A. d. (2012). *CARACTERIZACION DEL MUNICIPIO DE MORRITO*. Morrito, Río San Juan.
- NORMAS TECNICAS PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO Y POTABILIZACIÓN DEL AGUA (NTON 09 003-99)*. (2005). Managua: INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS ENTE REGULADOR.
- NTON 09007-19*. (2019). Managua.
- OPS/CEPIS/05.161 UNATSABAR. (2005). *GUÍAS PARA EL DISEÑO DE ESTACIONES DE BOMBEO DE AGUA POTABLE* . Lima.
- OPS/CEPIS/UNATSABAR. (2004). *Guía para el diseño y construcción de captación de manantiales*. Lima.
- Organización Panamericana de la Salud. (2004). *Análisis Sectorial de agua potable*. Managua, Nicaragua.
- REGULADOR, I. N. (2000). *NORMAS TECNICAS PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO Y POTABILIZACIÓN DEL AGUA (NTON 09 003-99)* . Managua, Nicaragua.
- SIAC. (2015). *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible* . Colombia.
- SIAPA. (Febrero 2014). *CRITERIOS Y LINEAMIENTOS TÉCNICOS PARA FACTIBILIDADES-Sistemas de Agua Potable*. México.
- Vera Espino Cruz,Martha Prado Rosales y Roberto Carlos Jirón Rizo. (2011). *Metodología General para la Preparación y Evaluación de Proyectos de Inversión Pública*. Nicaragua.
- Wikipedia.org. (2023).

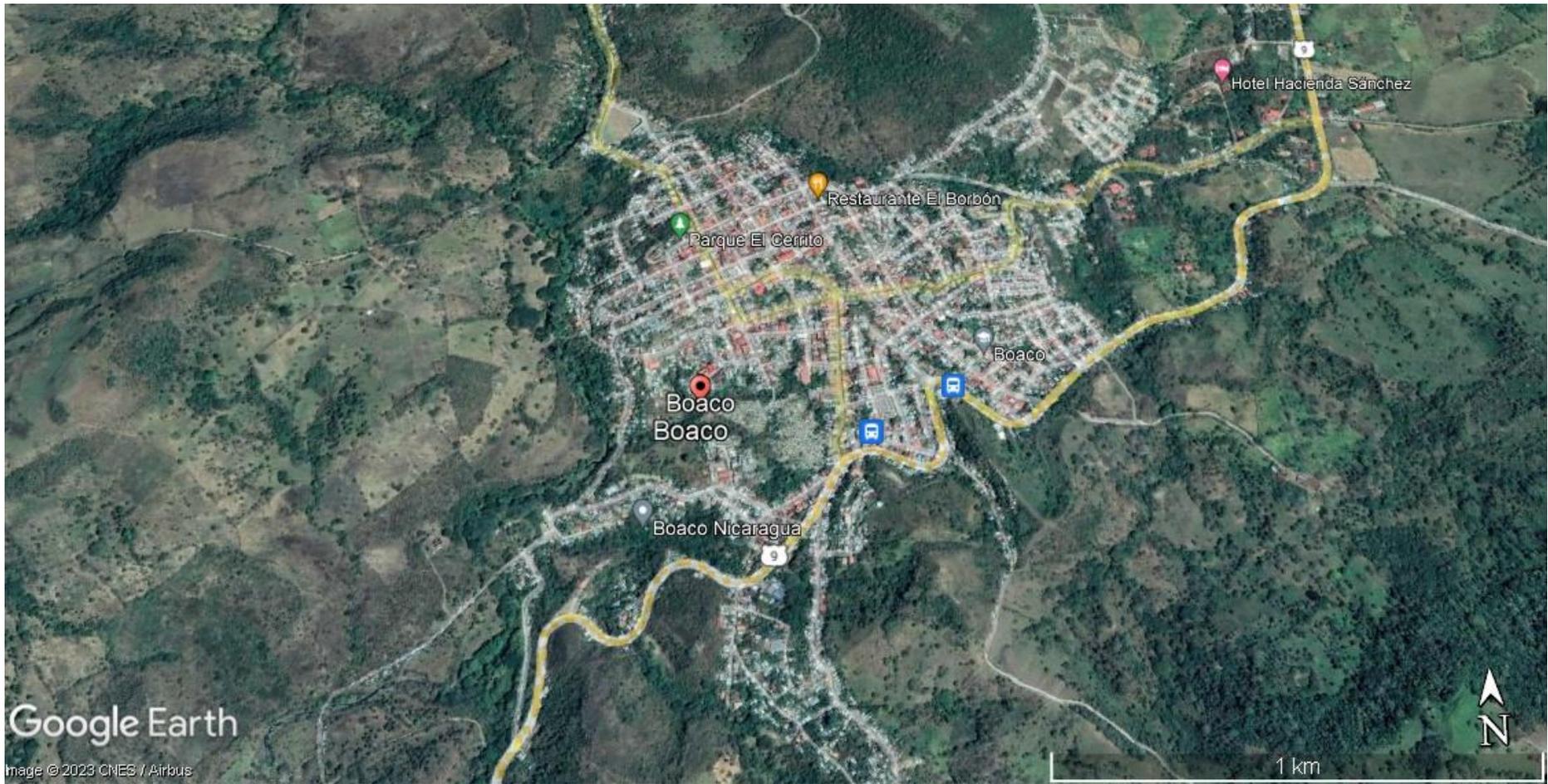
ANEXOS

Anexo 1. Ubicación de pozo 1 y pozo 2



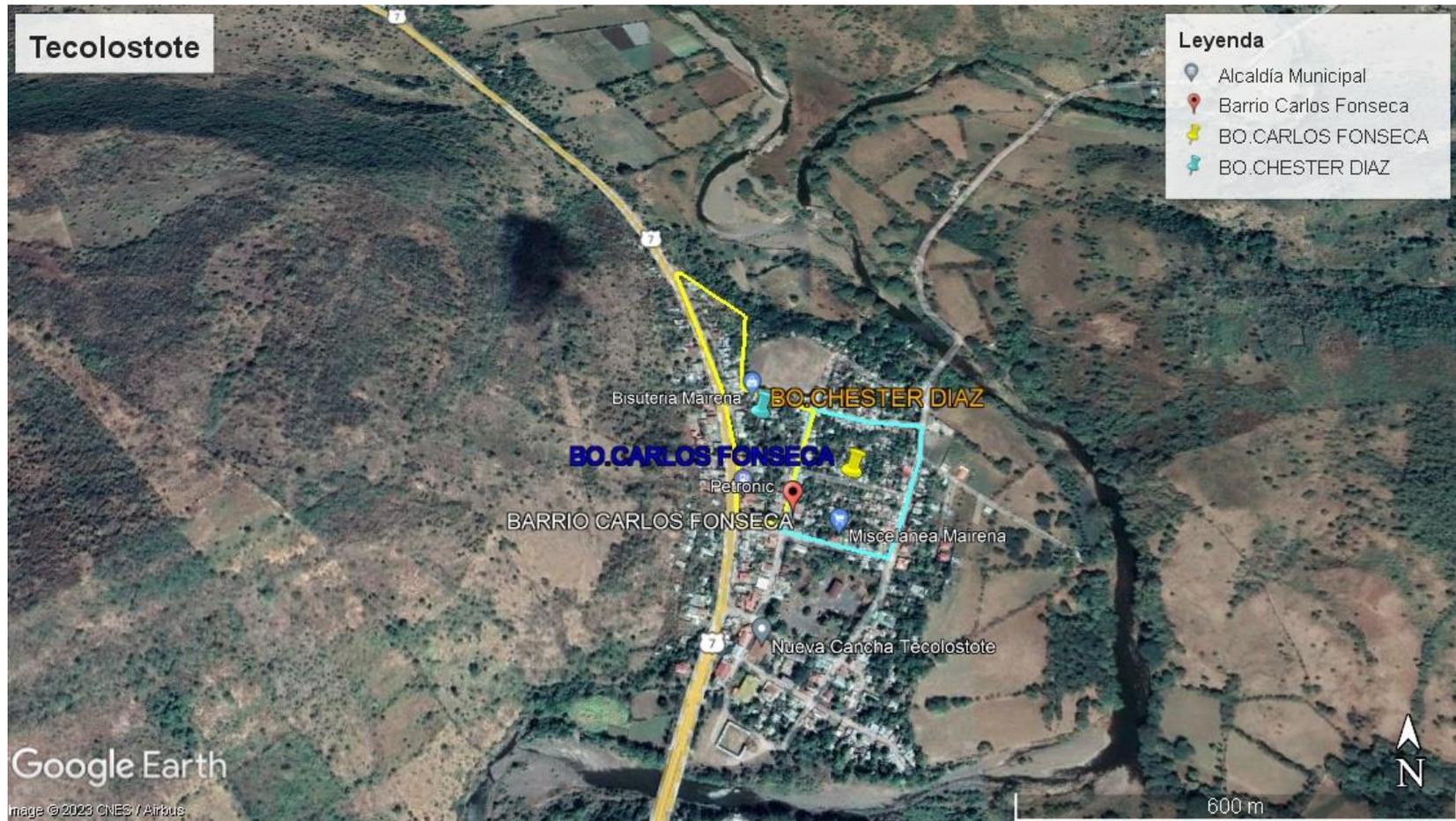
Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Macro localización del municipio de San Lorenzo, departamento de Boaco



Fuente: Elaboración propia

Anexo 3 Micro localización comunidad de Tecolostote



Fuente: Elaboración propia

Anexo 4. Costo y presupuesto del sistema

ETAPA	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA Y SUBETAPA	U.M	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
I	PRELIMINARES				C\$ 990.499,41
	LEVANTAMIENTO Y ESTUDIO GEOFÍSICO CON ENFOQUE HIDROGEOLOGÍCO POR EL MÉTODO GEORESISTIVO	C/U	2	199304,90	C\$ 398.609,81
	TRAZO Y NIVELACION				C\$ 563.786,53
	TRAZO DE EJE DE TUBERIA DE AGUA POTABLE (INCL. ESTACAS DE MADERA) (NO INCL.EQUIPO DE TOPOGRAFIA)	M	12.973,74	43,456	C\$ 563.786,53
	ROTULO				C\$ 28.103,08
	ROTULO TIPO FISE DE 1.22 m x 2.44 m (ESTRUCTURA METALICA & ZINC LISO) CON BASES DE CONCRETO REF.	C/U	1	28103,08	C\$ 28.103,08
II	LINEA DE CONDUCCION				C\$ 1.883.952,02
	PRUEBAS HIDROSTATICAS				C\$ 2.556,00
	PRUEBA HIDROSTATICA (CON BOMBA MECANICA) EN TUBERIA Diám.=HASTA 8", L= HASTA300 m PARA PROY. A. P.	C/U	2	1278,00	C\$ 2.556,00
	TUBERIA DE 8" (200 mm)DE DIAMETRO				C\$ 1.675.801,45
	TUBERIA DE PVC-SDR 17 Diám.=8" (200 mm) (NO INCL. EXCAVACION)	M	700,0	2232,77	C\$ 1.562.942,02
	EXCAVACIÓN EN TUBERÍAS	M³	840,0	116,95	C\$ 98.240,33
	COLOCACIÓN DE CAPA DE ARENA DE 5 CM DE ESPESOR PARA SU DEBIDA PROTECCIÓN EN LA TUBERÍA	M³	35,0	417,69	C\$ 14.619,10
	VALVULAS Y ACCESORIOS PARA CONECCIONES COLUMNA Y SARTA				C\$ 145.824,53

ETAPA	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA Y SUBETAPA	U.M	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	CODO DE 90 X 8" HG	C/U	1	1410,00	C\$ 1.410,00
	BLOQUE DE REACCION DE CONCRETO PARA ACCESORIOS SARTA	C/U	5	2300,00	C\$ 11.500,00
	VALVULA DE CHECK DE HIERRO FUNDIDO Diám.=8" HORIZONTAL EXTREMOS BRIDADOS	C/U	1	38519,03	C\$ 38.519,03
	NIPLE DE 1,00M DE LARGO X 8" HG. DUCTIL	C/U	1	794,50	C\$ 794,50
	UNION DRESSER DE H.F. X 8"	C/U	1	1310,00	C\$ 1.310,00
	DNIPLE 12 VECES EL DIAMETRO DE 8"	C/U	2	1980,00	C\$ 3.960,00
	MEDIDOR MAESTRO H.F CON BRIDAS 8"	C/U	1	1697,00	C\$ 1.697,00
	MANOMERO DE 400 PSI	C/U	1	7800,00	C\$ 7.800,00
	CRUZ DE H.G. CON BRIDAS DE 2" X 2"	C/U	1	1647,00	C\$ 1.647,00
	NIPLE DE DIAM 2" H.G L:O.50M	C/U	1	890,00	C\$ 890,00
	VALVULAS DE ALIVIO DE 8" H.F. CON BRIDAS	C/U	1	19417,00	C\$ 19.417,00
	VALVULA DE PASE 8" H.F. CON BRIDAS	C/U	1	13680,00	C\$ 13.680,00
	NIPLE DE 8" H.G. DUCTIL DE 1.50M DE LARGO CON BRIDA EN UN EXTREMO	C/U	1	11400,00	C\$ 11.400,00
	VALVULA DE PASE DE 8" H.F. CON BRIDAS	C/U	1	13600,00	C\$ 13.600,00

ETAPA	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA Y SUBETAPA	U.M	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	CODOS DE 45GR, X 8" H.G. CON BRIDAS	C/U	2	450,00	C\$ 900,00
	NIPLE DE 8 H.G. CON BRIDAS EN UN EXTREMO 0,50M DE LARGO	C/U	1	2100,00	C\$ 2.100,00
	VALVULA DE PASE DE 8" H.F. CON BRIDAS	C/U	1	15200,00	C\$ 15.200,00
	INSTALACION DE COMPONENTES DEL SISTEMA (VALVULAS Y ACCESORIO)				C\$ 59.770,04
	CONEXION DE VALVULA DE AIRE CON MATERIALES DETALLADOS EN PLANO	C/U	1	27518,00	C\$ 27.518,00
	CONEXION DE MANOMETRO CON MATERIALES DETALLADOS EN PLANOS	C/U	1	19871,15	C\$ 19.871,15
	CAJA DE REGISTRO DE CONCRETO DE 2500 PSI REF. +CONCRETO DE 3000 PSI+PARED LADR CUART0.80x0.80,H=0.60	C/U	3	4126,96	C\$ 12.380,89
	VALVULA CONTROLADORA DE NIVELES CON PILOTO DE ALTITUD DE Ho. Fo. Diám.=8" (NO INCL. EXC)	C/U	2,0	62381,03	C\$ 124.762,06
	VALVULA CONTROLADORA DE NIVELES CON PILOTO DE ALTITUD DE Ho. Fo. Diám.=8" (NO INCL. EXC)	C/U	1	20793,68	C\$ 20.793,68
	VALVULA (o LLAVE) DE PASE DE BOLA DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=8" PARA LIMPIEZA	C/U	20	2203,18	C\$ 44.063,60
III	LINEA DE DISTRIBUCION				C\$ 10.043.135,48
	PRUEBAS HIDROSTATICAS				C\$ 26.838,00

ETAPA	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA Y SUBETAPA	U.M	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	PRUEBA HIDROSTATICA (CON BOMBA MECANICA) EN TUBERIA Diám.=HASTA 4"-8", L= HASTA 500 m PARA PROY. A. P.UNA PRUEBA CADA 500ML SEGÚN NORMA	C/U	21	1278,00	C\$ 26.838,00
	TUBERIA DE 2" (50 mm) DE DIAMETRO				C\$ 764.059,50
	TUBERIA DE PVC Diám.=2" (SDR-26) (NO INCL. EXCAVACION)	M	2.562,0	137,00	C\$ 350.994,00
	EXCAVACIÓN EN TUBERÍAS	M ³	3.074,4	116,95	C\$ 359.559,61
	COLOCACIÓN DE CAPA DE ARENA DE 5 CM DE ESPESOR PARA SU DEBIDA PROTECCIÓN EN LA TUBERÍA	M ³	128,1	417,69	C\$ 53.505,89
	BLOQUES DE REACCION EN DEFELCCIONES Y PRUEBAS HIDROSTATICAS				C\$ 75.087,72
	BLOQUE DE REACCION DE CONCRETO DE 3000 PSI REF. PARA VALVULAS	C/U	50	204,61	C\$ 10.230,44
	TUBERIA DE 4" (100 mm) DE DIAMETRO				C\$ 228.207,70
	TUBERIA DE PVC Diám.=4" (SDR-26) (NO INCL. EXCAVACION)	M	508,0	288,00	C\$ 146.304,00
	EXCAVACIÓN EN TUBERÍAS	M ³	609,6	116,95	C\$ 71.294,41

ETAPA	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA Y SUBETAPA	U.M	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	COLOCACIÓN DE CAPA DE ARENA DE 5 CM DE ESPESOR PARA SU DEBIDA PROTECCIÓN EN LA TUBERÍA	M³	25,4	417,69	C\$ 10.609,29
	TUBERIA DE 6" (150 mm) DE DIAMETRO				C\$ 3.880.819,39
	TUBERIA DE PVC Diám.=6" (SDR-26) (NO INCL. EXCAVACION)	M	4.969,0	619,78	C\$ 3.079.678,69
	EXCAVACIÓN EN TUBERÍAS	M³	5.962,8	116,95	C\$ 697.366,00
	COLOCACIÓN DE CAPA DE ARENA DE 5 CM DE ESPESOR PARA SU DEBIDA PROTECCIÓN EN LA TUBERÍA	M³	248,5	417,69	C\$ 103.774,70
	TUBERIA DE 8" (200 mm) DE DIAMETRO				C\$ 5.068.123,17
	TUBERIA DE PVC Diam. =8" (SDR-26) (NO INCL. EXCAVACION)	M	2.723,00	1700,00	C\$ 4.629.100,00
	EXCAVACIÓN EN TUBERÍAS	M³	3.267,6	116,95	C\$ 382.154,89
	COLOCACIÓN DE CAPA DE ARENA DE 5 CM DE ESPESOR PARA SU DEBIDA PROTECCIÓN EN LA TUBERÍA	M³	136,2	417,69	C\$ 56.868,29
IV	TANQUE DE ALMACENAMIENTO				C\$ 10.048.745,20
	MOVIMIENTO DE TIERRA PARA TANQUE DE ALMACENAMIENTO				C\$ 40.929,22
	Concreto estructural: F`c=280 kg/cm2 (4,000 Psi) a los 28 días	M³	15,4656	1374,38	C\$ 21.255,59

ETAPA	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA Y SUBETAPA	U.M	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	RELLENO MANUAL DE MATERIAL SELECTO DEBAJO DE FUNDACIONES (INCL. COSTO DE MATERIAL)	M³	9,3312	264,33	C\$ 2.466,56
	RELLENO Y COMPACTACION MANUAL	M³	6,1344	141,84	C\$ 870,12
	MEJORAMIENTO DE FUNDACIONES CON ARENA (INCL. ACARREAR TIERRA SUELTA)	M³	15,4656	1056,34	C\$ 16.336,95
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y BOMBA				C\$ 10.007.815,98
	Tanque de almacenamiento de estructura metálica ade capacidad cada uno	C/U	1	C\$ 10.007.815,98	C\$ 10.007.815,98
V	EQUIPO DE BOMBEO				C\$ 649.410,89
	EQUIPO DE BOMBEO				C\$ 169.593,89
	SUMINISTRO E INTALACION DE EQUIPOS DE BOMBEO SEGÚN ESPECIFICACIONES TECNICAS	C/U	1	169593,89	C\$ 169.593,89
	BOMBA ACCIOMADA POR COMBUSTIBLE DISE DE 2,0 HP, CAUDAL, CON UNA POTENCIA A VENCER 120,0M DE CARGA	C/U	1	479817,00	C\$ 479.817,00
VI	FUENTE Y OBRAS DE TOMA				C\$ 1.345.487,24
	TUBERIA RANURADA DE PVC (SDR 26) Diám. =12" INSTALADA EN POZO CON GRUA CAMION	M	54.17	13,659.3624	C\$ 741.020,41
	PERFORACION DE POZO CON MAQUINA ROTATIVA EXTREMA DUREZA	PIE	177.17	2,600.52	C\$ 460,734.15

ETAPA	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA Y SUBETAPA	U.M	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	CONCRETO DE 3,000 PSI (MEZCLADO A MANO) (NO INCL FUNDIDA)	M³	1	6030,68	C\$ 6.030,68
	FUNDIR CONCRETO EN CUALQUIER ELEMENTO	M³	1	485,03	C\$ 485,03
	FILTRO DE PIEDRA TRITURADA (GRAVA) TAMAÑO DE ½"(13 mm) y ¾" (Vol.=2.00 m3) CON SUDREN DE TUBO DE PVC(SDR-26) Diám.=4"(CONSTRUIDO MANUAL)	M³	5	3170,35	C\$ 15.851,75
	SELLOS SANITARIOS CON GRAVILLA DE RIO Y RELLENO DE MATERIAL SELECTO (INCL. ACARREO DE MAT@ 3 KMS)	M	54.17	237.3469	C\$ 12.876,07
	BLOQUE DE CONCRETO DE 2500 PSI SIN REF. Ancho 1=1.00m,Ancho 2=1.00m,Alto=1.00m(NO INCL. FORMALETA)(NO INCL. EXC.)	C/U	1	6262,27	C\$ 6.262,27
	TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO Diam: 8" CONECCION CON ROSCA, INCLUYE ARMADO CON TODOS SUS ACCESORIOS	M	44.80	10895,16	C\$ 10.895,16
	PRUEBA DE BOMBEO (CON BOMBA C/MOTOR SUMERGIBLE DE 20 HP,3/60/230 V y PLANTA GENERADOR ELECTRICO Potencia=5 KVA) ESCALONADA	HRS	48	1665,86	C\$ 79.961,28
	DESINFECCION (CON HIPOCLORITO DE SODIO) Y LIMPIEZA DE POZO A CIELO ABIERTO (INCL. BOMBA DE SUCCION)	GLB	2	5685,22	C\$ 11.370,44
VII	ANALISIS FISICOS QUIMICOS				C\$ 10.000,00

ETAPA	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA Y SUBETAPA	U.M	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	ANÁLISIS DE CALIDAD DEL AGUA	C/U			C\$ 10.000,00
	ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO (20 PARÁMETROS: Color, Olor, Sabor, Turbiedad+CIANUROS Y GASES DISUELTOS: NITROG. Y Comp). AMONIACO Y METÁNO) DE 1 (UNA) MUESTRA DE AGUA		1	2500	C\$ 2.500,00
	ANÁLISIS BIOLÓGICOS-BACTERIOLÓGICO COMPLETO (Bacterias coliformes fecales y totales Escherichia Coli) DE 1 (UNA) MUESTRA DE AGUA PARA AGUA POTABLE	C/U	1	2500	C\$ 2.500,00
	ANÁLISIS QUÍMICO DEL AGUA (ARSÉNICO) DE 1 (UNA) MUESTRA DE AGUA PARA AGUA POTABLE	C/U	1	2500	
	ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA PLAGUISIDAS ORGANO-CLORADOS Y ORGANO-FOSFORADOS DE 1 (UNA) MUESTRA DE AGUA PARA AGUA POTABLE	C/U	1	2500	C\$ 2.500,00
	TOMA DE MUESTRA DE AGUA PARA ANÁLISIS DEL AGUA POTABLE (FÍSICO, QUÍMICO, BACTERIOLÓGICO) (NO INCL. TRANSPORTE)	C/U	1	2500	C\$ 2.500,00
VIII	INFRAESTRUTURA PARA OPERACIONES DEL SISTEMA				C\$ 2.880.911,00
	CERCAS PERIMETRALES Y PORTONES				C\$ 26.170,17

ETAPA	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA Y SUBETAPA	U.M	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	CERCO (A) DE ALAMBRE DE PUAS CAL. 13, 7 HILADAS C/POSTE DE MADERA RUSTICA ACADA 2.50 m	M	80	293,01	C\$ 23.440,73
	PUERTA DE MARCO DE MADERA BLANCA Y FORRO DE ALAMBRE DE PUAS CAL. # 13½ (NO INCLUYE HERRAJES)	C/U	2	1364,72	C\$ 2.729,44
	CASETA DE CONTROL				C\$ 164.574,83
	NIVELETA DOBLE DE 1,50 m x 1,50 m	C/U	6	196,03	C\$ 1.176,18
	RELLENO Y COMPACTACIÓN MANUAL	M³	9	141,84	C\$ 1.276,59
	ACARREO (CON CAMION VOLQUETE) DE MAT.SELECTO A 8 KMS,CARGA CON EQUIPO (INCL. DERECHO DE EXPLOTACION)	M³	9	305,10	C\$ 2.745,93
	HIERRO (EN VARILLAS) CORRUGADO (GRADO 60) Diám. <= AL No. 4	LBS	849,56	42,11	C\$ 35.771,44
	ALISTAR, ARMAR Y COLOCAR HIERRO MENOR O IGUAL AL NUMERO 4	LBS	849,56	3,99	C\$ 3.389,54
	CONCRETO DE 3,000 PSI (MEZCLADO A MANO) (NO INCL. FUNDIDA)	M³	3,33	6030,68	C\$ 20.082,15
	FUNDIR CONCRETO EN CUALQUIER ELEMENTO	M³	3,33	485,03	C\$ 1.615,14
	PARED DE BLOQUE DE MORTERO DE 0.15m(6")x0.20m(8")x0.40m(16") DE 3 HOYOS SIN SISAR (USANDO GUIAS DE MADERA ROJA)	M²	17	803,12	C\$ 13.653,11
	FORMALETA DE MADERA PINO PARA FUNDACIONES	M²	9,1544	492,77	C\$ 4.511,02

ETAPA	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA Y SUBETAPA	U.M	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL	
	FORMALETA DE MADERA PINO PARA VIGAS	M ²	9,17352	614,21	C\$	5.634,44
	FORMALETA DE MADERA PINO PARA COLUMNAS (AREA DE CONTACTO)	M ²	3	511,91	C\$	1.535,72
	DESENCOFRAR FORMALETAS EN VIGAS Y COLUMNAS	M ²	21,32792	54,53	C\$	1.162,94
	CUBIERTA DE TECHO DE LAMINA ONDULADA DE ZINC CAL.26 SOBRE ESTRUCTURA METALICA	M ²	19,303	482,18	C\$	9.307,59
	ESTRUCTURAS DE ACERO (A-36) (NO INCL. PINTURA ANTICORROSIVA)	LBS	163,26	66,61	C\$	10.875,50
	FASCIA DE PLYSEM LISO Espesor = 11 mm (APOYADA EN PERLINES Y MADERA ROJA)	M ²	2	898,29	C\$	1.796,57
	FLASHING DE ZINC LISO CAL. 26 DESARROLLO = 0,60 m	M	12,81	329,39	C\$	4.219,47
	REPELLO Y FINO CORRIENTE	M ²	19,56	357,09	C\$	6.984,78
	PIQUETEADO TOTAL EN CONCRETO FRESCO	M ²	35,26	47,90	C\$	1.689,09
	ACABADO FINO LLANETEADO EN LOSA DE CONCRETO	M ²	11,55	143,21	C\$	1.654,10
	PUERTA DE MADERA (ROJA) SOLIDA DE 1.00mx2.10m CON MARCO DE MA+BISAGRAS+CERRA+CELOSIAS 0.20m(NO INC.P	C/U	2	15659,57	C\$	31.319,14
	VENTANA ABATIBLE MADERA DE PINO Y LAM. ACRILICA TRANSPARENTE Espesor=3 mm(INCL. BISAGRAS+PASADOR)(INCL. PINTURA CON BARNIZ	M ²	0,675	4924,68	C\$	3.324,16

ETAPA	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA Y SUBETAPA	U.M	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	PINTURA ANTICORROSIVA (INCL. 2 MANOS: 1 DE TALLER y 1 INSTALADO)	M ²	5,94	143,14	C\$ 850,23
	INSTACIONES ELECTRICAS				C\$ 2.663.861,77
	AISLADOR DE TORNILLO DE PORCELANA	C/U	1	178,71	C\$ 178,71
	AISLADOR DIELECTRICO PARA CONTACTOS DE ARRANCADORES (Presentación en spray) Contenido = 400 ml	C/U	1	1393,84	C\$ 1.393,84
	CABLE ELECTRICO DE COBRE THHN #4 AWG-R	M	10	176,39	C\$ 1.763,89
	CABLE ELECTRICO DE COBRE THHN Cal.#12 AWG	M	100	41,39	C\$ 4.139,18
	APAGADOR DOBLE DE 15 AMP/120V CON PLACA DE BAQUELITA	C/U	2	353,73	C\$ 707,46
	ARRANCADOR MAGNETICO P/MOTOR DE 200 HP C/GABINETE METALICO CON INTERRUPTOR Y CUCHILLA 100	C/U	1	309607,41	C\$ 309.607,41
	CAJA DE CONTROL BOMBA C/MOTOR SUMERGIBLE DE 200 HP, Q=1150 GPM CTD = 1030PIES,380/660v de 10 plg	C/U	1	154277,04	C\$ 154.277,04
	BOMBILLO FLUORESCENTE DE 13 WATTS + CEPO DE PORCELANA REDONDO (NO INCL. CAJA DE REGISTRO)	C/U	4	630,36	C\$ 2.521,44
	BREAKER DE 1 POLO x 20 AMPERIOS	C/U	4	626,00	C\$ 2.504,01

ETAPA	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA Y SUBETAPA	U.M	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	BREAKER DE 2 POLOS x 20 AMPERIOS	C/U	1	6517,87	C\$ 6.517,87
	BREAKER DE 2 POLOS x 20 AMPERIOS	C/U	1	1180,24	C\$ 1.180,24
	BREAKER DE 2 POLOS x 30 AMPERIOS	C/U	1	1194,86	C\$ 1.194,86
	BREAKER DE 2 POLOS x 90 AMPERIOS	C/U	1	3574,52	C\$ 3.574,52
	CABLE ELECTRICO ACSR (Aluminum Conductor Steel Reinforced-Conductor de Aluminio con refuerzo de acero) # 1/0	M	1388,1	124,66	C\$ 173.043,97
	CABLE ELECTRICO DE COBRE TSJ (Thermoplastic Screened Jacket) 2x12 AWG	M	12	112,40	C\$ 1.348,80
	CABLE ELECTRICO DE COBRE SUMERGIBLE TGP #3X6 AWG	M	16	87,44	C\$ 1.399,03
	CABLE ELECTRICO DE COBRE PROTODURO TGP #3X12(600 VOLTIOS)	M	10	204,36	C\$ 2.043,57
	CABLE ELECTRICO TRIPLEX ACSR(Aluminum Conductor Steel Reinforced) #1/0 AWG	M	30	221,84	C\$ 6.655,08
	CABLE ELECTRICO TRIPLEX ACSR(Aluminum Conductor Steel Reinforced) #2	M	20	172,64	C\$ 3.452,75

ETAPA	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA Y SUBETAPA	U.M	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	CAJA DE REGISTRO DE ACERO (Rolado en frío) GALVANIZADO DE 2" X 4", 46 mm (1-3/16"), Esp = 1.5 mm con perforaciones para salida y entrada de 1/2" y 3/4" P/ELEC	C/U	3	341,63	C\$ 1.024,89
	CAJA DE REGISTRO DE ACERO (Rolado en frío) GALVANIZADO DE 4" X 4" 46 mm (1-3/16"), Esp = 1.5 mm con perforaciones para salida y entrada de 1/2" y 3/4" P/ELEC	C/U	6	495,48	C\$ 2.972,88
	CAJA DE REGISTRO DE ACERO (Rolado en frío) GALVANIZADO DE 6" X 6" 46 mm (1-3/16"), Esp = 1.5 mm con perforaciones para salida y entrada de 1/2" y 3/4" P/ELEC	C/U	1	893,54	C\$ 893,54
	CANALIZACION CON TUBO CONDUIT DE PVC Diám.=1/2" (INCL. BRIDAS DE EMT)	M	30	86,18	C\$ 2.585,32
	CANALIZACION CON TUBO CONDUIT DE PVC Diám.=3/4" (INCL. BRIDAS DE EMT)	M	4	91,66	C\$ 366,63
	CANALIZACION CON TUBO DE EMT Diám.=3/4" (INCL. BRIDAS DE EMT)	M	2	229,20	C\$ 458,40
	CINTA DE PLÁSTICO PARA ADVERTENCIA DE PELIGRO	M	100	5,49	C\$ 548,69
	CODO RADIO LARGO (ó CURVA) DE PVC Diám.= 1/2"	C/U	8	61,13	C\$ 489,01
	CODO RADIO LARGO (ó CURVA) DE PVC Diám.= 1 1/2"	C/U	3	95,72	C\$ 287,16

ETAPA	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA Y SUBETAPA	U.M	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	CODO RADIO LARGO (ó CURVA) DE PVC Diám.= 3/4"	C/U	1	108,70	C\$ 108,70
	CONECTOR CONDUIT DE PVC Diám.=1/2"	C/U	6	57,74	C\$ 346,47
	CONECTOR CONDUIT DE PVC Diám.=3/4"	C/U	1	57,39	C\$ 57,39
	CONECTOR DE COMPRESIÓN PARA CABLE 1/0 - 1/0 AWG, CAJA #4	C/U	3	92,79	C\$ 278,38
	ESTRUCTURA ELECTRICA D1-1: RETENIDA SENCILLA CON PERNO GUARDACABO Y ANCLA	C/U	11	5399,04	C\$ 59.389,45
	ESTRUCTURA ELECTRICA G-105: MONTAJE DE TRANSFORMADOR MONOFASICO (NO INC. TRANSF.)	C/U	1	20373,08	C\$ 20.373,08
	ESTRUCTURA ELECTRICA HA-100 B/C 14.4/24.9 KV (MEDIA TENSION)	C/U	3	8448,08	C\$ 25.344,23
	ESTRUCTURA ELECTRICA J-30: UNIDAD DE CONSTRUCCION SECUNDARIA	C/U	1	2057,17	C\$ 2.057,17
	ESTRUCTURA ELECTRICA MT-601/C: MONTAJE MONOFASICO, ALINEAMIENTO ANGULO 0° á 5°	C/U	1	4074,77	C\$ 4.074,77
	ESTRUCTURA ELECTRICA MT-604/C: MONTAJE MONOFASICO, LINEA CON ANGULO DE 61° á 90°	C/U	1	15860,53	C\$ 15.860,53
	ESTRUCTURA ELECTRICA MT-605/C: MONTAJE MONOFASICO - FIN DE LINEA	C/U	1	8120,13	C\$ 8.120,13

ETAPA	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA Y SUBETAPA	U.M	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	ESTRUCTURA ELECTRICA MT-606/C: MONTAJE MONOFASICO DOBLE TERMINAL	C/U	1	18106,02	C\$ 18.106,02
	ESTRUCTURA ELECTRICA PR-101 C TIERRA 14.4/24.9 KV (MEDIA TENSION)	C/U	2	2255,02	C\$ 4.510,03
	ESTRUCTURA ELECTRICA VA-5: REMATE SENCILLO; 14.4/24.9 KV	C/U	1	3740,55	C\$ 3.740,55
	ESTRUCTURA ELECTRICA VA-6: REMATE SENCILLO; 14.4/24.9 KV	C/U	5	7739,22	C\$ 38.696,10
	ESTRUCTURA ELECTRICA VG-107: MONTAJE P/TRANSFORMADOR MONOF. 14.4/24.9KV(S/TRANSF.	C/U	1	15967,03	C\$ 15.967,03
	ESTRUCTURA ELECTRICA VM2-1: POLO A TIERRA CON VARILLA DE COBRE Diám.=16mm(5/8"),L=2.44m(8')	C/U	4	6130,88	C\$ 24.523,53
	FUSIBLE PRIMARIO SLOFAST DE 0.7 AMPERIOS	C/U	1	891,41	C\$ 891,41
	GUARDANIVEL DE 230 VOLTIOS CON CONTROL DE 2 ELECTRODOS DE ACERO INOXIDABLE (INCL. CAJA PARA GUARDANI	C/U	1	12567,12	C\$ 12.567,12
	HACER BALANCE DE CARGA EN PANELES	C/U	1	2714,37	C\$ 2.714,37

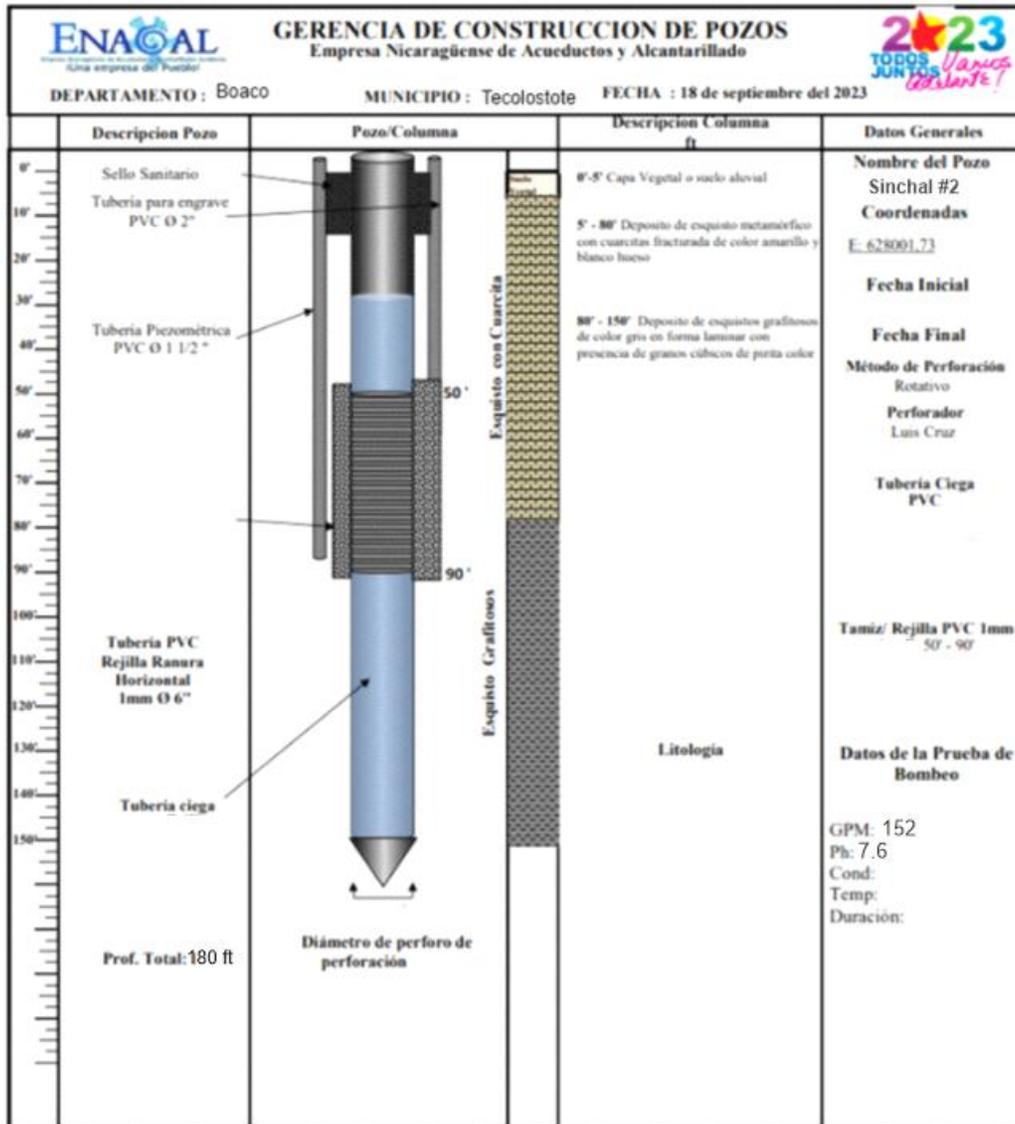
ETAPA	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA Y SUBETAPA	U.M	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	LAMPARA (ó LUMINARIA) TIPO COBRA DE VAPOR DE SODIO DE 250 WATTS/208V TIPO SYLVAN MOD.2250 C/FOT Y BR	C/U	1	7336,01	C\$ 7.336,01
	PANEL CENTRO DE CONTROL PARA MOTOR DE 200 HP	C/U	1	1205715,47	C\$ 1.205.715,47
	POSTE DE PINO TRATADO, Diám.=5", L=35' SIN RETENIDA (NO INCL. ESTRUCTURA ELECTRICA)	C/U	5	23442,73	C\$ 117.213,66
	POSTE DE PINO TRATADO, Diám.=5", L=40' SIN RETENIDA (NO INCL. ESTRUCTURA ELECTRICA)	C/U	1	17790,69	C\$ 17.790,69
	POSTE DE PINO TRATADO, Diám.=6", L=30' SIN RETENIDA (NO INCL. ESTRUCTURA ELECTRICA)	C/U	1	15379,92	C\$ 15.379,92
	POSTE TRONCOCONICO DE CONCRETO PRETENSADO, Alto=35' (10.67 m) (NO INCL. ESTRUCTURA ELECTRICA)	C/U	3	23905,93	C\$ 71.717,80
	SUPRESOR DE PICOS 100KA 3F 4H 277/480V SQD PYE ING	C/U	2	67527,51	C\$ 135.055,03
	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO DE 15 AMP/120 V CON PLACA DE BAQUELITA	C/U	1	157,52	C\$ 157,52
	TOMACORRIENTE SENCILLO DE 15 AMP/120 V CON PLACA DE BAQUELITA	C/U	1	466,42	C\$ 466,42

ETAPA	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA Y SUBETAPA	U.M	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	TRANSFORMADOR SECO TRIFASICO DE 3 KVA, 480 V, 220/120 V CON INTERRUPTOR DE 80 AMP, GUARDAMOTOR, BREA	C/U	1	127541,03	C\$ 127.541,03
	TUBO DE EMT Diám.=1½" L= 5.00 m CON CALAVERA DE EMT Diám. = 1½"	C/U	1	1806,75	C\$ 1.806,75
	UNION CONDUIT DE PVC Diám. = ½"	C/U	6	59,25	C\$ 355,49
	TUBERIA CONDUIT FLEXIBLE DE ½" (FORRADO)	M	16	76,60	C\$ 1.225,64
	VARILLA POLO A TIERRA DE COBRE Diám.=16mm(5/8"),L=2.44m(8') CON 10m DE CABLE ELECTRICO DE COBRE Cal.#8 AWG+ 5m DE TUBO DE PVC Diám.=3/4"(SDR-17) JUNTA	C/U	1	2763,33	C\$ 2.763,33
	CANALIZACION CON TUBO CONDUIT DE PVC Diám.=½" (INCL. BRIDAS DE EMT)	M	16	86,18	C\$ 1.378,84
	ESTRUCTURA ELECTRICA D1-1: RETENIDA SENCILLA CON PERNO GUARDACABO Y ANCLA	C/U	1	5399,04	C\$ 5.399,04
	PARARRAYOS DE 18 KV	C/U	1	7082,49	C\$ 7.082,49
	MUFA CALAVERA DE EMT (ALUMINIO) ACABADO GALVANIZADO Diám.=2"	C/U	1	619,98	C\$ 619,98

ETAPA	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA Y SUBETAPA	U.M	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	CERCAS PERIMETRALES Y PORTONES				C\$ 26.304,23
	CERCO (A) DE ALAMBRE DE PUAS CAL. 13, 7 HILADAS C/POSTE DE MADERA RUSTICA ACADA 2.50 m	M	80	294,68	C\$ 23.574,79
	PUERTA DE MARCO DE MADERA BLANCA Y FORRO DE ALAMBRE DE PUAS CAL. # 13½ (NO INCLUYE HERRAJES)	C/U	2	1364,72	C\$ 2.729,44
IX	CONEXIONES				C\$ 5.985.272,37
	CONEXIONES DOMICILIARES DE PATIO				C\$ 5.985.272,37
	TUBERIA DE PVC Diám.=½" (SDR-13.5) (NO INCL. EXCAVACION)(JUNTA CEMENTADA)	C/U	1479	39,19	C\$ 57.968,49
	VALVULA (o LLAVE) DE CHORRO DE BRONCE Diám.=½" CON PROTECTOR DE TUBO DE CONCRETO ASTM C-14 Diám.=4"	C/U	1704	1489,44	C\$ 2.538.000,97
	VALVULA (ó LLAVE) DE PASE DE GAVETA DE BRONCE Diám.=½"	C/U	1704	1022,51	C\$ 1.742.355,48
	CAJA PREFABRICADA DE CONCRETO PARA MEDIDOR DE AGUA POTABLE PARA USO DOMICILIAR	C/U	1704	966,52	C\$ 1.646.947,43
X	PLANTA DE PURIFICACION				C\$ 85.938,38
	EQUIPO DE CLORINACION (COMPLETO)				C\$ 85.938,38
	CLORADOR (DOSIFICADOR DE CLORO) PARA AGUA POTABLE	C/U	1	79550,61	C\$ 79.550,61
	CAJA DE REGISTRO DE LADRILLO CUARTERON DE 2"x6"x12" DE 0.60mx0.60m, H=0.80m	C/U	1	6387,77	C\$ 6.387,77

ETAPA	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA Y SUBETAPA	U.M	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
XI	LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA				C\$ 533.465,52
	PLACA CONMEMORATIVA				C\$ 9.775,13
	PLACA CONMEMORATIVA DE ALUMINIO DE 0.65 M X 0.42 m	C/U	1	9775,13	C\$ 9.775,13
	LIMPIEZA MANUAL FINAL	M ²	25947,48	20,18	C\$ 523.690,40
	COSTO DEL PROYECTO				C\$ 34.456.817,53

Anexo 5. Perfil del pozo según ENACAL

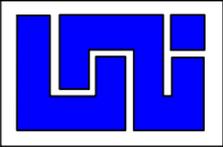








Planos del proyecto



PROYECTO:

"DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, EN EL PERÍODO 2026 -2046, EN LOS BARRIOS CARLOS FONSECA Y CHESTER DÍAS, COMUNIDAD TECOLOSTOTE, MUNICIPIO DE SAN LORENZO BOACO"

UBICACIÓN:
SAN LORENZO BOACO

CONTENIDO:

FUENTE DE ABASTECIMIENTO Y LÍNEA DE CONDUCCIÓN

DIBUJO:

Br. Junior Lenin
Artola Brizuela
Br. Yoel Ismael Rocha
Barillas
Br. Justo Alexander
Contreras

REVISO:

Ing. Rafael Antonio Taleno
Campos
ESC.1: 500

FECHA:

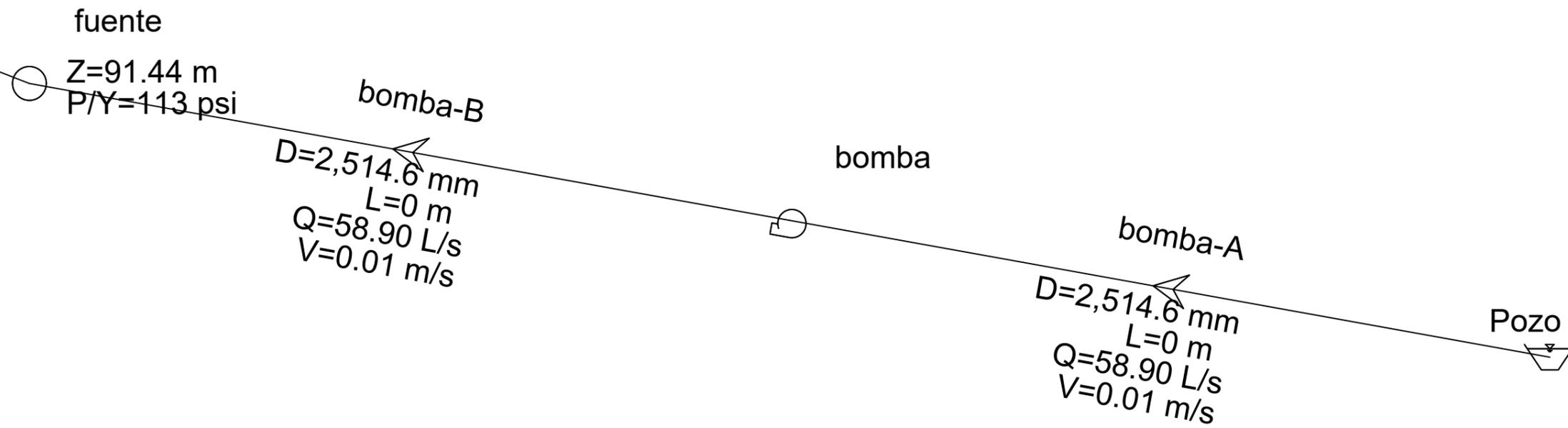
Septiembre 2024

HOJA No.

01

DE:

07



fuente

Z=91.44 m
P/Y=113 psi

bomba-B

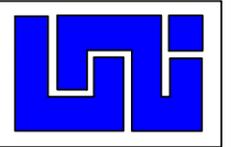
D=2,514.6 mm
L=0 m
Q=58.90 L/s
V=0.01 m/s

bomba

bomba-A

D=2,514.6 mm
L=0 m
Q=58.90 L/s
V=0.01 m/s

Pozo



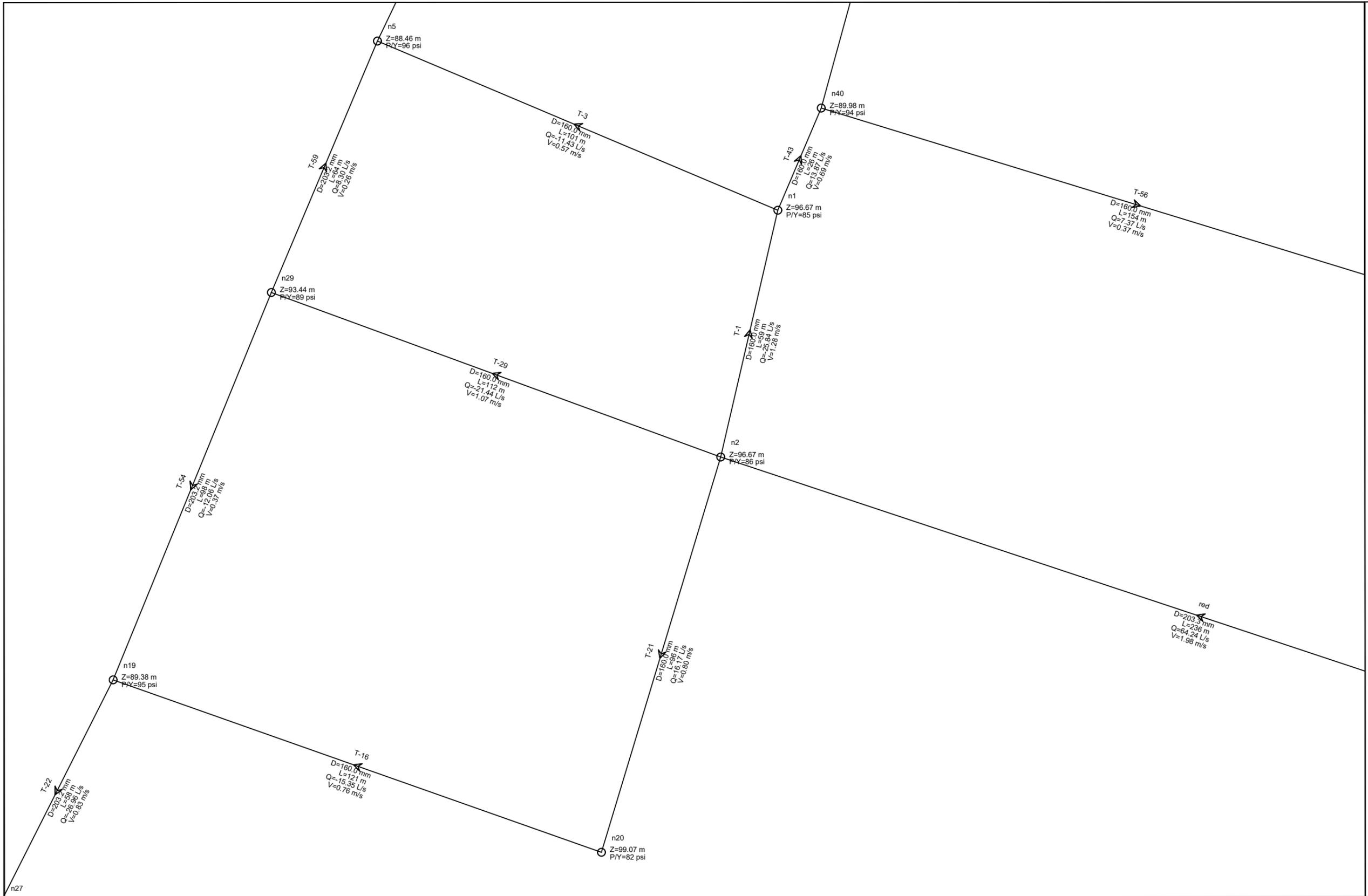
PROYECTO:
"DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, EN EL PERÍODO 2026 -2046, EN LOS BARRIOS CARLOS FONSECA Y CHESTER DÍAS, COMUNIDAD TECOLOSTOTE, MUNICIPIO DE SAN LORENZO BOACO"
UBICACIÓN:
SAN LORENZO BOACO

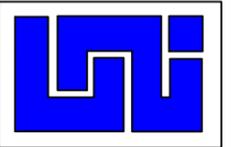
CONTENIDO:
RED DE DISTRIBUCIÓN

DIBUJO:
Br. Junior Lenin Artola Brizuela
Br. Yoel Ismael Rocha Barillas
Br. Justo Alexander Contreras
REVISO:
Ing. Rafael Antonio Taleno Campos
ESCALA: 1: 500

FECHA:
Septiembre 2024

HOJA No. 02 DE: 07





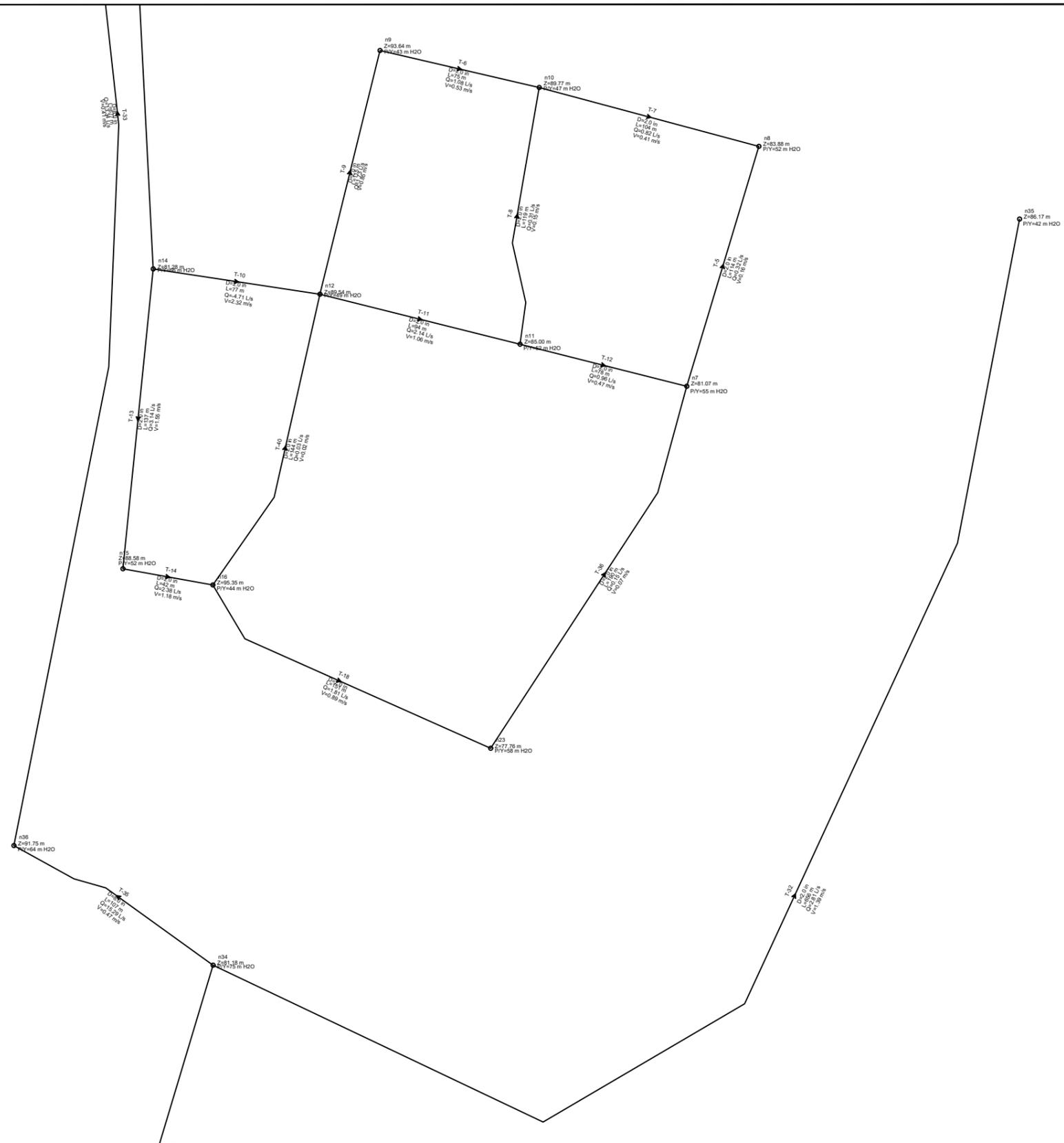
PROYECTO:
"DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, EN EL PERÍODO 2026 -2046, EN LOS BARRIOS CARLOS FONSECA Y CHESTER DÍAS, COMUNIDAD TECOLOSTOTE, MUNICIPIO DE SAN LORENZO BOACO"
UBICACIÓN:
SAN LORENZO BOACO

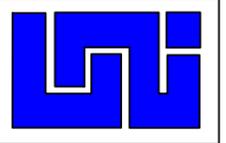
CONTENIDO:
RED DE DISTRIBUCIÓN

DIBUJO:
Br. Junior Lenin Artola Brizuela
Br. Yoel Ismael Rocha Barillas
Br. Justo Alexander Contreras
REVISO:
Ing. Rafael Antonio Taleno Campos
ESC.1: 500

FECHA:
Septiembre 2024

HOJA No. 03 DE 07





PROYECTO:

"DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, EN EL PERÍODO 2026 -2046, EN LOS BARRIOS CARLOS FONSECA Y CHESTER DÍAS, COMUNIDAD TECOLOSTOTE, MUNICIPIO DE SAN LORENZO BOACO"

UBICACIÓN:
SAN LORENZO BOACO

CONTENIDO:

RED DE DISTRIBUCIÓN

DIBUJO:

Br. Junior Lenin
Artola Brizuela
Br. Yoel Ismael Rocha
Barillas
Br. Justo Alexander
Contreras

REVISO:

Ing. Rafael Antonio Taleno
Campos
ESC.1: 500

FECHA:

Septiembre 2024

HOJA No.

04

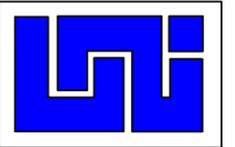
DE:

07

n47

Z=54.79 m

P/Y=90 m H2O



PROYECTO:
 "DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, EN EL PERÍODO 2026 -2046, EN LOS BARRIOS CARLOS FONSECA Y CHESTER DÍAS, COMUNIDAD TECOLOSTOTE, MUNICIPIO DE SAN LORENZO BOACO"
 UBICACIÓN:
 SAN LORENZO BOACO

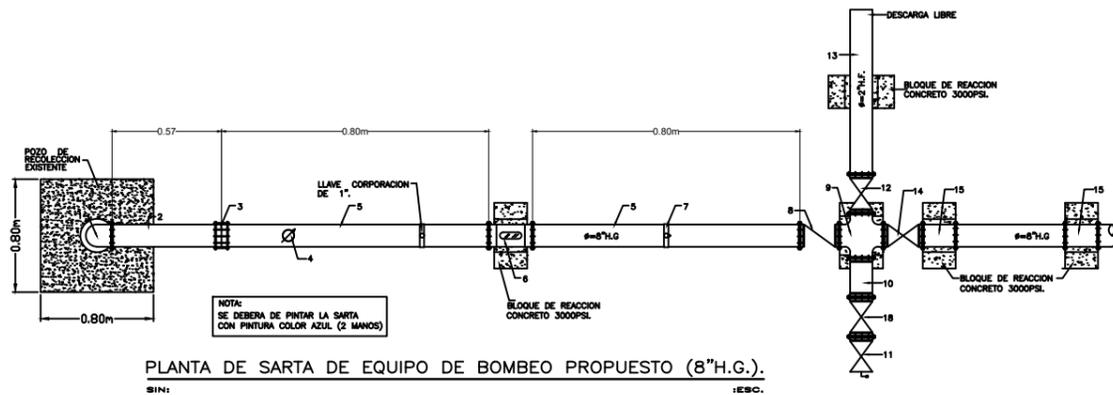
CONTENIDO:
 Detalle de la Sarta de bombeo

DIBUJO:
 Br. Junior Lenin Artola Brizuela
 Br. Yoel Ismael Rocha Barillas
 Br. Justo Alexander Contreras

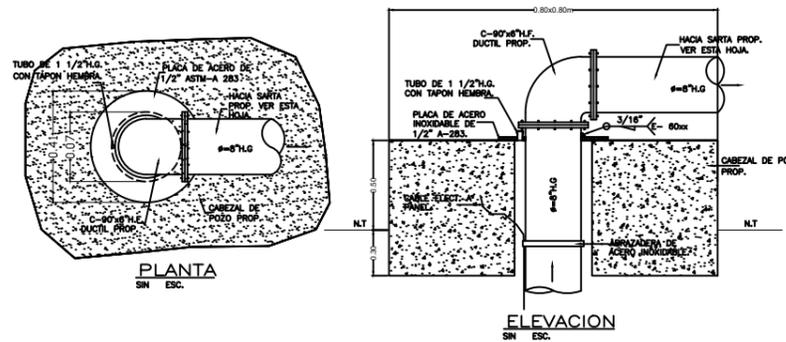
REVISO:
 Ing. Rafael Antonio Taleno Campos
 ESC.INDICADA

FECHA:
 Septiembre 2024

HOJA No.
 06 DE:
 07

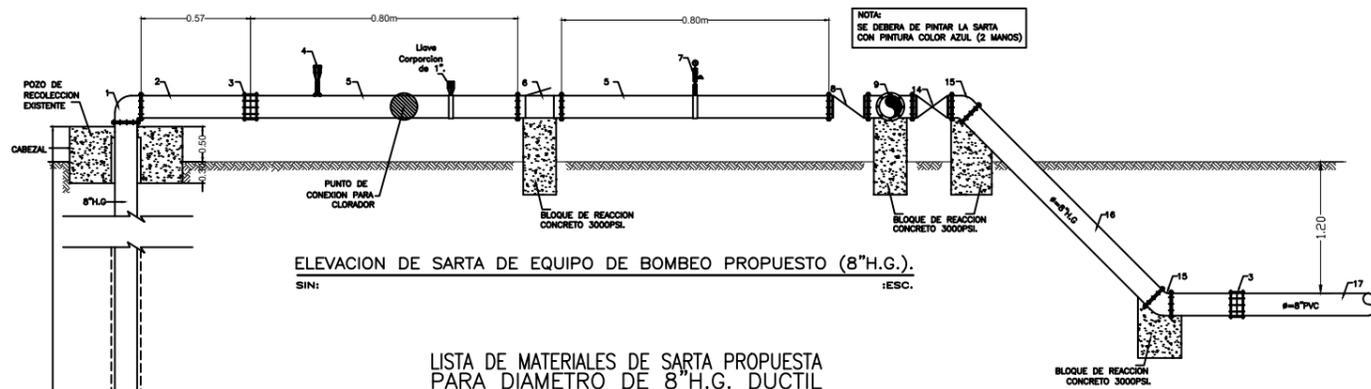


PLANTA DE SARTA DE EQUIPO DE BOMBEO PROPUESTO (8" H.G.).
 SIN ESC.



PLANTA SIN ESC.

ELEVACION SIN ESC.



ELEVACION DE SARTA DE EQUIPO DE BOMBEO PROPUESTO (8" H.G.).
 SIN ESC.

LISTA DE MATERIALES DE SARTA PROPUESTA PARA DIAMETRO DE 8" H.G. DUCTIL

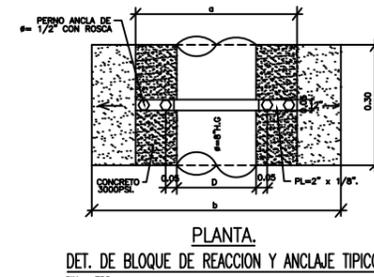
No. DE ORDEN	No. DE UNIDAD	DESCRIPCION
1	1	CODO DE 90 x 6" H.G.
2	1	NIPLÉ DE 1.00m DE LARGO x 8" H.G. DUCTIL.
3	2	UNION DRESSER DE H.F. x 8"
4	1	VALVULA DE AIRE CON ROSCA MACHO DE 1/2"
5	2	NIPLÉS DE 12 VECES EL DIAMETRO DE 8"
6	1	MEDIDOR MAESTRO H.F. CON BRIDAS DE 8"
7	1	MANOMETRO DE 400 PSI.
8	1	VALVULA DE CHECK DE 8" H.F. CON BRIDAS.
9	1	CRUZ DE H.G. CON BRIDAS DE 2" x 2"
10	1	NIPLÉ DE 2" H.G. L=0.50m
11	1	VALVULA DE ALIVIO DE 8" H.F. CON BRIDAS
12	1	VALVULA DE PASE 8" H.F. CON BRIDAS.
13	1	NIPLÉ DE 8" H.G. DUCTIL DE 1.50m DE LARGO CON BRIDA EN UN EXTREMO.
14	1	VALVULA DE PASE DE 8" H.F. CON BRIDAS.
15	2	CODOS DE 45 x 8" H.G. CON BRIDAS.
16	1	NIPLÉ DE 8" H.G. CON BRIDA EN UN EXTREMO 0.50m DE LARGO
17	1	TUBERIA DE LINEA DE CONDUCCION PVC SDR-26
18	1	VALVULA DE PASE DE 8" H.F. CON BRIDAS

LISTA DE MATERIALES PROPUESTA P/CONEXION DE VALV. DE AIRE.

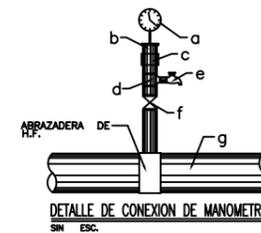
No. ORDEN	UNIDAD	ACCESORIOS	PARA SARTA DE 2"	PARA SARTA DE 3"	PARA SARTA DE 4"	PARA SARTA DE 8"
a	1	VALVULA DE AIRE.	1"	1"	1"	2"
b	1	NIPLÉ DE H.G. CON ROSCA STANDARD.	1"	1"	1"	2"
c	1	SARTA DE BOMBAS.	-	-	-	-

LISTA DE MATERIALES PROPUESTA P/CONEXION DE MANOMETRO.

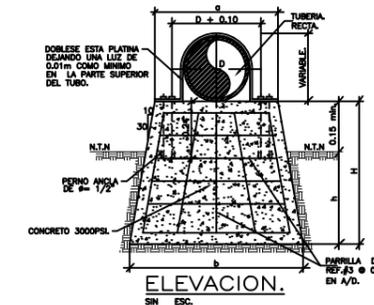
No. ORDEN	UNIDAD	ACCESORIOS
a	1	MANOMETRO DE 400 PSI.
b	1	REDUCTOR BUSHING DE 1/2"x3/8" H.G.
c	1	UNION UNIVERSAL DE 1/2" H.G.
d	1	TEE DE 1/2"x1/2" H.G. EXTREMOS ROSCADOS.
e	1	LLAVE DE CHORRO DE 1/2" DE Br.
f	1	VALV. DE PASE 1/2" DE Br. ROSCA HEMBRA I.P.
g	1	TUBERIA DE SARTA.
h	1	METRO DE TUBO DE 1/2" H.G. CON ROSCA STANDARD.



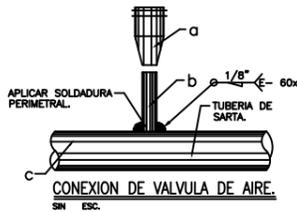
PLANTA DET. DE BLOQUE DE REACCION Y ANCLAJE TIPICO.
 SIN ESC.



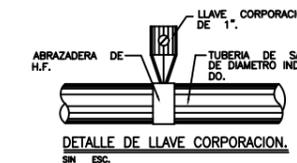
DETALLE DE CONEXION DE MANOMETRO.
 SIN ESC.



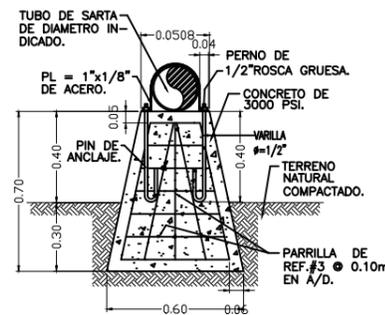
ELEVACION.
 SIN ESC.



CONEXION DE VALVULA DE AIRE.
 SIN ESC.



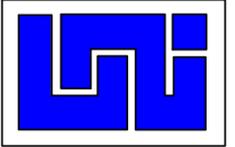
DETALLE DE LLAVE CORPORACION.
 SIN ESC.



NOTA: EL SOPORTE SE COLOCARA DE 0.20 a 0.50m DE DISTANCIA DE LA UNION DE LA TUBERIA DE H.F. USAR CONCRETO DE f' = 2000 lb/pulg. PARA # MENORES DE 4" LA DISTANCIA MAXIMA ENTRE SOPORTE SERA DE 4.00m

TABLA DE SOPORTES PARA TUBERIA EN TRAMOS RECTOS.

DIMENSIONES DE SOPORTE.		1 1/2" - 2" H.F.	
VALORES MINIMOS EN CM.	h	H	b a
EN ROCA.	0.10	0.25	0.40 0.25
EN TERRENO CONSOLIDADO.	0.25	0.40	0.40 0.25
EN TERRENO NO CONSOLIDADO.	0.40	0.55	0.40 0.25



PROYECTO:

"DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, EN EL PERÍODO 2026 -2046, EN LOS BARRIOS CARLOS FONSECA Y CHESTER DÍAS, COMUNIDAD TECOLOSTOTE, MUNICIPIO DE SAN LORENZO BOACO"

UBICACIÓN:

SAN LORENZO BOACO

CONTENIDO:

RED DE DISTRIBUCIÓN

DIBUJO:

Br. Junior Lenin Artola Brizuela
Br. Yoel Ismael Rocha Barillas
Br. Justo Alexander Contreras

REVISO:

Ing. Rafael Antonio Taleno Campos
ESC.1: 500

FECHA:

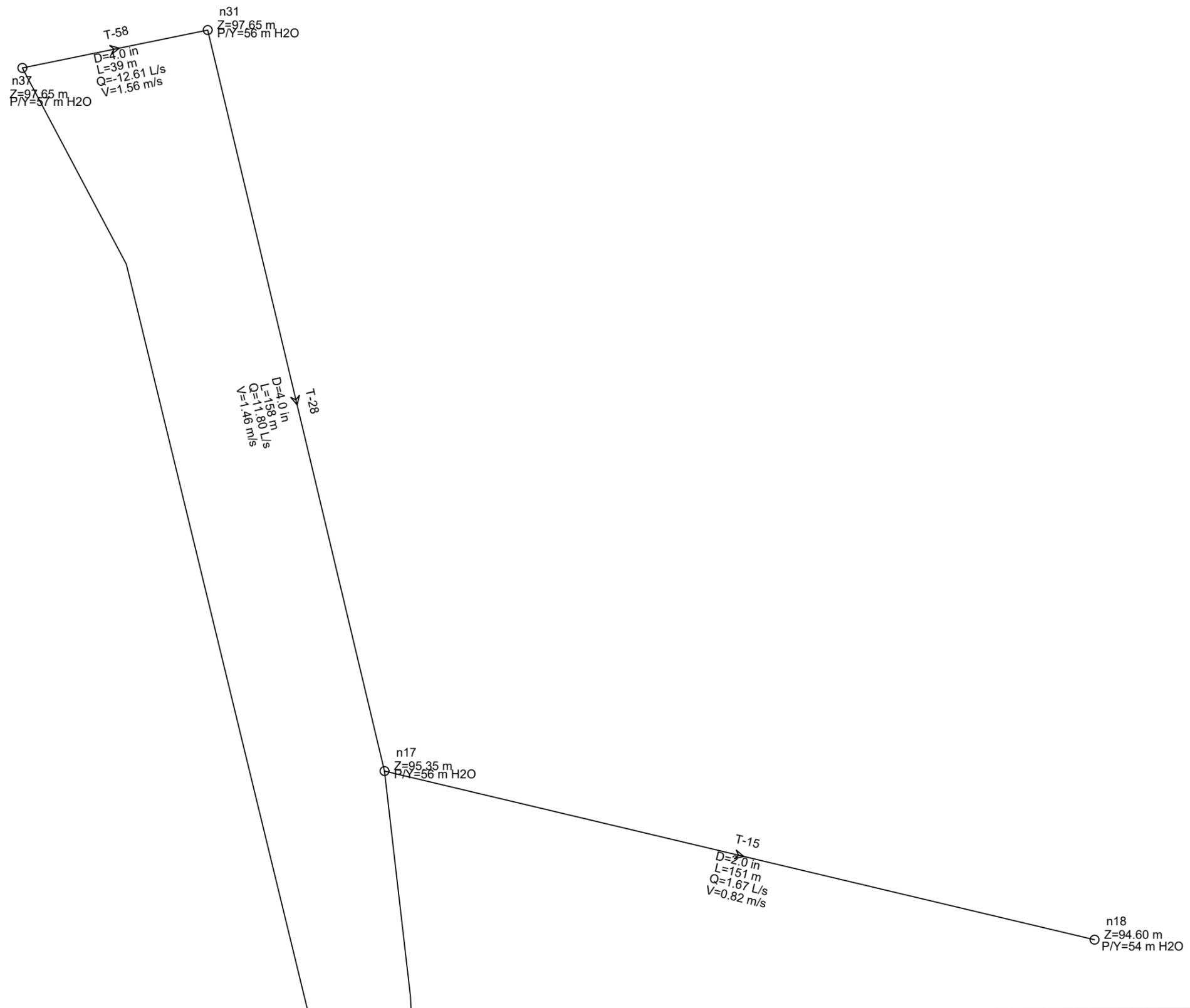
Septiembre 2024

HOJA No.

05

DE:

07



Documentos académicos