



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad Tecnológica de la Construcción

Monografía

“DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD DE SAN ROQUE MUNICIPIO DE ESTELÍ, DEPARTAMENTO DE ESTELÍ.”

Para optar al Título de Ingeniero Civil

Autores

Br. María Gabriela Agurcia Rivera.
Br. Leydyn Marinell Betanco Maradiaga.
Br. Kathleen Yanuara Andino Torres.

Tutor

Ing. Keyling Ninoska Pérez Blandón.

Managua, 20 de enero 2021

DEDICATORIA

Dedico esta monografía primeramente a Dios quien es dador de la vida y la sabiduría, quien abrió puertas para que yo pudiera llegar a culminar mi carrera profesional, y por iluminarme en cada paso y nunca dejarme desfallecer.

A mi madre Ing. Pastora Rivera Centeno (QEPD), mi motor para llegar hasta esta etapa de mi vida, quien dedicó toda su vida para darme un futuro prometedor, me animo y apoyo cada instante que estuvo conmigo y quien hasta su último suspiro de vida entrego todo para que yo pudiera continuar con mis estudios.

A mi hermana Alexa Ximena Agurcia Rivera (QEPD) quien fue mi mejor amiga y consejera, quien me motivaba cada segundo para que no desfallecerá y lograra mis objetivos y estuvo a mi lado hasta su último momento de vida.

A mi esposo Alex Orlando Montiel por estar conmigo en los momentos más difíciles de mi vida y en esta etapa de mi formación profesional, motivándome, apoyándome y animando para continuar y cumplir mis sueños, por enseñarme que si pongo a Dios como centro de mi vida y que con dedicación y esmero soy capaz de lograr todo lo que me proponga.

María Gabriela Agurcia Rivera

DEDICATORIA

Se fuerte y valiente - Josué 1: 9. Esta monografía está dedicada especialmente a Dios, quien estuvo presente en el caminar de mi vida, bendiciéndome y dándome fuerzas para continuar con mis metas trazadas sin desfallecer.

A mis padres, Juan Betanco y Jessenia Maradiaga, quienes me enseñaron que la mayor herencia que me pudieron dar, es el estudio y que incluso la tarea más grande se puede lograr si se hace un paso a la vez, gracias por todo ese apoyo constante, por llenar mi vida con sus valiosos consejos y ayudarme a culminar mi carrera profesional.

Leydyn Marinel Betanco Maradiaga

DEDICATORIA

A Dios nuestro creador en primer lugar, ya que sin él nada hubiese sido posible.

A mis padres Denis Andino Zambrana e Ivania María Torres, quienes han sido mi pilar y apoyo fundamental en mi formación académica y todo lo que soy como persona.

A mi hija Mía Kaylani Torres Andino que con la alegría de su llegada me motivó a seguir adelante en mi lucha por alcanzar mis sueños.

A mi hermano Gersan Andino Torres que ha sido como otro padre para mí y mi apoyo incondicional.

A todas las personas que de una u otra manera hicieron posible este trabajo.

Y por último de manera especial quiero dedicar este logro a mi mejor amigo Ing. Cruz Alberto Obregón (QEPD) con quien compartimos este sueño, pero que lastimosamente él no lo pudo cumplir.

Kathleen Yanuara Andino Torres

AGRADECIMIENTO

Agradecemos, primeramente, a **Dios** nuestro creador, que nos dio la fuerza, sabiduría y habilidad para llevar a cabo esta tesis.

Agradecemos encarecidamente a nuestros padres y familia, quienes fueron nuestro motor que nos impulsó a seguir adelante cuando faltaron las fuerzas y el ánimo,

A nuestros maestros, en especial a nuestra tutora quien nos vio no como alumnos sino como a amigos propios, siendo ella una mentora, fuente de conocimiento y un pilar para la elaboración de nuestra tesis.

Al Ing. Jorge Lazos y la Alcaldía Municipal de Estelí, por brindarnos de manera amable toda la información necesaria para elaboración de nuestra tesis.

RESUMEN EJECUTIVO

La comunidad San Roque, municipio Estelí Departamento de Estelí cuenta con una población de 302 habitantes, distribuidos en 77 viviendas, dicha comunidad presenta un asentamiento progresivo, careciendo de un servicio de abastecimiento de agua, el cual se abastecen por medio de un puesto público brindado por la Empresa AGUA ROCA y por un pozo perforado recorriendo largas distancias para acarrear el agua hasta sus hogares.

La función principal de este informe es presentar una propuesta de diseño hidráulico de los componentes de un Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico.

En la preparación de este diseño se aplicaron las normas técnicas para el Diseño de Sistemas de Abastecimiento de agua potable en el medio rural regidas por NTON 09-001-99 emitida por el instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados INAA, para su diseño se tomaron criterios hidráulicos que garanticen el funcionamiento eficiente durante la vida útil de la obra.

Se elaboró un estudio demográfico de la comunidad con el objetivo de determinar a través del método geométrico la proyección futura para el periodo de diseño de este sistema obteniendo así un consumo máximo diario de 10.38 gpm y un consumo máximo horario de 17.293 requerido para la población en el año 2039. Posteriormente se efectuó un levantamiento topográfico con estación total (LEICA TS06 PLUS) de 4489 metros entre la línea de conducción y distribución en donde se detallan los accidentes y cotas del terreno, lo que permitió definir la configuración del sistema y su funcionamiento por bombeo.

El diseño comprende la red de conducción de la fuente, en este caso un pozo hasta un tanque de almacenamiento, donde el vital líquido circulara a presión utilizando una bomba sumergible de 1 hp de potencia.

se dimensionaron las tuberías de la red de distribución con sus válvulas necesarias, velocidades y presiones para que garantice que el flujo llegue por gravedad desde el tanque hasta los domicilios.

El costo total de la obra es de C\$ 11,588,026.50 (once millones, quinientos ochenta y ocho mil, veinte y seis córdobas con 50/100 centavos)

Para darle curso a la construcción de este proyecto se realizan los planos, especificaciones técnicas y planificación.

La estructura para la presentación de resultados de este informe será:

- Descripción del sitio del proyecto
- Estudios previo necesarios
- Propuesta de diseño hidráulicos de los componentes del MABE
- Modelación hidráulica en EPANET
- Propuesta de planos y estimación del presupuesto de obra.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I: GENERALIDADES	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Antecedentes.....	3
1.3. Justificación	5
1.4. Objetivos	6
1.4.1. Objetivo general	6
1.4.2. Objetivos específicos	6
1.5. Descripción del área de estudio.....	7
1.5.1. Localización.....	7
1.5.2. Demografía.....	7
1.5.3. Clima	7
1.5.4. Geografía y Geología	8
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	8
2.1. Diagnóstico socioeconómico.....	8
2.2. Levantamiento Topográfico.....	8
2.3. Calidad de Agua	8
2.3.1. Tratamiento.....	8

2.3.2. Agua potable.....	9
2.4. Fuente de abastecimiento.....	9
2.5. Diseño hidráulico	9
2.5.1. Período de diseños	9
2.5.2. Variaciones de consumo	9
2.5.3. Presiones máximas y mínimas	10
2.5.4. Pérdidas de agua en el sistema	10
2.6. Sistema rural de abastecimiento de agua	10
2.6.1. Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE).....	10
2.6.2. Líneas de conducción sistema por bombeo.....	10
2.6.3. Población a servir	11
2.6.4. Dotación.....	11
2.7. Almacenamiento.....	11
2.8. Golpe de ariete.....	12
2.9. Red de distribución	12
2.9.1. EPANET.....	12
2.9.2. Conexiones domiciliarias	12
2.10. Presupuesto.....	12
2.11. Costos directos	13
2.11.1. Costos indirectos.....	13

CAPITULO III: DISEÑO METODOLÓGICO	14
3.1. Tipo de investigación.....	14
3.2. Universo	14
3.3. Recolección de la información.....	14
3.3.1. Levantamiento de información socioeconómica	15
3.4. Levantamiento topográfico.....	15
3.5. Análisis calidad de agua	16
3.5.1. Prueba de bombeo	16
3.6. Diseño del sistema.....	16
3.6.1. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable	16
3.7. Normas de diseño	17
3.7.1. Cálculo de la población	17
3.7.2. Variaciones de consumo	17
3.7.3. Calculo hidráulico para el diseño	18
3.7.4. Diseño de obras hidráulicas.....	18
3.7.5. Línea de conducción por bombeo	18
3.7.6. Almacenamiento.....	20
3.7.7. Volumen compensador.....	20
3.7.8. Red de distribución.....	20
3.8. Elaboración de planos constructivos y de detalles	21

3.9. Simulación de la red en el software EPANET	21
3.10. Cálculo del presupuesto.....	21
CAPITULO IV: ANÁLISIS Y RESULTADOS DEL DISEÑO	23
4.1. Estudio socioeconómico	23
4.1.1. Características de la población.....	23
4.1.2. Nivel de educación.....	23
4.1.3. Rango de ingresos	24
4.1.4. Estado legal de la vivienda.....	25
4.1.5. Estado físico de la vivienda.....	25
4.1.6. Estructura de la vivienda	26
4.1.7. Red de agua	26
4.1.8. Abastecimiento de agua	26
4.1.9. Disposición del agua.....	27
4.1.10. Calidad de agua.....	27
4.2. Levantamiento topográfico	28
4.3. Calidad del agua de la fuente de abastecimiento y disposición de la misma	28
4.3.1. Análisis de los resultados físico – químico	28
4.3.2. Análisis de resultados bacteriológico	29
4.3.3. Análisis de resultados de metales pesados.....	29

4.3.4. Análisis de prueba de bombeo.....	30
4.3.4.1. Programación de bombeo	30
4.4. Diseño hidráulico de los componentes del sistema	36
4.4.1. Proyección de la población	36
4.4.2. Dotación del agua.....	36
4.4.3. Tubería de conducción	37
4.5. Cálculo del tanque de almacenamiento	41
4.6. Simulación del sistema de abastecimiento de agua	42
4.7. Estimación de costos del sistema de abastecimiento	44
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	47
Conclusiones.....	47
Recomendaciones.....	48
BIBLIOGRAFÍA	49
ANEXOS	I
Anexo N° 1: Macro y micro localización.....	I
Anexo N° 2: Encuesta socio-económica	III
Anexo N° 3: Fuente de abastecimiento actual	IV
Anexo N° 4: Levantamiento topográfico con estación total	VIII
Anexo N° 5: Resultado de los Análisis de la Prueba de Agua.....	XII

Resultado de los Análisis Físico-Químico	XII
Resultados de los Análisis Bacteriológicos	XIII
Resultado de los Análisis Metales Pesados	XIV
Anexo N° 6: Programación de Bombeo.....	XV
Intervalos de Lectura	XVII
Anexo N° 7: Simulación Epanet	XXI
Anexo N° 8: Resultados de tuberías obtenidos en el análisis de EPANET	XXVI
PLANOS CONSTRUCTIVOS	LVIII

LISTA DE FIGURAS

Figura N° 1: Nivel de Educación.....	24
Figura N° 2: Ingreso Económico.....	24
Figura N° 3: Estado legal de la vivienda.....	25
Figura N° 4: Estado físico de la vivienda	25
Figura N° 5: Estructura de la vivienda	26

LISTA DE TABLAS

Tabla N° 1: Población Comunidad San Roque.....	23
Tabla N° 2: Red de Agua.....	26
Tabla N° 3: Abastecimiento de Agua.....	27
Tabla N° 4: Disposición del Agua	27
Tabla N° 5: Calidad del Agua	27
Tabla N° 6: Proyección de la Población, comunidad San Roque	36
Tabla N° 7: Proyección de la población y consumo de agua.....	37
Tabla N° 8: Elementos y accesorios de la Sarta	39
Tabla N° 9: Resumen de los resultados del golpe de Ariete	40
Tabla N° 10: Costo del sistema de abastecimiento de agua potable para su ejecución.....	44

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica N° 1: Primer intervalo de lectura	31
Gráfica N° 2: Segundo intervalo de lectura	31
Gráfica N° 3: Tercer intervalo de lectura	32
Gráfica N° 4: Cuarto intervalo de lectura.....	32
Gráfica N° 5: Quinto intervalo de lectura	33
Gráfica N° 6: Sexto intervalo de lectura	34
Gráfica N° 7: Séptimo intervalo de lectura.....	34

Gráfica N° 8: Octavo intervalo de lectura 35

LISTA DE ABREVIATURAS

a: es la celeridad de la onda elástica del fluido en la tubería.

C: Coeficiente de rugosidad de tubería (adimensional).

CAPRE: Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centro América, Panamá y República Dominicana.

CAPS: Comité de Agua Potable y Saneamiento.

CED: Carga Estática de la Descarga

CMD: Consumo Máximo Día.

CMH: Consumo Máximo Hora.

CTD: Carga Total Dinámica.

CPD: Consumo Promedio Diario.

D: Diámetro de tubería de descarga (m).

E: Módulo de elasticidad de la tubería PVC.

ENACAL: Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados.

FISE: Fondo de Inversión Social de Emergencia.

g: Aceleración de la gravedad.

h: Sobrepresión del golpe de ariete.

Hf: Pérdidas (m).

INAA: Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados.

INIDE: Instituto Nacional de Información de Desarrollo.

K: Módulo de elasticidad del fluido.

Le: Longitudes equivalentes (m).

MABE: Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico.

MINSA: Ministerio de Salud.

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

NEA: Nivel Estático del Agua.

NEP: Nivel Estático Profundo

NTON: Nomas Técnicas Obligatorias Nicaragüenses.

Pn: Población del año "n".

Po: Población al inicio del período de diseño. Q = Caudal (m³/s).

Q_e : Caudal entrante en el tramo en (gpm).

Q_f : Caudal de salida al final del tramo (gpm).

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

S: Perdida de carga en (m/m).

S_e : Pérdidas en el tramo correspondientes.

S_f : Pérdidas en el tramo correspondientes.

ρ : Densidad del líquido.

δ : Espesor de la tubería.

CAPÍTULO I: GENERALIDADES



«Del SEÑOR es la tierra y todo lo que hay en ella; el mundo y los que en él habitan. Porque él la fundó sobre los mares, y la asentó sobre los ríos

Salmos 24:1-2»

Capítulo I: Generalidades

1.1. Introducción

El agua es una sustancia natural vital que se encuentra presente únicamente en la Tierra, se halla en forma líquida en los mares, ríos y en grandes depósitos subterráneos. Esta se ha transformado para el hombre en un problema de gran envergadura considerándolo un recurso vital. Pese a que se ha convertido en los últimos años en un recurso escaso y de difícil acceso en algunas regiones del planeta.

Nicaragua es un país dotado de recursos naturales principalmente de recursos hídricos, los cuales no son aprovechados racionalmente. La optimización del recurso del agua adquiere gran importancia, ya que la disponibilidad del líquido disminuye cada vez más y por lo tanto su obtención se dificulta y se encarece de manera importante. Debido al crecimiento acelerado de la población en nuestro país se ha limitado la cobertura total de los servicios de abastecimiento de agua, pues la capacidad financiera limitada de los organismos encargados de proveer estos servicios y la institucionalidad débil del sector restringen las posibilidades de mejorar el acceso y calidad de agua potable en el país en especial para las zonas no urbanas.

En nuestro país existen lugares afectados por la falta de servicios de agua potable, como es el caso de la comunidad de San Roque, departamento de Estelí, donde las familias no logran recibir la cantidad de agua necesaria para el uso diario y por ende el agua es utilizada únicamente para el consumo humano. Esta situación ha obligado a racionar el agua por lo que actualmente solo es posible suministrar agua tres veces a la semana beneficiando esto solo a la población que está en la parte baja de la comunidad dejando desabastecida a la parte más alta de la comunidad la cual cuenta solo con un pozo manual.

Es por este fin que se propone el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable, que sea ideal para solventar la demanda del recurso en la comunidad durante

todo el año y con un periodo de diseño que cumpla con los requisitos de las Normas técnicas obligatorias nicaragüenses.

1.2. Antecedentes

El planeta se compone de $\frac{3}{4}$ partes de agua, casi un 97% del agua en la Tierra es agua salada y sólo 3% agua dulce, es decir del total de agua que hay en la Tierra, menos del 0.01% está disponible en su estado natural para el consumo humano.

Nicaragua es un país especialmente privilegiado en cuanto a recursos hídricos, a pesar de ello la contaminación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos ha tenido un gran impacto en su disponibilidad. La empresa que suministra el servicio de agua potable cuenta con una cobertura del 55% con claras deficiencias y cortes durante las estaciones secas, actualmente en el país existen 2732 sistemas de agua potable MABE, abarcando la región central con 193 sistemas de agua potable. En el Municipio de Estelí el 67% de las aguas de origen subterráneo es destinado para el abastecimiento de agua potable el otro 33% para usos Agrícolas.

La comunidad de San Roque está ubicada en el sector nor-oeste de la ciudad de Estelí a 8km carretera a Achuapa En sus orígenes se abastecían principalmente del rio “La Quebrada” y del almacenamiento de aguas de lluvia en temporada de invierno.

En el 2010 la población de la comunidad san Roque solicito a la alcaldía municipal el apoyo para la elaboración y financiamiento del primer pozo público el cual abasteció solamente al 40% de sus habitantes.

En el 2014 Elías Montoya y su familia descubren un manantial ubicado entre dos pinos que recorren varios kilómetros de la reserva natural el Quiabu y es ahí donde se funda la empresa Agua roca en este sector, dicha empresa logro abastecer el 60% de la población restante a través de la instalación de grifos ubicados en algunas estaciones principales de la comunidad. Se dispone de dichos grifos solamente tres veces a la semana sin un horario fijo y por un lapso de tiempo muy corto.

Hoy en día esta comunidad enfrenta graves problemas de abastecimiento de agua, por lo que, para obtener vital líquido, es necesario buscar solución a este principal problema que afronta la población de San Roque.

1.3. Justificación

En la comunidad de San Roque la población identifico como principal problema la falta de cobertura del servicio de agua potable, debido a que el 34% se abastece de un pozo comunitario y el 66% de grifos públicos, los cuales no están a disposición permanente del consumidor, hecho que ha agravado la situación por el crecimiento demográfico, ya que cada vez es mayor la demanda y menor la capacidad de la obra existente para solventar la necesidad del consumo. Dicha situación también afecta más del 82% de la población ya que el consumo de agua no es de buena calidad y por ende las relaciones interpersonales pues la falta de inflexibilidad con respecto a la distribución de agua provoca molestia entre el 84% de los pobladores, todas estas situaciones son un riesgo para la estabilidad de la comunidad y así mismo la salud de los pobladores.

Por esto se propone un proyecto de Abastecimiento de agua potable como una necesidad de prioridad para los habitantes de San Roque, que sea capaz de mejorar la calidad de vida brindándoles agua en cantidad y calidad en especial a las mujeres y niños que son los que recorren hasta más de 300 metros para recolectar y acarrear el agua desde los puestos públicos y grifos hasta sus respectivos hogares para realizar sus actividades domésticas, y consumo humano.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Diseñar el Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Comunidad de San Roque Municipio de Estelí, Departamento de Estelí.

1.4.2. Objetivos específicos

- 1) Identificar mediante un diagnóstico las condiciones socio-económicas de las familias de la comunidad.
- 2) Efectuar un levantamiento topográfico para conocer las condiciones del terreno y definir el trazado del sistema.
- 3) Analizar la calidad del agua de la fuente de abastecimiento propuesta y la disposición de la misma.
- 4) Elaborar el diseño hidráulico de los componentes del sistema basado en la norma para el diseño de abastecimiento de agua potable en el medio rural (NTON 09003 – 99).
- 5) Simular el sistema de abastecimiento de agua potable mediante el uso de software EPANET.
- 6) Estimar el costo del sistema de abastecimiento de agua potable para su ejecución.

1.5. Descripción del área de estudio

1.5.1. Localización

1.5.1.1. Macro localización

La comunidad de San Roque se encuentra ubicado en el la República de Nicaragua en el sector Nor-oeste de la ciudad de Estelí, departamento de Estelí, a 8 km de la entrada norte de Estelí.

(Ver anexo N° 1)

1.5.1.2. Micro localización

San Roque considerado como una comunidad de Estelí, departamento de Estelí. El municipio de San Roque se encuentra ubicado entre las coordenadas geográficas X:563690.077 y Y:1445470.859.

1.5.2. Demografía

La población total del municipio es de: 302 habitantes, las cuales habitan en 77 casas y la densidad poblacional es de 133.03 hab/km².

1.5.3. Clima

1.5.3.1. Temperatura

Las características climáticas del municipio son variables, debido a la altitud, la latitud, y la orografía que condicionan diversas zonas, el clima del municipio es templado seco por ser una zona sujeta a la sequía.

El comportamiento general de la distribución mensual de temperaturas se caracteriza por ser máximas durante el mes de marzo 35.8°C y mínimas en diciembre 25.5.°C. La temperatura media anual es de 21.5 °C donde la precipitación pluvial promedio anual es de 825 milímetros.

1.5.3.2. Precipitación

La alta evaporación promedio anual de 2,054 mm superior a la precipitación anual que se estima en 825 Mm. dificulta las actividades agrícolas en el municipio, siendo condicionante para la elevación de los rendimientos la necesidad de incrementar las áreas de riego.

1.5.3.3. Antecedentes

Antecedentes de inundaciones en algunos sectores del municipio (Huracán Mitch). Aunque no es recurrente. Los antecedentes históricos nos permiten identificar comunidades vulnerables ante la presencia de huracanes o fuertes lluvias, qué, aunque no impacten directamente en el municipio, los efectos son sentidos en la población de estos municipios. Las comunidades que se inundaron durante el paso del Huracán Mitch siguen siendo un referente para estar atentos ante cualquier otro evento de esa misma naturaleza. La memoria de los pobladores, aún mantiene ese recuerdo de lo sucedido. Es por esto que las mismas comunidades solamente aparecen referidas en este plan como elemento orientador para ser tomado en cuenta para posibles eventos similares.

1.5.4. Geografía y Geología

1.5.4.1. Relieve

El relieve es variado, el cual está condicionado a las particularidades morfo estructurales que presenta el territorio. La altura media municipal es de 1.150 msnm siendo el punto más elevado el Cerro la fila que alcanza 1603 msnm.

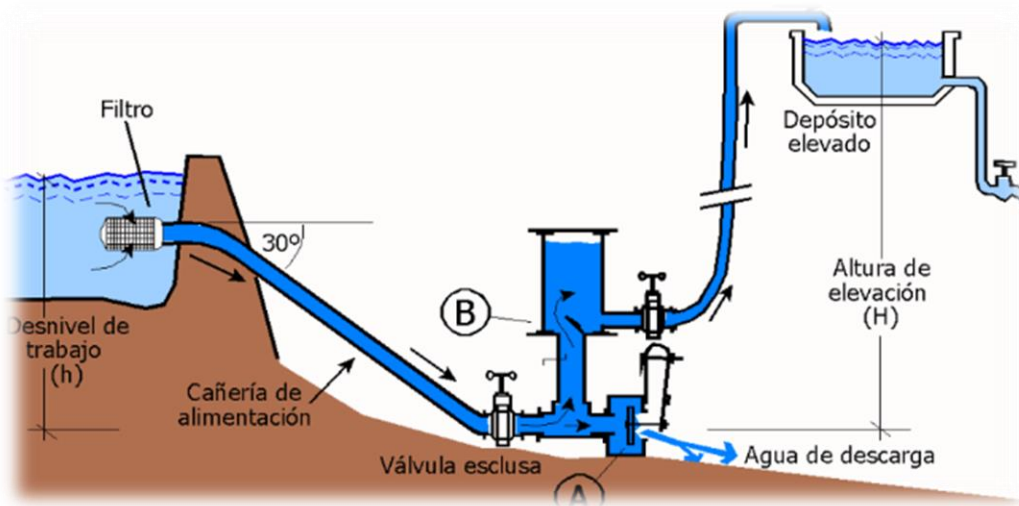
El área municipal posee una topografía ondulada, con montañas y algunas mesetas de elevada altura. Flujo de formación geológica del terciario en los alrededores de la Montañita. Talud de suelos coluviales. Sus suelos, por lo general oxisoles de poca vocación agrícola, están ocupados por bosques de coníferas y latifoliadas como pino, roble. La cuenca hidrográfica existente es Rio la quebradita

1.5.4.2. Conformación del suelo

La cobertura vegetal que domina es la de latifoliadas y cubren el 29.1 % de los suelos del municipio. La cobertura de coníferas solo domina 0.7 % del territorio y la vegetación arbustiva cubre un 6%. La vegetación herbácea la componen pastos mejorados, pastos con malezas y pastos con árboles que alcanzan un 53.0 %, del territorio.

CAPITULO II:

MARCO TEÓRICO



«Mas el que bebiere del agua que yo le daré, no tendrá sed jamás; sino que el agua que yo le daré será en él una fuente de agua que salte para vida eterna.»

Juan 4:14

Capítulo II: Marco teórico

2.1. Diagnóstico socioeconómico

Es la descripción, evaluación, análisis de la situación actual y la trayectoria histórica de la realidad de un lugar que se desea estudiar, por lo tanto, implica un conocimiento cuantitativo y cualitativo de la realidad existente y una apreciación de las posibles tendencias de los fenómenos, lo cual permite conocer la problemática existente y las potenciales del municipio, aspectos que sirvan de base para la elaboración del proyecto.

(http://www.eco.buap.mx/cedes/recurso/el_diagnostico.pdf)

2.2. Levantamiento Topográfico

Desde el punto de vista hidrográfico, el Levantamiento Topográfico consiste de una serie de actividades llevadas a cabo con el propósito de describir la composición de aquellas partes de la superficie de la tierra que sobresalen del agua. Incluye el relieve de la costa y la ubicación de accidentes y características naturales o artificiales permanentes. (https://www.iho.int/iho_pubs/CB/C-13/spanish/C-13_Capitulo_6.pdf)

2.3. Calidad de Agua

El término calidad de agua se refiere al conjunto de parámetros que indican que el agua puede ser usada para diferentes propósitos como: domésticos, riego, recreación e industria. (Clara, 2005).

2.3.1. Tratamiento

El suministro de Agua Potable para el sector rural procedente de fuentes superficiales, sean éstas pequeños ríos o quebradas, o afloramientos de agua subterráneas como los manantiales, pueden presentar características fisicoquímicas y bacteriológicas no aptas para el consumo humano, esto implica que se requiere de una serie de procesos unitarios con el objeto de corregir su calidad y convertirla en agua potable acorde con las normas establecidas. (INAA, 2016)

2.3.2. Agua potable

Según las Normas Técnicas AyS-AcH. Se define el agua potable como el agua necesaria para cubrir las necesidades domésticas (tomar, cocinar, bañarse, lavar), por lo que se excluyen otros usos (riego, aguado de animales, etc.) a la hora de diseñar las obras de agua potable. El agua potable debe ser disponible en cantidad y calidad suficiente, para cubrir las necesidades básicas de los beneficiarios del sector de la comunidad, con el fin de garantizar un acceso Seguro y constante al agua potable, las obras son además realizadas para resistir a desastres naturales (diseño, ubicación, protecciones) etc. (Acción Contra el Hambre (ACF International Network), 2018).

2.4. Fuente de abastecimiento

Se entiende por fuente de abastecimiento de agua aquel punto o fase de ciclo natural del cual se desvía o aparta, temporalmente para ser usada regresando finalmente a la naturaleza. Esta agua puede o no volver a su fuente original. (Fuentes de abastecimiento aprovechamiento y consumo de Agua)

2.5. Diseño hidráulico

2.5.1. Período de diseños

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

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

2.5.2. Variaciones de consumo

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

2.5.3. Presiones máximas y mínimas

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

Presión Mínima: 5.0 metros

Presión Máxima: 50.0 metros

2.5.4. Pérdidas de agua en el sistema

Cuando se proyectan Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, es necesario considerar las pérdidas que se presentan en cada uno de sus componentes, la cantidad total de agua perdida se fija como un porcentaje del consumo promedio diario cuyo valor no deberá ser mayor del 20%.

2.6. Sistema rural de abastecimiento de agua

Es el conjunto de tuberías, instalaciones y accesorios destinados a conducir las aguas requeridas bajo una población determinada para satisfacer sus necesidades, desde su lugar de existencia natural o fuente hasta el hogar de los usuarios.

2.6.1. Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE)

Esta opción será considerada solo en los casos en que exista:

- (1) Disponibilidad de fuente de abastecimiento;
- (2) Disponibilidad de energía eléctrica
- (3) Capacidad de pago de la comunidad.

Si no se puede aplicar esta opción se procurará adoptar cualquiera de los otros tipos de sistemas. Si no existe otra opción técnica y económicamente más aceptable entonces se realizará la perforación de uno o más pozos. (INAA, 2016)

2.6.2. Líneas de conducción sistema por bombeo

La conducción por bombeo es necesaria cuando se requiere adicionar energía para transportar el gasto de diseño. Este tipo de conducción se usa generalmente cuando

la elevación del agua en la fuente de abastecimiento es menor a la altura piezométrica requerida en el punto de entrega. El equipo de bombeo proporciona la energía necesaria para lograr el transporte del agua. (Gutierrez, 2015).

2.6.3. Población a servir

La población a servir es el parámetro básico para dimensionar los elementos que constituyen el sistema.

La metodología requiere la investigación de las tasas de crecimiento histórico, las que sirven de base para efectuar la proyección de la población. (INAA, 2016)

2.6.4. Dotación

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

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

a) Para Sistemas de abastecimiento de agua potable, por medio de puestos públicos, se asignará un caudal de 30 a 40 lpd.

b) Para sistemas de abastecimiento de agua potable por medio de conexiones domiciliarias de patio, se asignará un caudal de 50 a 60 lpd.

c) Para los pozos excavados a mano y pozos perforados se asignará una dotación de 20 a 30 lpd. (INAA, 2016)

2.7. Almacenamiento

Los depósitos para el almacenamiento en los sistemas de abastecimiento de agua, tienen como objetivos; suplir la cantidad necesaria para compensar las máximas demandas que se presenten durante su vida útil, brindar presiones adecuadas en la red de distribución y disponer de reserva ante eventualidades e interrupciones en el suministro de agua. (INAA, 2016)

2.8. Golpe de ariete

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

2.9. Red de distribución

2.9.1. EPANET

Es un programa de ordenador que realiza simulaciones en periodos prolongados de comportamiento hidráulico y de la calidad de agua en redes de suministro a presión.

2.9.2. Conexiones domiciliarias

Son tomas de agua que se aplican en el sector rural, pero en ocasiones esporádicas y sujetas a ciertas condiciones, tales como disponibilidad suficiente de agua, bajos costos de operaciones (sistemas por gravedad), capacidad de pago de la población, y número de usuarios del servicio. (INAA, 2016)

2.10. Presupuesto

El presupuesto en construcción es una herramienta que tiene por objeto determinar anticipadamente el costo de la ejecución material de una obra, se realiza con base en los planos y en las especificaciones técnicas de un proyecto, además de otras condiciones de ejecución, se elaboran los cómputos de los trabajos a ejecutar, se hacen los análisis de precios unitarios de los diversos ítems y se establecen los valores parciales de los capítulos en que se agrupan los ítems, y así obtener el valor total de la obra.

2.11. Costos directos

El costo directo del precio unitario de cada ítem debe incluir todos los costos en que se incurre para realizar cada actividad, en general, este costo directo está conformado por tres componentes que dependen del tipo de ítem o actividad que se esté presupuestando. (excavación, hormigón armado para vigas, replanteo, etc.).

- 1) Materiales: es el costo de los materiales puestos en obra.
- 2) Mano de Obra: es el costo de la mano de obra involucrada en el ítem, separada por cada especialidad, por ejemplo, en el caso de una viga de hormigón armado se necesita la participación de albañil, encofrador y armador. Por otra parte, se debe tomar también en cuenta los beneficios sociales.
- 3) Maquinaria, equipo y herramientas: es el costo de los equipos, maquinarias y herramientas utilizadas en el ítem que se está analizando.

2.11.1. Costos indirectos

Los costos indirectos son aquellos gastos que no son fácilmente cuantificables como para ser cobrados directamente al cliente. Los costos indirectos incluyen: gastos generales, utilidades y los impuestos. (Carreño)

CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO



«Dice el Señor: Yo te instruiré, yo te mostraré el camino que debes seguir; yo te daré consejos y velaré por ti.»

Salmos 24:1-2

Capítulo III: Diseño metodológico

3.1. Tipo de investigación

De acuerdo los objetivos propuestos y el problema a plantear, la investigación que se realizó fue analítica aplicada ya que se desarrolló una metodología de cálculo de las diferentes variables que contiene el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable cumpliendo las normas para zonas rurales establecidas en Nicaragua, tomando en cuenta sus características, funcionamiento e interrelación y los aspectos de mantenimiento y operación de la misma.

3.2. Universo

El universo con el que se realizó este estudio tomó en cuenta un pozo perforado existente que se encuentra localizado en el sitio de estudio. La Muestra está constituida por el 100% de las familias (Un miembro por cada familia y/o vivienda) de la comunidad de San Roque, departamento de Estelí.

3.3. Recolección de la información

Se hizo una visita de campo para conocer la manera en que está organizada la comunidad, saber quién es el líder comunitario, si hay un comité de agua potable (CAPS) ya organizado, si existe presencia de proyectos para el desarrollo social de la comunidad, etc.

Se hizo una reunión con la persona encargada del centro de salud de la localidad con el fin de conocer la situación en cuanto a salud de los pobladores. Conocer si hay existencia de un registro de las enfermedades que afecta a la población, y cuáles de estas son causadas por consumo de agua no potable.

Identificamos cuáles eran las posibles fuentes de información, conocimos el sitio su relieve, uso de suelo, manejo y gestión del territorio, situación de los habitantes en cuanto a transporte, comunicación, suministro de energía eléctrica y educación.

Se constató la existencia de censos poblacionales, de igual manera se realizaron censos para obtener información proveniente de instituciones propias del lugar, tales como: alcaldías, ENACAL y el MINSA.

3.3.1. Levantamiento de información socioeconómica

La información se obtuvo por medio de una encuesta a la población casa a casa que permitió desarrollar la problemática que afecta al sector e información socioeconómica.

Se tomó como modelo la encuesta Nuevo FISE, la cual se denominó encuesta socioeconómica de la comunidad de San Roque, departamento de Estelí. Esta información identificó las necesidades básicas y situación actual de la población en base a condiciones de vida, salud, economía y abastecimiento actual de agua. (Ver anexo N.º 2).

Los datos obtenidos en las encuestas se procesaron mediante el programa Microsoft Excel, se les asignó un valor numérico mediante gráficas, para clasificar la información. Los resultados de la entrevista y observaciones se procesaron con el uso de técnicas de resumen, que permitieron priorizar la información básica de interés para la redacción de este documento.

3.4. Levantamiento topográfico

Se hizo un levantamiento topográfico en la zona de estudio con el objeto de conocer los niveles del terreno y hacer un buen diseño hidráulico optimizando las presiones en el sistema. Para ello se usó: estación total (LEICA TS06 PLUS) con su respectivo prisma, bastón, brújula y una cinta métrica para medir altura de instrumento en cada punto de cambio (Altimetría, planimetría), trazando líneas de conducción desde donde está el pozo perforado hacia el tanque de almacenamiento buscando la parte más recta entre los dos puntos; continuando con el levantamiento topográfico de la red de distribución, ubicando toda infraestructura existente (casas, postes de luz, cercas, ramales de caminos, edificios públicos, etc.).

Para llevar a cabo el levantamiento, se acudió al apoyo de la Alcaldía Municipal de Estelí y así mismo los instrumentos que se utilizaron.

Una vez recopilada la información se procedió a su análisis a detalle mediante el uso de programas especiales (AUTOCAD y EPANET), para proponer el diseño hidráulico.

3.5. Análisis calidad de agua

Para conocer la calidad del agua de la fuente propuesta para el proyecto, se analizaron los datos de las muestras de agua realizadas al pozo perforado existente y así evaluar si esta cumple o no con los parámetros mínimos de consumo de agua ya establecidos por la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense (NTON).

Los parámetros que se analizaron a las muestras ya realizadas fueron: Aspecto, olor, turbiedad, color verdadero, PH, hierro, manganeso, sodio y sulfato. Algunos de estos parámetros también se consideran como componentes inorgánicos que en concentraciones altas afectan la salud, tal como el sodio.

3.5.1. Prueba de bombeo

Para la prueba de bombeo se utilizó el pozo perforado existente con 4 pozos de observación, que estaban ubicados a 5 metros de distancia de la perforación principal y tienen diámetro de 6". La duración mínima del bombeo de prueba fue de 12 horas. Durante este bombeo se obtuvo la siguiente información:

- Nivel estático inicial en cada pozo.
- Caudal del bombeo.
- Nivel del agua.

3.6. Diseño del sistema

3.6.1. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable

Las normas de diseño son en base al documento "Normas técnicas rurales" emitidas por el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA) conocido

actualmente como ENACAL. Su principal objetivo es establecer las principales directrices para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua, contribuyendo al buen desarrollo de los sistemas actuales y futuros del sector, siendo de gran ayuda para entidades y proyectistas dedicados a este tema.

3.7. Normas de diseño

Para el diseño de un Sistema de Agua Potable en la zona rural se requiere de una serie de normas y criterios que no necesariamente deben ser las normas del sector urbano, debido a que existen diferencias en ambos medios, considerando dentro de esas diferencias los factores culturales, económicos y sociales.

3.7.1. Cálculo de la población

Para el cálculo de las poblaciones se usará el método geométrico el cual abarca un rango 2.5% - 4%, y se expresa de la siguiente forma:

$$P_n = P_0 (1+r)^n \quad \text{(Ecuación 1)}$$

Donde:

P_n: Población del año “n”

P₀: 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. Variaciones de consumo

Las variaciones de consumo estarán expresadas como factores de la demanda promedio diario.

Estos valores son los siguientes:

- Consumo máximo día (CMD) = 1.5 CPD (Consumo promedio diario) + fugas (Ecuación 2)
- Consumo máximo hora (CMH) = 2.5 CPD (Consumo promedio diario) + fugas (Ecuación3)

3.7.3. Cálculo hidráulico para el diseño

Para modelación y el análisis hidráulico de la red se hizo uso del software EPANET versión en español, utilizando la fórmula de Hazen - Williams que implementa el programa.

Se efectuó el análisis para consumo máxima hora y cero horas de la red de distribución, consumo máximo día en la línea de conducción, determinando las velocidades, presiones a las que estarán sometidas las tuberías y el diámetro óptimo para determinar la alternativa más viable técnicamente aplicando los criterios y normas del INAA. Todas las simulaciones se realizaron considerando las siguientes consideraciones:

- Nivel dinámico del agua dentro del pozo.
- La curva característica del equipo de bombeo seleccionado.
- Las dimensiones reales del tanque de almacenamiento.
- Tuberías de PVC, HG, C= 150 y C= 100 y diámetros diferentes en las tuberías.
- La Carga Total Dinámica (CTD).
- Las longitudes de los tramos.
- Cantidades de nodos.
- Velocidades y presiones

3.7.4. Diseño de obras hidráulicas

Se realizaron los procedimientos y cálculos basados en las Normas Técnicas obligatorias Nicaragüense de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable en el medio rural (NTON 09001-99). Primeramente, se usaron los datos del estudio topográfico, la demanda de la población con ayuda del estudio socio económico y la modelación del sistema de red y datos obtenidos mediante el uso del software EPANET y luego se procedió a realizar el diseño de las obras hidráulicas

3.7.5. Línea de conducción por bombeo

- a) Para el cálculo hidráulico, las pérdidas por fricción se determinarán por el uso de la fórmula exponencial de Hazen - William.

$$H_f = 10.67 \left(\frac{Q}{C} \right)^{1.852} \frac{L}{\phi^{4.87}} \quad (\text{Ecuación 4})$$

Donde:

Hf: Pérdidas (m).

Q: Caudal (m³/s).

C: Coeficiente de rugosidad de tubería (adimensional).

Le: Longitudes equivalentes (m).

D: Diámetro de tubería de descarga (m).

b) Para determinar el diámetro más económico se aplicará la fórmula de Bresse con $K = 0.9$ Y $n = 0.45$

$$D = 0.9(Q)^{0.45} \quad (\text{Ecuación 5})$$

Donde:

D: Diámetro de tubería de descarga (m)

Q: Caudal (m³/s)

Para el cálculo del golpe de ariete considerando la celeridad de la Onda en Tubería viene definida por la Formula de Joukowski.

Cálculo de Velocidad de propagación de las Ondas “a “

$$a = \frac{\sqrt{\frac{k}{\rho}}}{\sqrt{1 + \frac{k \cdot D}{g \cdot g}}} \quad (\text{Ecuación 6})$$

Donde:

a: es la celeridad de la onda elástica del fluido en la tubería, [m/s] –SI.

K: es el módulo de elasticidad del fluido (módulo de Bulk), [2.03x10⁹N/m²] –SI.

p: es la densidad del líquido, [1000 Kg/m³] –SI.

D: es el diámetro de la tubería, [0.0508m] – SI.

E: es el módulo de elasticidad de la tubería PVC, [2.9x10⁹N/m²] – SI.

δ: es el espesor de la tubería, [0.0023m] –SI.

El numerador de la ecuación es la celeridad de la onda elástica en el fluido.

Algunos autores (Mataix) la denotan como a₀ Para el agua, $\rho = 1000 \text{ Kg/m}^3$ y $k = 2.03 \times 10^9 \text{ N/m}^2$, este valor es:

$$a = \sqrt{\frac{k}{p}} \quad \text{(Ecuación 7)}$$

3.7.6. Almacenamiento

El diseño para el almacenamiento se hizo según las Normas (NTON 09003-99), se diseñaron los tanques necesarios para el almacenamiento, de tal manera que éstos fueron todo el tiempo capaces de suplir las máximas demandas que se presenten durante la vida útil del sistema, además que también mantengan las reservas suficientes para hacerles frente, tanto a los casos de interrupciones en el suministro de energía, como en los casos de daños que sufran las líneas de conducción o de cualquier otro elemento.

3.7.7. Volumen compensador

Es el agua necesaria para compensar las variaciones horarias del consumo. En este caso se debe almacenar.

- a) Para poblaciones menores de 20.000 habitantes, el 25% del consumo promedio diario (CPD).
- b) La reserva para eventualidades y/o emergencias. Este volumen será igual al 15% del consumo promedio diario, según las Normas Rurales (NTON 09003-99).

De tal manera que:

$$VT = 35\%CPD \quad \text{(Ecuación 8)}$$

3.7.8. Red de distribución

Para el análisis de la red se consideraron los casos de red abierta (Ramificada) y de malla cerrada. Para el primer caso el análisis se efectuó de dos maneras.

$$H = \left[\frac{S_e Q_e - S_f Q_f}{2.85(Q_e Q_t)} \right] L \quad \text{(Ecuación 12)}$$

En la cual:

H: Pérdidas por fricción en metros

Q_e : Caudal entrante en el tramo en (gpm)

Q_f : Caudal de salida al final del tramo (gpm)

S_e : Pérdidas en el tramo correspondientes

Q_e : en decimales Sf: Pérdidas en el tramo correspondientes

Q_f : en decimales

L: Longitud del tramo en metros

3.8. Elaboración de planos constructivos y de detalles

Para la creación de los planos se utilizó el software de planos AutoCAD, tomando en cuenta los datos de campo obtenidos a través de la realización del levantamiento topográfico.

Con los resultados del análisis hidráulico a realizarse en EPANET, se plasmaron los planos de los diferentes elementos que conforman un diseño hidráulico, referentes a la red de distribución y líneas de conducción detallados a continuación:

- ✓ Obra de captación
- ✓ Sistema de bombeo
- ✓ Obra de almacenamiento
- ✓ Ductos o tuberías
- ✓ Accesorios.

Todos estos planos y diseño cumplieron con las normas técnicas vigentes para el desarrollo de proyectos de agua potable emitido por el INAA.

3.9. Simulación de la red en el software EPANET

Con los resultados obtenidos en el levantamiento topográfico se dibujó un esquema de la red de distribución y se realizó el análisis hidráulico.

3.10. Cálculo del presupuesto

Mediante el programa Excel se realizó una memoria de cálculo para determinar volúmenes y cantidades de materiales pertenecientes a cada una de las etapas y se elaboró el presupuesto consultando el catálogo de etapas y sub-etapas que proporciona el Nuevo FISE. Así mismo se cotizó los precios para establecer el total de

costos directos de acuerdo a cada una de las actividades, los costos indirectos, además de los impuestos.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y RESULTADOS DEL DISEÑO



«Porque para Dios no hay nada imposible.»

Lucas 1:37

Capítulo IV: Análisis y resultados del diseño

4.1. Estudio socioeconómico

Se realizó el estudio socioeconómico con el objetivo de obtener información de la población actual y la situación socioeconómica de los habitantes de la comunidad de San Roque.

El censo y encuesta socioeconómica en la comunidad San Roque del Municipio de Estelí fue realizada en el mes de mayo del 2019, casa por casa con el propósito de obtener datos reales y actualizados de la comunidad, vivienda y aspectos socioeconómicos de la población para la realización del estudio. Con esta información se generaron datos básicos para desarrollar los cálculos y proyecciones necesarias para el proyecto. La información recopilada en el campo mediante la encuesta socioeconómica fue procesada y los resultados obtenidos están representados por medio de gráficos y se pueden apreciar a continuación.

4.1.1. Características de la población

La comunidad cuenta con un total de 77 viviendas, en las cuales habitan 303 personas constituidas en 70 familias que da un promedio de 3.9 habitantes por vivienda. (Ver tabla N° 1).

Tabla N.º 1: Población Comunidad San Roque

Comunidad	Viviendas	Habitantes	Hombres	Mujeres	Tasa de crecimiento
San Roque	77	302	163	139	2%
% Población			54%	46%	

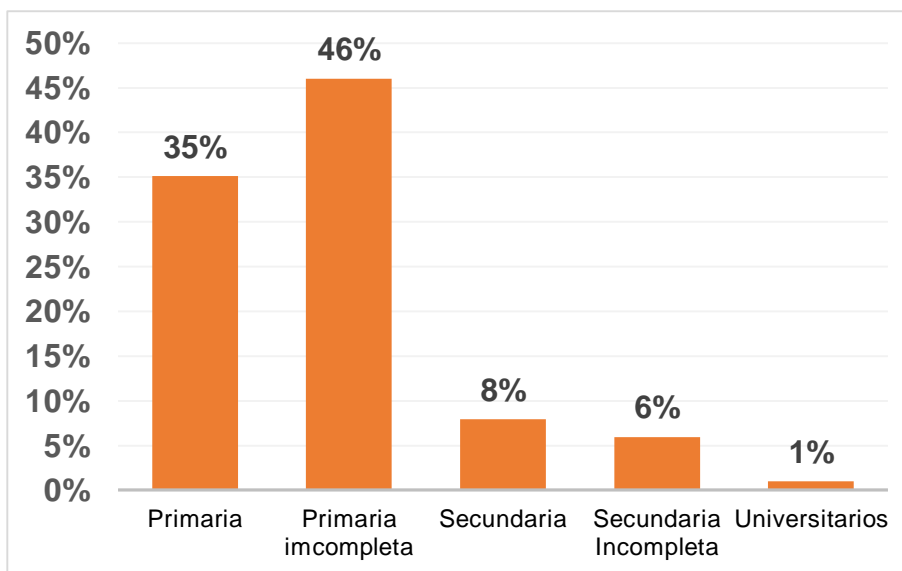
Fuente: Elaboración propia (2021)

4.1.2. Nivel de educación

Según información recopilada se puede observar que el 35% de la comunidad solo logra alcanzar los estudios primarios, el 8% de ésta alcanza los estudios superiores y

el 1% estudios universitarios esto quiere decir que la mayoría de población no tiene un nivel académico. (Ver Figura N°1).

Figura N.º 1: Nivel de educación

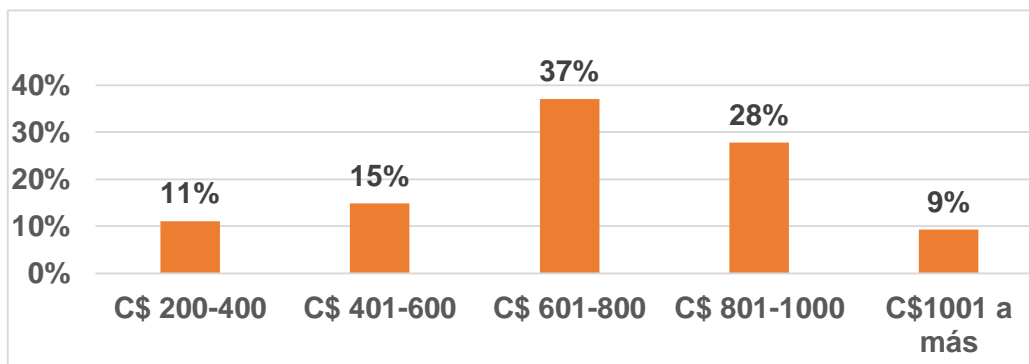


Fuente: Elaboración propia (2021)

4.1.3. Rango de ingresos

Con los datos obtenidos se observa que un 37% de la población tiene un ingreso mayor a C\$ 800 y el resto de la población tiene un ingreso menor C\$ 800. (Ver figura N° 2).

Figura N.º 2: Ingreso económico

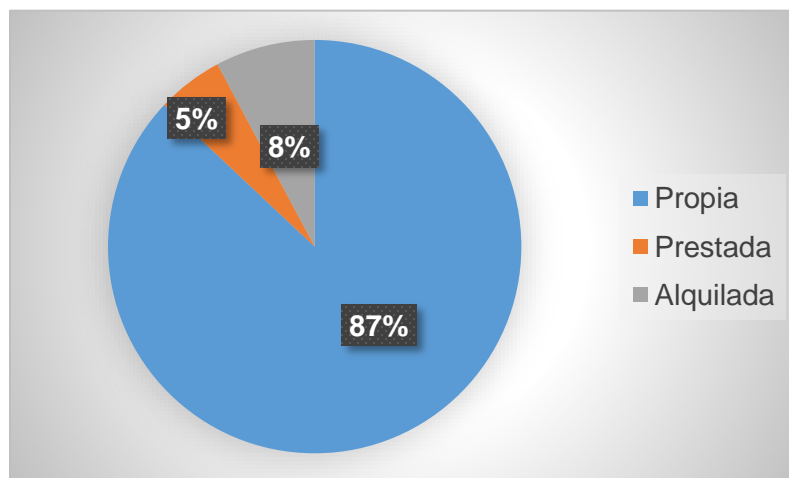


Fuente: Elaboración propia (2021)

4.1.4. Estado legal de la vivienda

El 87% de las familias poseen casa propia, el 5% de las familias habitan en casa prestada a familiares o amigos y el 8% de las familias habitan en casas alquiladas. (Ver figura N° 3).

Figura N.º 3: Estado legal de la vivienda

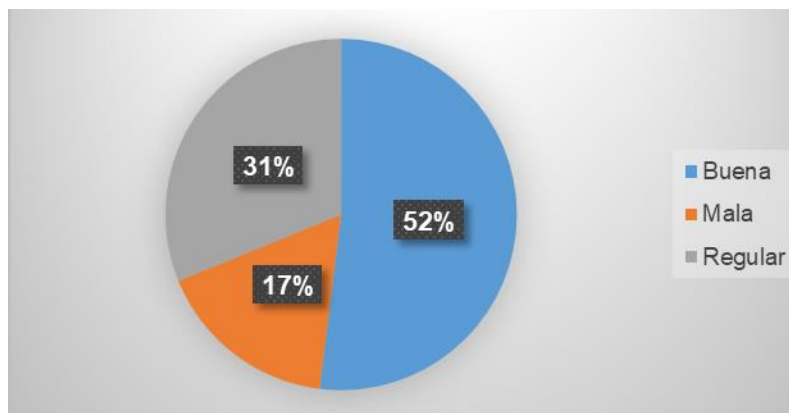


Fuente: Elaboración propia (2021)

4.1.5. Estado físico de la vivienda

El 31% de las casas están en estado regular, el 52% se encuentran en buen estado y el 17% se encuentran en mal estado. (Ver figura N° 4).

Figura N.º 4: Estado físico de la vivienda

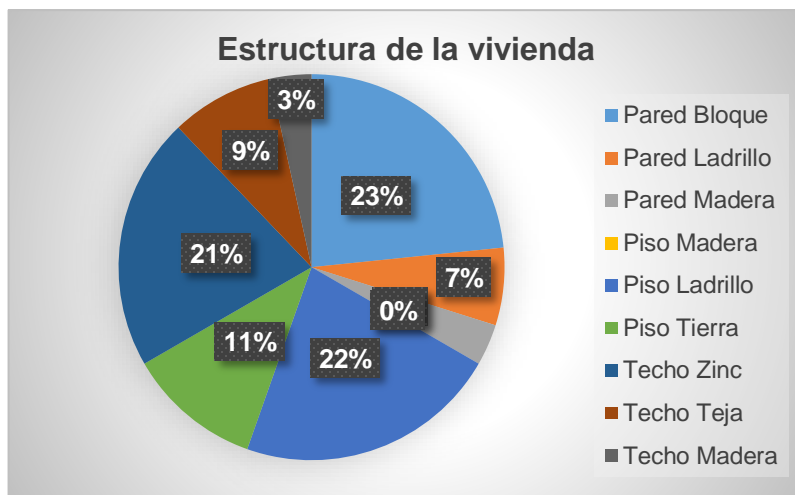


Fuente: Elaboración propia (2021)

4.1.6. Estructura de la vivienda

El 70% de las viviendas están construidas de bloque, el 19% de ladrillo y el 11% de madera, el piso de estas casas son el 27% ladrillo y el 73% de tierra, y la cubierta de techo es el 64% de zinc, 24% de teja y el 11% de madera. (Ver figura N°5)

Figura N.º 5: Estructura de la vivienda



Fuente: Elaboración propia (2021)

4.1.7. Red de agua

El 100% de la población no cuenta con un sistema de agua potable (Ver tabla N° 2).

Tabla N.º 2: Red de agua

SI	NO
0	77
0%	100%

Fuente: Elaboración propia (2021)

4.1.8. Abastecimiento de agua

Según encuesta realizada el 34% de la población se abastece de un pozo público, ubicado en la parte alta de la comunidad, y el 66% de la población lo hace por medio de grifos públicos. (Ver tabla N° 3).

Tabla N.º 3: Abastecimiento de agua

Pozo público	Grifos públicos	Manantiales
26	51	0
34%	66%	0%

Fuente: Elaboración propia (2021)

4.1.9. Disposición del agua

El 23% de la población dispone del agua una hora al día, el 25% solo 2 horas y el 52% de la población recibe este beneficio de 4 a más horas al día. (Ver tabla N° 4).

Tabla N.º 4: Disposición del agua

1 hora	2 horas	3 horas	4 horas a mas
18	19		40
23%	25%		52%

Fuente: Elaboración propia (2021)

4.1.10. Calidad de agua

Según encuesta poblacional el 18% de los hogares califican el agua como buena, el 26% mala y el 56% regular. (Ver tabla N° 5).

Tabla N.º 5: Calidad del agua

Buena	Mala	Regular
14	20	43
18%	26%	56%

Fuente: Elaboración propia (2021)

4.2. Levantamiento topográfico

Se realizó el levantamiento topográfico, iniciando con la determinación de los puntos topográficos, utilizando una estación total (LEICA TS06 PLUS) con su respectivo prisma, bastón, brújula y métrica; se aplicó la planimetría por el método de las poligonales para ubicar los puntos en el plano horizontal y altimetría para representar la verdadera forma del terreno y a la vez obtener las elevaciones en cada uno de los puntos, encontrándose un desnivel de 116.25 m entre el punto más alto y más bajo, que son; (estación 2+932.55, Elevación: 1060.56 msnm, en donde está ubicado el pozo, estación 0+029.06, Elevación: 944.31 msnm) respectivamente.

Una vez finalizado el levantamiento se procesaron los datos tomados del estudio, el cual servirá para diseñar el sistema correctamente y garantizar el abastecimiento de agua en todos los hogares. (Ver Anexo N° 4).

4.3. Calidad del agua de la fuente de abastecimiento y disposición de la misma

4.3.1. Análisis de los resultados físico – químico

- Según la norma CAPRE, se establece que la determinación de acidez en el agua, debe estar entre 6.5 – 8.5 pH, por lo tanto, se puede decir que la muestra de agua analizada es apta para el consumo humano, ya que los resultados del estudio fueron 6.62 unidades de PH, encontrándose bajo los rangos establecidos.
- Se establece que el valor máximo admisible de cloruros es de 250 mg/L en el agua potable, comprobando el resultado de la muestra de agua que fue de 6.60 mg/L, se puede decir que cumple con el parámetro establecido.
- De acuerdo a la norma CAPRE, dispone como máximo valor para la dureza total 400 mg.l⁻¹, en la muestra de agua se obtuvo un resultado de 53,68 mg.l⁻¹ dentro de la cantidad fijada.
- Según las normas CAPRE el valor recomendado para el calcio es 100 mg.l , comparando con los resultados, fue de 13.94 mg.l⁻¹, por lo tanto se encuentra bajo el régimen establecido.

Conforme a los resultados del análisis fisicoquímico de la fuente de agua no presenta alteración de los parámetros, siendo esta apta para el consumo humano según los valores recomendados por la norma CAPRE. (Ver Anexo N.º 5)

4.3.2. Análisis de resultados bacteriológico

Las condiciones bacteriológicas del agua son fundamentales desde el punto de vista sanitario. Para que el agua sea potable debe estar exenta de gérmenes patógenos de origen entérico y parasitario intestinal, causantes de transmitir enfermedades, por lo que recomienda que el agua debe presentar un valor negativo de coliformes fecales por cada 100 ML de agua.

Se entiende que el agua de la fuente de donde se abastecerá la población de la comunidad San Roque es apta para el consumo ya que obtuvieron resultados negativos, así mismo cumple con el valor admisible y recomendado por la norma CAPRE. (Ver Anexo N.º 5).

4.3.3. Análisis de resultados de metales pesados

Con relación al arsénico, la presencia a esta sustancia se encuentra dentro del valor permisible por la norma, ya que se obtuvo un resultado de 2.02 mg. l⁻¹, que es menor al establecido por la OMS, el cual es de 10 mg.l⁻¹.

La muestra obtenida de la fuente de abastecimiento de la comunidad estudiada, en cuanto a metales pesados (Arsénico total) cuyos resultados son menores al límite de detección por lo tanto es recomendado por la organización mundial de la salud.

El análisis nos indicó que la población y los seres vivos que se abastecen de esta fuente, no están expuesto a sufrir ningún problema de contaminación asociada a la presencia de este metal pesado y que puede estar destinada para cualquier uso, ya sea doméstico, consumo y otro interés ecológico. (Ver Anexo N°5)

4.3.4. Análisis de prueba de bombeo

En la comunidad San Roque se realizó esta prueba con el objetivo de determinar los caudales óptimos de producción del pozo.

La prueba de bombeo se desarrolló durante un tiempo de 16 horas, el día lunes a las 6 am y se terminó el día lunes a las 9 pm. El pozo se perforó en el año 2018 está ubicado en las siguientes coordenadas 612493.0196, 1450542.9433 con una elevación 1060msnm.

La bomba sumergida se ubicó a una profundidad 120 pies por debajo del nivel estático, con una planta eléctrica Yamaha de 13000 watts motor y una bomba Franklin Electric de 5 hp, cada determinado tiempo se tomó mediciones de los caudales y profundidades correspondientes.

Por medio de esto se obtuvo los caudales óptimos del pozo y el nivel estático, dicho pozo fue encamisado en 4" PVC SDR 26 a 223 pies de profundidad.

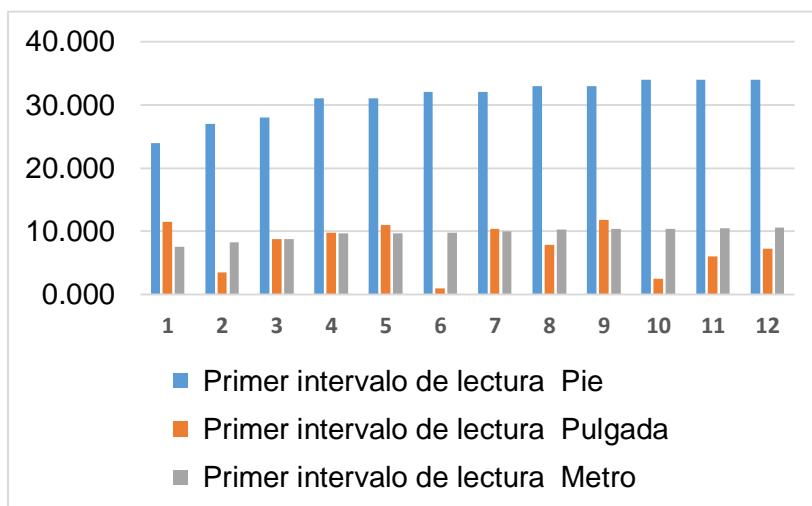
La prueba se realizó en una sola etapa, con caudal preliminar de 40 galones por minuto (gpm), con nivel estático del agua (NEA) 85 pies. El rendimiento del pozo supera los 31 gpm. (Ver Anexo N°6)

4.3.4.1. Programación de bombeo

El bombeo se programó para realizar lecturas en 8 intervalos, que consistió en:

La gráfica N° 1, son los datos del primer intervalo registrado y corresponde a las primeras 16 lecturas tomadas, con frecuencia de cada 1 minuto, igualmente se presenta el grafico que muestra su comportamiento durante este periodo.

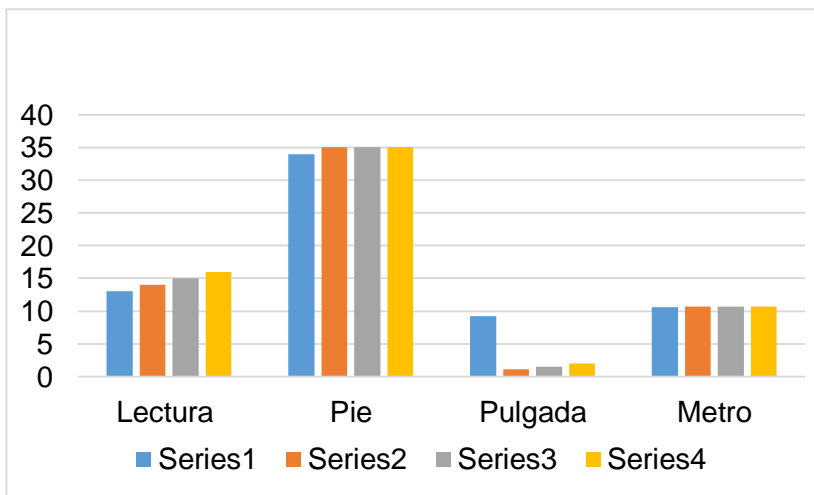
Gráfica N° 1: Primer intervalo de lectura



Fuente: Elaboración Propia (2021)

El segundo intervalo mostrado en la Grafica N.º 2, se registró 4 lecturas con ciclos a **cada 2 minutos**, el aforo realizado en el cambio de intervalo fue confirmado a 40 gpm, durante ese periodo se observó un comportamiento estable lineal, manteniéndose constante el nivel dinámico, con un descenso de 9.1 metros.

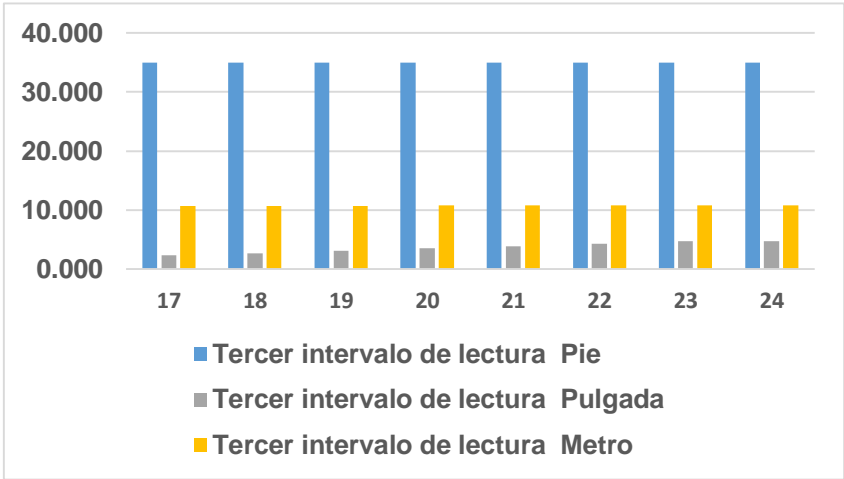
Gráfica N° 2: Segundo intervalo de lectura



Fuente: Elaboración Propia (2021)

El tercer intervalo gráfica N°3, se registran 8 lecturas cada **5 minutos**, el aforo practicado resultado de 40 gpm, el cual se mantuvo su caudal inicial. completando la hora de bombeo.

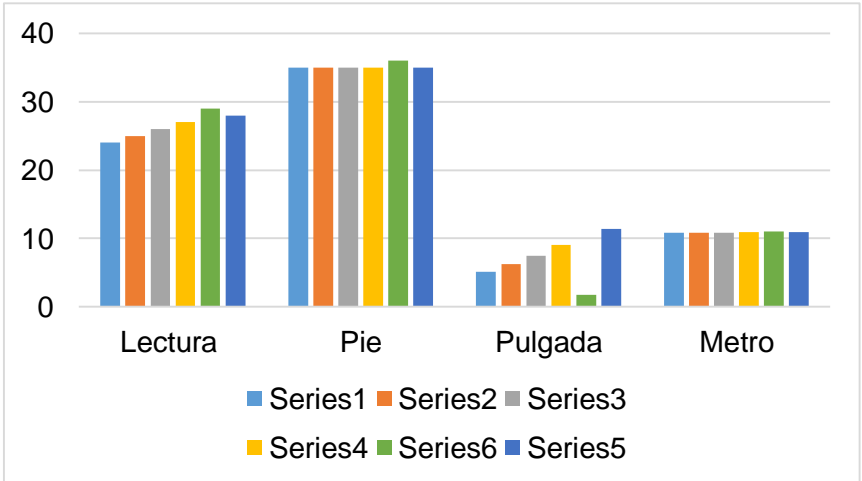
Gráfica N° 3: Tercer intervalo de lectura



Fuente: Elaboración Propia (2021)

El cuarto intervalo presentado en la gráfica N.º 4, 6 lecturas, con ciclos **cada 10 minutos**, aún mantenía su caudal inicial de 40gpm, completando las dos horas de bombeo.

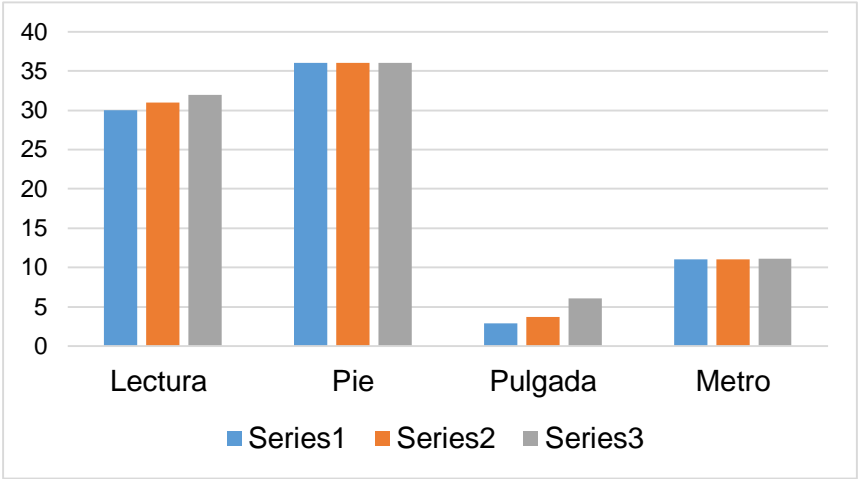
Gráfica N° 4: Cuarto intervalo de lectura



Fuente: Elaboración Propia (2021)

El quinto intervalo Gráfica N.º 5, se realizó 3 lecturas de **20 minutos cada una**, en donde se notó un rebajamiento de 1.5 gpm, resultando un caudal de 38.5 gpm al completar las tres horas de bombeo.

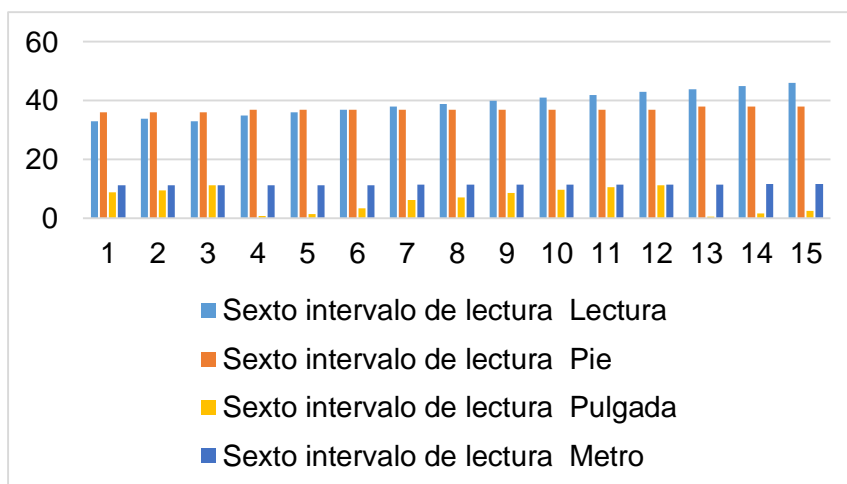
Gráfica N.º 5: Quinto intervalo de lectura



Fuente: Elaboración Propia (2021)

En el sexto intervalo gráfica N.º 6, se tomaron 15 lecturas, con un ciclo **cada 30 minutos** completando las diez hora de bombeo, el cual se refleja en los resultados un bajo incremento de caudal, en donde las primeras 4 lecturas fueron de 38 gpm en un lapso de tiempo de una hora, luego en las siguiente 5 lecturas con dos hora y media descendía aún más bajando 1 gpm, resultando 37 gpm, finalizando las ultimas 6 lecturas de este mismo intervalo, se observó que el caudal bajo 1.3 gpm, resultando un caudal total de 35.7 gpm en dos horas y media.

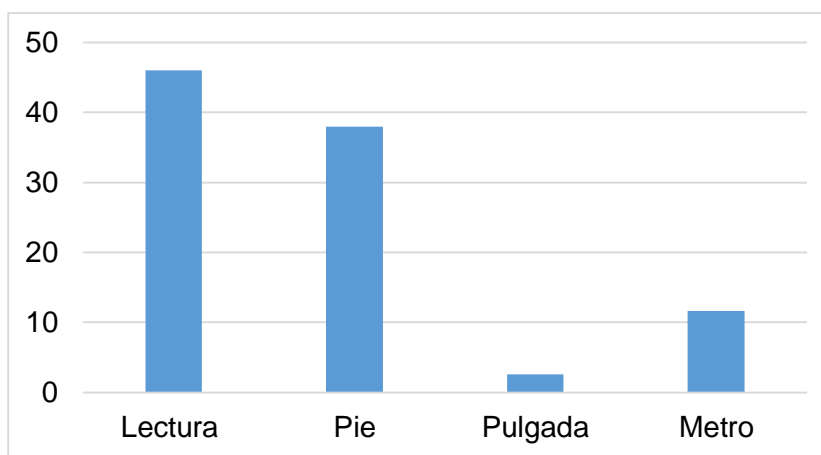
Gráfica N° 6: Sexto intervalo de lectura



Fuente: Elaboración Propia (2021)

En el séptimo intervalo se tomó una sola lectura de **60 minuto** gráfica N.º 7, el cual tuvo un descenso de 0.1 gpm, quedando un caudal de 35.6, completando las once horas de bombeo.

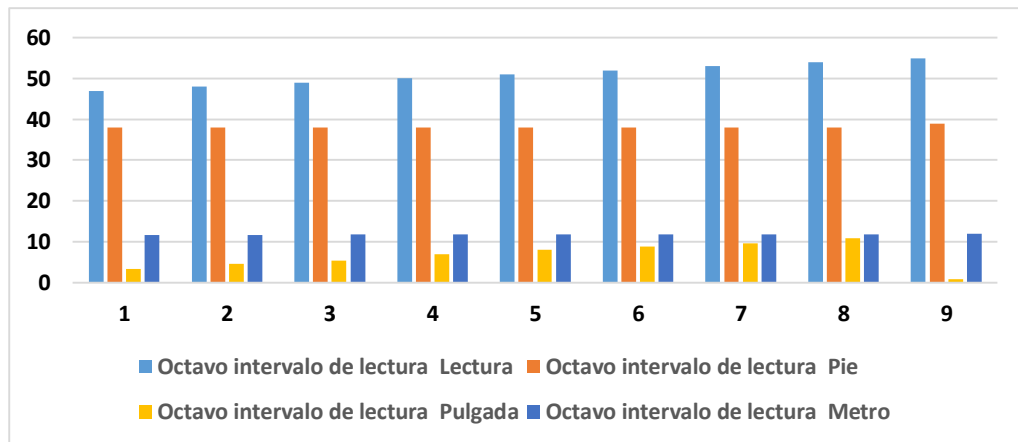
Gráfica N° 7: Séptimo intervalo de lectura



Fuente: Elaboración Propia (2021)

El ultimo octavo intervalo se tomó 9 lecturas, con un ciclo **cada 30 minutos**, en donde mantuvo su caudal de 34 gpm, completando las 16 horas de bombeo.

Gráfica N° 8: Octavo intervalo de lectura



Fuente: Elaboración propia (2021)

El caudal óptimo de explotación recomendado a largo tiempo es de 31 gpm, ya que se tomó el 80% del primer caudal inicial que es de 40 gpm. para obtener un descenso de 39. 42 pies, el nivel dinámico del pozo fue de 85 pies.

Después de finalizada la prueba se midió la recuperación del pozo por un período de 2 horas.

se procedió a analizar e interpretar toda la información obtenidas:

- Nivel estático del agua 7.61
- Tipo de acuífero confinado con un pozo perforado
- La prueba de bombeo indica que el descenso ocasionado en el pozo es de 1.96 metros, con un bombeo de 31 gpm.
- El pozo presento un descenso en el caudal a las 2 horas.
- El Caudal estimado de explotación es de 20 gpm

4.4. Diseño hidráulico de los componentes del sistema

4.4.1. Proyección de la población

Para la proyección de la población se utilizó el método geométrico, haciendo referencias al capítulo II de la NTON 009-001-99 que establece el cálculo de las proyecciones futuras, expresado por la fórmula siguiente:

$$P_n = P_o x (1 + r)^n$$

$$P_n = 302 (1 + 0.025)^{20} = 495 \text{ habitantes}$$

La norma establece, que la tasa de crecimiento (r), debe estar en un rango de 2.5 - 4 %. Siendo 302 las personas de la comunidad encontradas según las encuestas socioeconómica, 0.025 la tasa de crecimiento anual calculada con los censos anteriores realizados según INIDE y 495 la población que se estima dentro de 20 años

Tabla N.º6: Proyección de la población, comunidad San Roque

Año	N	Población proyectada
2019	0	302
2024	5	342
2029	10	387
2034	15	437
2039	20	495

Fuente: Elaboración propia (2021)

La población actual de esta comunidad es de 302 habitantes y se trabaja con una tasa de crecimiento del 2.5%

4.4.2. Dotación del agua

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

- 1) Nivel de servicio adoptado
- 2) Factores geográficos

- 3) Factores culturales
- 4) Uso del agua

Siguiendo estos parámetros, la dotación por persona por día para este diseño, será de 60 lppd según el capítulo III de la NTON 09-003-99.

Tabla N.º 7: Proyección de la población y consumo de agua

AÑO	N	POBLACION	CONSUMO DOMESTICO (LPS)	CONSUMO PUBLICO (LPS)	FUGAS (LPS)	CPD (LPS)	CMD (LPS)	CMH (LPS)
2019	0	302	0.210	0.015	0.042	0.224	0.379	0.603
2024	5	342	0.238	0.017	0.048	0.254	0.429	0.683
2029	10	387	0.269	0.019	0.054	0.288	0.485	0.773
2034	15	437	0.303	0.021	0.061	0.325	0.548	0.872
2039	20	495	0.344	0.024	0.069	0.368	0.620	0.988

Fuente: Elaboración propia (2021)

4.4.3. Tubería de conducción

4.4.3.1. Cálculo del Diámetro en las tuberías de conducción

$$CMD = 0.6551 \text{ lps}$$

$$\text{Caudal de diseño de bomba} = 1.3102 \text{ lps} \rightarrow 0.0013 \text{ m}^3/\text{s}$$

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

$$D = 0.9(0.0013)^{0.45} = 0.0454 \text{ m}$$

Q = caudal Máximo Día en m^3/seg

D = diámetro de la tubería

4.4.3.2. Cálculos de la velocidad en la tubería de conducción

$$V = \frac{4*(Q)}{\pi(D)^2}$$

$$\Phi = 1.5 \text{ plg} \rightarrow 0.0381 \text{ m}$$

$$V = \frac{4 \cdot (0.0013)}{\pi (0.0381)^2} = 1.15 \text{ m/s}$$

Condición: $0.40 < V_s < 1.50$ "OK"

V: velocidad del flujo

Q: caudal

D: diámetro interno comercial de la tubería (m)

4.4.3.3. Cálculos de la Carga total dinámica

CTD = ND + CED + hfColumna + hfdesc

$$CTD = 56.14 + 0.70 + 16.87 = 73.71 \text{ m} \rightarrow 248.41 \text{ Ft}$$

❖ Nivel dinámico (ND)

ND = nivel eje bomba – nivel agua succión

$$ND = 1014.93 - 1006.92$$

$$ND = 8.01 \text{ m}$$

❖ Carga estática de la descarga (CED)

CED = Nivel del agua en la descarga – nivel más bajo en la superficie

$$CED = 1063.06 - 1014.93 = 48.13 \text{ m}$$

❖ Pérdida de la columna de bombeo (hfcolumna)

$$hf_{\text{Columna}} = 5\% (L_c)$$

$$h_{f \text{ columna}} = 0.05 \times 14.01 = 0.70 \text{ m}$$

$L_c = ND + \text{sumergencia}$

$$L_c = 8.01 + 6 = 14.01 \text{ m}$$

❖ **Pérdida en la descarga (hfdesc)**

Tabla N.º 8: Elementos y accesorios de la sarta

ACCESORIO	DIAMETRO	CANTIDAD	TOTAL
codo 90°	1.3	1	1.3
Niple 0.30 largox2 H6 CED 40	0.3	1	0.3
Niple hf de 12 veces el Φ 1.5 "	0.45	4	1.82
Te paso dir. Cruz H6	0.9	1	0.9
Codos 45 (x2)	0.6	2	1.2
Medidor maestro	10	1	10
Valvula de check Φ 2" (Te pesado)	4.8	1	4.8
Valvula de pase comperta	0.3	1	0.3
Salida de tubería	1.5	1	1.5
Total de la longitud (m)			22.12

Fuente: Elaboración propia (2021)

❖ **Longitud real**

$$\Phi = 1.5 \text{ plg}$$

$$L_{\text{real}} = L_{\text{tubería}} + L_{\text{e Total}}$$

$$L_{\text{real}} = 431.5463 + 22.12 = 453.67m$$

$$H_{\text{desc}} = 10.675 \left(\frac{Q}{C} \right) 1.852 \frac{L}{\Phi^{4.87}}$$

$$H_{\text{desc}} = 10.675 \left(\frac{0.0013}{150} \right) 1.852 \frac{453,67}{0.0381^{4.87}} = 16.87m$$

❖ **Carga Total Dinámica**

$$CTD = ND + CED + hf_{\text{columna}} + h_{\text{fdesc}}$$

$$CTD = 56.14 + 0.70 + 16.87 = 73.71m \rightarrow 248.41\text{Ft}$$

4.4.3.4. Cálculos del golpe de ariete

- ❖ Cálculo de Velocidad de propagación de las Ondas "a"

$$a = \frac{\sqrt{\frac{k}{p}}}{\sqrt{1 + \frac{k}{E} * \frac{D}{\delta}}}$$

$$a_0 = \sqrt{\frac{k}{p}} = 1424.78$$

$$a = \frac{1424.78}{\sqrt{1 + \frac{2.03E + 09}{2.90E + 09} * \frac{0.0381}{0.0023}}} = 401.46\text{m/s}$$

❖ **Cálculo de la sobrepresión por el golpe de ariete**

$$h = \frac{a*v}{g}$$

$$h = \frac{401.46 * 0.64}{9.81} = 26.19\text{m/s}$$

❖ **Cálculo de presión máxima**

$p_{\text{máx}} = \text{Presión Estática} + \text{Sobrepresión} \rightarrow p_{\text{máx}} < p_{\text{tubería}}$

$$p_{\text{máx}} = 56.14 + 26.19 = 82.33\text{m}$$

Condición: $p_{\text{máx}} < 112 \text{ mca}$ "OK"

Tabla N.º9: Resumen de los resultados del golpe de ariete

Velocidad de propagacion de la onda "a"	401.46 m/s
Sobre presion del golpe de ariete	26.19m/s
Presion maxima	82.34 m

Fuente: Elaboración propia (2021)

4.4.3.5. Potencia hidráulica de la bomba

$$P_B = \frac{Q * \text{CTD}}{3960}$$

$$P_B = \frac{20.605 * 73.71}{3960} = 0.384 \rightarrow 1\text{hp}$$

❖ **Potencia del freno**

$$P_f = \frac{HPB}{eb} 7$$

$$P_f = \frac{1}{65\%} = 1.538 \rightarrow 1.5hp$$

$$eb = 65\%$$

❖ **Potencia del motor**

$$HP_m = 1.15 * HPB$$

$$HP_m = 1.15 * 1hp = 1.15 \rightarrow 1.5hp$$

4.5. Cálculo del tanque de almacenamiento

Tanque de Almacenamiento Cilíndrico (para 20 años)

Para el volumen de almacenamiento se toma el 35%CPD para compensar las variaciones horarias de consumo y el 20% para el volumen de reserva Según las Normas Rurales (NTON 09003-99) de tal manera que:

$$VT = 35\% \text{ CPD}$$

$$V = 35\% * 37756.8 = 13214.88 \text{ litros} \rightarrow 13.214m^3$$

$$V = \left(\frac{\pi D^2}{4}\right) * H \rightarrow H = V * \frac{4}{\pi} * D_1 = 2.921 \text{ metros} \rightarrow 3m$$

Dimensiones

$$\Phi = 2.4m$$

$$H = 3 \text{ metros}$$

$$\text{Volumen de almacenamiento} = 13.214m^3$$

Altura de reboce: 30cm

Se seleccionó tanque Rotoplas de 15000 litros, con las siguientes especificaciones técnicas:

- **Altura:** 3.90m
- **Diametro:** 2.40m
- **Placa** 0.20m

- **Peso:** 400kg
- **Material:** Polietileno de alta densidad
- **Color:** Blanco y negro.
- **Tapa:** 18 pulgadas

- **Estándar o de acuerdo a necesidades del cliente**
 - ✓ Estándar: 1.00-1-20 kg/cm³
 - ✓ Reforzado: 1.21-1.50 kg/cm³
 - ✓ Doble reforzado: 1.51-1.90 kg/cm³

4.6. Simulación del sistema de abastecimiento de agua

Los resultados obtenidos del sistema hidráulico, permitieron conocer, analizar y comprobar los diferentes elementos como: Diámetros, longitudes, accesorios de la sarta, tuberías de PVC y hierro galvanizado, en función de los resultados obtenidos como fueron las velocidades y presiones del sistema.

Se realizó y diseñó el equipo de bombeo a extraer y transportar un caudal de 1.3102 lps (CMH) en red de distribución, que cubrirá los 20 años de explotación del sistema de abastecimiento propuesto. El equipo de la sarta y sus accesorios será instalado en un pozo perforado ubicado en la cota topográfica 1014.53 msnm. La profundidad total del pozo es de 67.97 metros.

La tubería de la sarta de bombeo es de 2 pulg. De hierro galvanizado. La línea de conducción el diámetro es de 1.5 pulg SDR 26 con una longitud de 431.54m, la cual cuenta con válvulas de aire y válvulas liberadoras de presión como lo establece la norma (NTON 09003 – 99). Se usó este material galvanizado debido a las grandes presiones originadas por la topografía del sitio en la comunidad de San Roque.

La Red de distribución es de tubería PVC de 1.5 pulg. SDR 26.

Con relación a presiones y velocidades se pudo determinar las presiones más altas entre 50 y 52 mca ubicados en los nodos 17 y 18 mientras que las más bajas en el nodo 1 y en el nodo 6 respectivamente, se evidencia la necesidad de colocar válvulas de limpieza para prevenir la acumulación de sedimentos, válvulas de aire para liberar el aire donde tenemos alta presión, válvulas reductoras de presión, pues algunas de las tuberías presentan velocidades por debajo de los 0.5 m/s establecidos por norma. (Ver Esquema N° 4 del Anexo N° 7)

Esta situación es causada por la baja densidad poblacional, lo que ocasiona que la demanda de agua resultante también sea pequeña, esto combinado con la notablemente dispersión de las viviendas, ocasiona que los caudales nodales calculados resulten insignificantes en comparación con las longitudes y el diámetro de las tuberías.

En esta condición, la mayoría de las presiones de la red de distribución cumplen con las presiones recomendados por el INAA en la norma rural por encima de los 5mca. El resto de nodos presentan presiones por debajo de 50mca. (Ver Esquema N° 2 del Anexo N° 7)

Se aplicó desinfección en la red a través de la cloración para el cual se utilizó una dosis de 1.5 dentro de lo que la norma establece, se obtuvieron los siguientes resultados:

Año	Dosis promedio		Concentracion comercial		Concentracion solucion		
	D=1.5mg/L		Cc=0.65		Cs=0.015		
	CMD	Volumen cloro	Vol.Hipoclorito de Calcio		Vol. Solucion		Dosificacion
	Gpm	lb/Dia	Lb/dia	gr/dia	lb/dia	gpd	got/min
2019	6.01	0.11	0.17	75.49	5.03	1.33	45.43
2024	6.80	0.12	0.19	85.41	5.69	1.50	51.40
2029	7.69	0.14	0.21	96.56	6.44	1.70	58.11
2034	8.69	0.16	0.24	109.10	7.27	1.92	65.66
2039	0.98	0.02	0.03	12.34	0.82	0.22	7.43

Fuente: Elaboración propia (2021)

La concentración del cloro residual que permaneció en el punto más alejado de la red fue de 0.28 mg /l, el cual se encuentra dentro del rango que debe ser entre 0.2 y 0.5 mg /l.

4.7. Estimación de costos del sistema de abastecimiento

Se realizó la estimación del costo total del proyecto, En el sistema mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE), mediante una memoria de cálculo en el programa Microsoft Excel dentro de la cual se puede observar los costos unitarios que comprenden la cantidad de materiales, mano de obra, equipos, herramientas y gastos administrativos. También se presentan los precios totales de todos los elementos a utilizar.

Esta memoria de cálculo está dividida en ocho etapas y el monto estimado del costo total de la obra asciende a C\$ **11,588,026.50** (once millones, quinientos ochenta y ocho mil, veinte y seis córdobas con 50/100 centavos)

Se tomó en cuenta precios actualmente aproximados. Se presenta un resumen de los mismos.

Tabla N° 10: Costo del sistema de abastecimiento de agua potable para su ejecución

ETAPA	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA.	U/M	CANT.	MATERIAL ES Y TRANSPOR	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	MANO DE OBRA	COSTO UNITARIO C\$	COSTO TOTAL C\$
310	PRELIMINARES							136418.74
2103	LIMPIEZA INICIAL LINEA DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCION	m2	4,343.15	43082.40		28721.60	16.53	71,803.99
31002	TRAZO Y NIVELACIÓN	m	4,224.81	21552.35	16164.26	16164.26	12.75	53,880.88
31005	ROTULOS FISE 1,22 x 2,44 M (EST. MET. & ZINC LISO)	C/U	1.00	6440.32		4293.54	10,733.86	10,733.86
320	LINEA DE CONDUCCIÓN							1102080.89
32001	EXCAVACIÓN PARA TUBERIA , PROFUND. 1.20 m	m3	414.33	20128.01	15096.01	15096.01	121.45	50,320.03
32003	INSTALACION DE TUBERIA (PVC SDR 26)	m	431.55	3756.34	-	2504.23	14.51	6,260.56
33006	PRUEBA HIDROSTÁTICA PROJ. A. P. HASTA 4" Y 300M	m	431.55	481721.34	-	321147.56	1,860.43	802,868.90
33008	TUBERÍA DE 1 1/2" DE DIÁMETRO (SDR-26) (NO INCL. EXCAVACION)	C/U	74.00	14441.61		9627.74	325.26	24,069.35
32009	RELLENO Y COMPACTACIÓN	m3	537.45	49895.45	37421.59	37421.59	232.09	124,738.62
	ESTACION DE BOMBEO							-
32024	VALVULA Y ACCESORIOS							-
	CODO DE 90°	C/U	1.00	188.38		125.59	313.97	313.97
	NIPLE 0.30 LARGOx 2HG CED 40	m	1.00	38.32		25.55	63.87	63.87
	NIPLE HF DE 12 VECES EL Φ 1.5 "	m	4.00	153.28		102.19	63.87	255.47
	TEE DE PASO DIRECTO CRUZ HG	C/U	1.00	641.51		427.67	1,069.18	1,069.18
	CODOS DE 45°	C/U	2.00	377.59		251.72	314.65	629.31
	MEDIDOR MAESTRO	C/U	1.00	335.65		223.77	559.42	559.42
	VALVULA DE CHEK Φ 2" (TE PESADO)	C/U	1.00	701.11		467.41	1,168.52	1,168.52
	VALVULA DE PASE COMPUERTA	C/U	1.00	840.05		560.03	1,400.08	1,400.08
	BOMBA C MOTOR SUMERGIBLE DE 1 Hp, Q=20.605 Ggpm, CTD=248.41 ft	C/U	1.00	53018.16		35345.44	88,363.60	88,363.60
								-

Fuente: Elaboración propia (2021)

Tabla N° 11: Costo del sistema de abastecimiento de agua potable para su ejecución

330 LINEA DE DISTRIBUCIÓN								9254207.55
33001	EXCAVACIÓN PARA TUBERÍA	m3	4,055.82	197030.36	147772.77	147772.77	121.45	492575.91
32003	INSTALACION DE TUBERIA	m	4,224.81	36774.02		24516.02	14.51	61290.04
33006	PRUEBA HIDROSTÁTICA PROJ. A. P. HASTA 4" Y300M	m	4,224.81	4715983.26		3143988.84	1860.43	7859972.11
33007	TUBERÍA DE 1 1/2" DE DIÁMETRO SDR - 26 (SIN EXC.)	C/U	717.00	139927.49		93284.99	325.26	233212.48
33010	RELLENO Y COMPACTACIÓN	m3	5,261.58	153323.66	114992.74	114992.74	72.85	383309.14
33025	VALVULAS Y ACCESORIOS							
	VALVULA DE PASE DE GAVETA DE BRONCE Diám. = 1½" (INCL. EXCAVACION)	C/U	3.00	25428.04		16952.03	14126.69	42380.07
	VALVULA DE LIMPIEZA HG DE 1 1/2 " CON ROSCA MACHO Y CA	C/U	4.00	7201.35		4800.90	3000.56	12002.26
	VALVULA DE AIRE HG 1 1/2 "	C/U	4.00	96849.35		64566.23	40353.90	161415.59
3306	CAJA PARA PROTEC. DE VALV. DE TUBO DE CONCRETO Diám. = 6" H = 1.20 (NO	C/U	4.00	2917.42		1944.94	1215.59	4862.36
	TAPONES PVC DE 1 1/2 "	C/U	6.00	24.63		16.42	6.84	41.06
	CODOS DE 45	C/U	10.00	1887.93		1258.62	314.65	3146.55
335 TANQUE DE ALMACENAMIENTO								
								900620.36
33501	MOV. DE TIERRA P/TANQUE DE ALMACENAMIENTO	m3	15.00	418.79	314.09	314.09	69.80	1046.98
	RELLENOY COMPACTACIÓN CON MAT. SELECTO	m3	16.25	509.11	381.84	381.84	78.33	1272.79
	BOTAR MAT. SOBRANTE DE EXC. A 100 M (MANUAL)	m3	2.50	46.19		107.78	61.59	153.97
33502	TANQUE DE ALMACENAMIENTO ROTOPLAS SOBRE SUELO Cap. = 15000 m3 P/A.	C/U	1.00	90327.60		60218.40	150546.00	150546.00
	ACERO #4	qq	1.00	651.18		434.12	1085.30	1085.30
	CONCRETO DE 3000 PSI	m3	5.50	22581.90		15054.60	6843.00	37636.50
33508	CERCAS PERIMETRALES	m	40.00	197078.40		131385.60	8211.60	328464.00
	CERCO ALAMB/ PUAS CALIBRE 40	rollo	7.00	5150.32		3433.54	1226.27	8583.86
	POSTE DE CONCRETO 0.12*0.08*30	C/U	24.00	199051.78		132701.18	13823.04	331752.96
	PUERTA DE MALLA CICLON Y POSTES DE MADERA	C/U	2.00	3696.00		2464.00	3080.00	6160.00
	MALLA CICLON 3 x 20 m C11	rollo	1.00	2268.87		1512.58	3781.44	3781.44
	CUARTONES DE MADERA CURADA DE 3*3 plg	C/U	20.00	8622.18		5748.12	718.52	14370.30
	CONCRETO DE 3000 PSI	m3	2.30	9459.76		6306.51	6843.00	15766.27
34003 CASETA DE CONTROL								
								82330.81
	ANDEN DE CONC. 2500PSI S/REF. (E=7CMS)	m2	13.50	1,806.41		1,204.27	223.01	3,010.68
	CASETA DE MAMPOST.(INC.SISTEMA ELECTRICO)	m2	7.50	34,600.62		23,067.08	7,689.03	57,667.71
	EXPLOTACIÓN O CORTE MANUAL EN BANCO DE PREST	m2	7.10	255.83		170.55	60.05	426.38
	BOTAR MAT. SOBRANTE DE EXC. A 100 M (MANUAL)	m2	9.23	290.74		193.83	52.50	484.57
	CUBIERTA DE ZINC CORRUG.CAL.26 S/EST.MET.	m2	8.30	1,569.43		1,046.29	315.15	2,615.72
	BAJANTE DE TUBO DE PVC DE 4" DE DIAMETRO	mts	3.00	640.36		426.90	355.75	1,067.26
	ESTRUCTURA DE METALICA PARA TECHO	Lbs	476.00	7,719.73		5,146.48	27.03	12,866.21
	EMPEDRADO(ZAMPEADO)JUNTA CONC. D/PIEDRIN	m2	1.15	345.19		230.13	500.28	575.32
	CANAL DE DRENAJE PARA TECHO DE PVC 4" DIAMETRO	m	5.50	1,275.83		850.55	386.62	2,126.39
	ACARREO DE MAT. SELEC. A 1 KM CARGA MANUAL	m3	9.23	694.19		462.79	125.35	1,156.98
	EXCAVACION EN TERRENO NATURAL	m3	7.10	200.15		133.43	46.98	333.59

Fuente: Elaboración propia (2021)

Tabla N° 12: Costo del sistema de abastecimiento de agua potable para su ejecución

34005	INSTALACIONES ELECTRICAS							99190.14
	POSTE DE CONC. PRETENSADO PARA ELECTRICIDAD	C/U	1.00	2,978.02		1,985.35	4,963.37	4,963.37
	LUMINARIA TIPO HONGO 150W, 240 EN POSTE TUBO HN 2"	C/U	1.00	2,401.58		1,601.05	4,002.63	4,002.63
	APAGADOR DOBLE DE 15 AMP/120V CON PLACA M. DE 2 HOYOS	C/U	1.00	101.74		67.82	169.56	169.56
	CAJA DE REGISTRO ELECTRICA DE EMT DE 4" X 4"	C/U	2.00	97.26		64.84	81.05	162.10
	CAJA DE REGISTRO ELECTRICA DE EMT DE 2" X 4"	C/U	3.00	84.93		56.62	47.18	141.55
	TUBO CONDUIT FLEXIBLE DE 1/2" FORRADO	m	10.00	199.14		132.76	33.19	331.90
	ALAMBRE ELECTRICO DE COBRE FORRADO DE #12 AWG	m	45.00	472.42		314.94	17.50	787.36
	ALAMBRE ELECTRICO DE COBRE FORRADO DE #10 AWG	m	57.00	1,039.37		692.91	30.39	1,732.28
	BREAKER DE 1x20 AMPERIOS	C/U	4.00	270.66		180.44	112.78	451.10
	ALAMBRE ELECTRICO DE COBRE FORRADO N° 14 AWG	m	25.00	274.76		183.17	18.32	457.93
	LUMINARIA FLUORESCENTE DE 1 X22 W P/TECHO	C/U	2.00	322.07		214.71	268.39	536.78
	VA5-1:RAMAL PRIMARIO;14.4/24.9 KV	C/U	1.00	2,187.90		1,458.60	3,646.50	3,646.50
	VA-5:REMATE SENCILLO;14.4/24.9 KV	C/U	1.00	1,174.08		782.72	1,956.80	1,956.80
	CABLE DE ALUMINIO # 2/ O ACSR-ASC	m	160.00	13,784.50		9,189.67	143.59	22,974.17
	TRANSFORMADOR DE 10 KVA, 7.6/13.2 KV, 120/240 v (INCL. ESTRUCTURA) C/U	C/U	1.00	9,268.99		6,179.33	15,448.32	15,448.32
	POLO A TIERRA CON VARILLA COPPERWELD D=5/8", L=8'	C/U	1.00	513.61		342.40	856.01	856.01
	CANALIZACION ELECTRICA DE PVC. 1"	m	10.00	282.33		188.22	47.06	470.55
	CANALIZACION ELECTRICA DE EMT DE 2"	m	6.00	777.78		518.52	216.05	1,296.30
	TOMA CORRIENTE DOBLE POLAR. DE 15 AMP/120V CON PLACA M.	C/U	2.00	77.03		51.36	64.19	128.39
	D1-1:RETENIDA SENC.C/PERNO GUARDACABO Y ANCL	C/U	1.00	1,554.45		1,036.30	2,590.75	2,590.75
	ALAMBRE ELECTRICO SOLIDO N° 4 THHN	m	21.00	1,476.17		984.11	117.16	2,460.28
	ARRANCADOR MAGNETICO P/MOTOR DE 2 HP,1/60/230V C/TODO	C/U	1.00	14,776.36		9,850.91	24,627.27	24,627.27
	M2-1 :POLO A TIERRA CON VARILLA DE 5/8" X 8'	C/U	1.00	1,153.82		769.21	1,923.03	1,923.03
	PARARRAYOS DE 18 KV	C/U	1.00	1,483.76		989.17	2,472.94	2,472.94
	VA-1 SOPORTE SENCILLO ANGULO 0° A 5°, 14.4/24.9 KV	C/U	1.00	1,332.88		888.59	2,221.47	2,221.47
	CALAVERA EMT DE 2"	C/U	1.00	150.57		100.38	250.95	250.95
	PANEL MONOFASICO 125 AMP.120/240V. 8 ESPACIOS	C/U	1.00	1,277.91		851.94	2,129.86	2,129.86
								-
360	PLANTA DE PURIFICACION							1163.31
36003	EQUIPO DE CLORINACION COMPLETO							
	TANQUE PLASTICO DE 50 GLS CON SU TAPA	C/U	1.00	697.986		465.324	1,163.31	1,163.31
370	LIMPIEZA Y ENTREGA FINAL							12014.69
37003	PLACA CONMEMORATIVA	C/U	1.00	3604.40792		2402.93861	6,007.35	6,007.35
03392	PEDESTAL P/ PLACA CONMEMORATIVA	C/U	1.00	1348.6814		899.1209304	2,247.80	2,247.80
04189	PLACA CONMEMORATIVA DE 0.65 X 0.42 m, LEYENDA FISE	C/U	1.00	2255.72652		1503.81768	3,759.54	3,759.54
							TOTAL=	11588026.50

Fuente: Elaboración propia (2021)

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



«Porque Dios da la sabiduría; conocimiento y ciencia.»

Proverbios 2:6

Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

1. Según el estudio socio económico la población de la comunidad corresponde a 302 habitantes; al culminar el periodo de diseño de 20 años la población servida será de 495 habitantes.
2. Con el estudio topográfico se determinó una línea de conducción y distribución de 431.5 m y 4057.5 m respectivamente y se conoció la longitud del campo trabajado.
3. Los resultados del análisis de agua no presentan alteración de los parámetros, siendo esta apta para el consumo humano según los valores recomendados por la norma CAPRE.
4. La línea de conducción y distribución del sistema de abastecimiento se diseñó con una tubería de PVC SDR-26 de 1.5". El golpe de ariete no resulta ser un problema a tener en consideración para el tipo de tubería.
El equipo apto para una carga total dinámica de 73.61 m y un caudal de bombeo de 20.61 gpm consiste en una bomba sumergible de 1 HP. El equipo deberá ser reemplazado al finalizar el primer periodo de 20 años con otro equipo de iguales características.
5. El análisis hidráulico del sistema se realizó con el programa EPANET, con el que se evidenció la necesidad de garantizar un bombeo continuo de un mínimo de 16 horas.
6. El costo total del proyecto es de C\$ **11,588,026.50** (once millones, quinientos ochenta y ocho mil, veinte y seis córdobas con 50/100 centavos). La ejecución de esta obra social traerá muchos beneficios a toda la comunidad.

Recomendaciones

1. Realizar monitoreo del grado de contaminación de las aguas en la obra de captación, para regular la dosificación de cloro a utilizar.
2. No permitir el consumo de agua sin cloración para evitar que se presente enfermedades en la Comunidad
3. No utilizar el agua para el cultivo, baño de ganado o cualquier otra actividad inapropiada, sino que sea exclusivamente para el consumo humano y actividad doméstica.
4. Realizar la limpieza constantemente en el tanque de almacenamiento e hipoclorador de carga constante.
5. Debido a que algunas tuberías presentan velocidades que no cumplen con los parámetros, se concluye la necesidad de colocar válvulas de limpieza para prevenir la acumulación de sedimentos, válvulas de aire para liberar el aire donde tenemos alta presión y válvulas reductoras de presión.
6. Mantener un stock de herramientas y accesorios para reparaciones inmediatas del sistema.
7. Se recomienda coordinación con las autoridades responsables de la Alcaldía de Estelí, ENACAL y el MINSA, para que impartan a los pobladores de la comunidad diversos cursos y seminarios que aborden el manejo, operación y mantenimiento del sistema, sus aspectos técnicos, financieros y de salud.

Bibliografía

- Accion Contra el Hambre (ACF International Network). (14 de Diciembre de 2018). Norma para la construccion de Obra de Abastecimiento de Agua Potable y el Saneamiento. Obtenido de (Normas Técnicas AyS-AcH): http://www.sica.int/busqueda/busqueda_archivo.aspx?Archivo=dpro_18877_1_27092007
- Accion Contra el Hambre. (14 de Diciembre de 2018). Tecincas de construccion de Obras para el Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento. Obtenido de http://www.sica.int/busqueda/busqueda_archivo.aspx?Archivo=dpro_18877_1_27092007
- Carreño, U. P. (s.f.). Apuntes costo y presupuesto de la obra.
- Clara, M. R. (2005). Programa de educacion para el desarrollo y la conservacion. Turrialba, Costa Rica.
- (s.f.). Fuentes de abastecimiento aprovechamiento y consumo de Agua.
- Gutierrez, A. (2015). Guia de diseño para lineas de conduccion e impulso de sistemas de abastecimiento de agua rural.
- http://www.eco.buap.mx/cedes/recurso/el_diagnostico.pdf. (s.f.).
- https://www.iho.int/iho_pubs/CB/C-13/spanish/C-13_Capitulo_6.pdf. (s.f.).
- INAA. (2016). Norma tecnica obligatoria Nicaraguense NTON 09003-99.
- Organizacion Panamericana de la salud. (2009). Guia de Orientacion en saneamiento basico. Organizacion Panamericana de la Salud, 115.
- Ph.D, Z. M. (s.f.). THE NATIONAL ENVIRONMENTAL SERVICES CENTER.
- Sistema de Abastecimiento de Agua. (2018 de Diciembre de 2018). Sistema de Abastecimiento de Agua. Obtenido de <https://www.arqhys.com/contenidos/agua-sistema.html>

ANEXOS



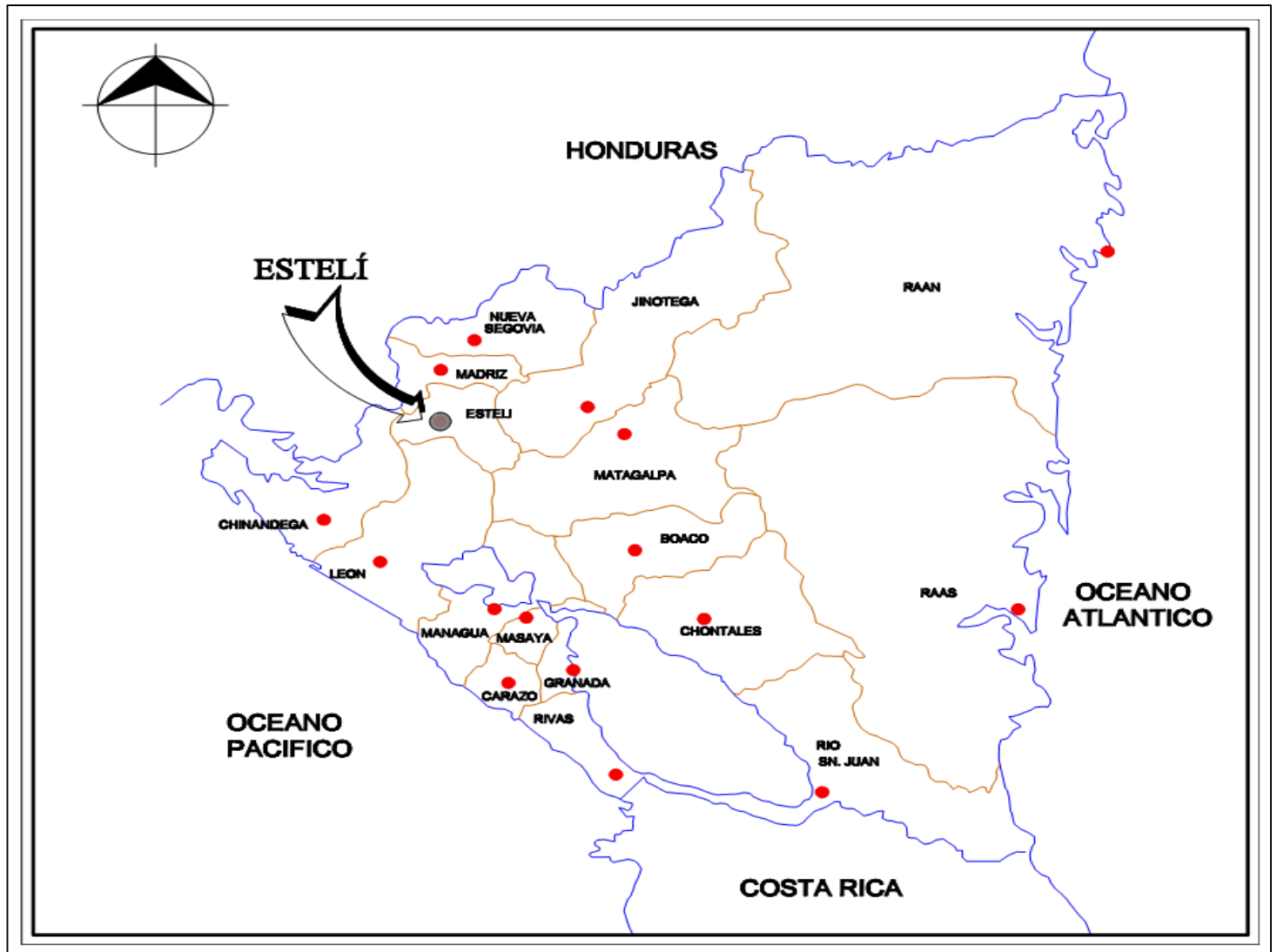
«Hagan lo que hagan, trabajen de buena gana, como para el Señor y no como para nadie en este mundo, conscientes de que el Señor los recompensará con la herencia. Ustedes sirven a

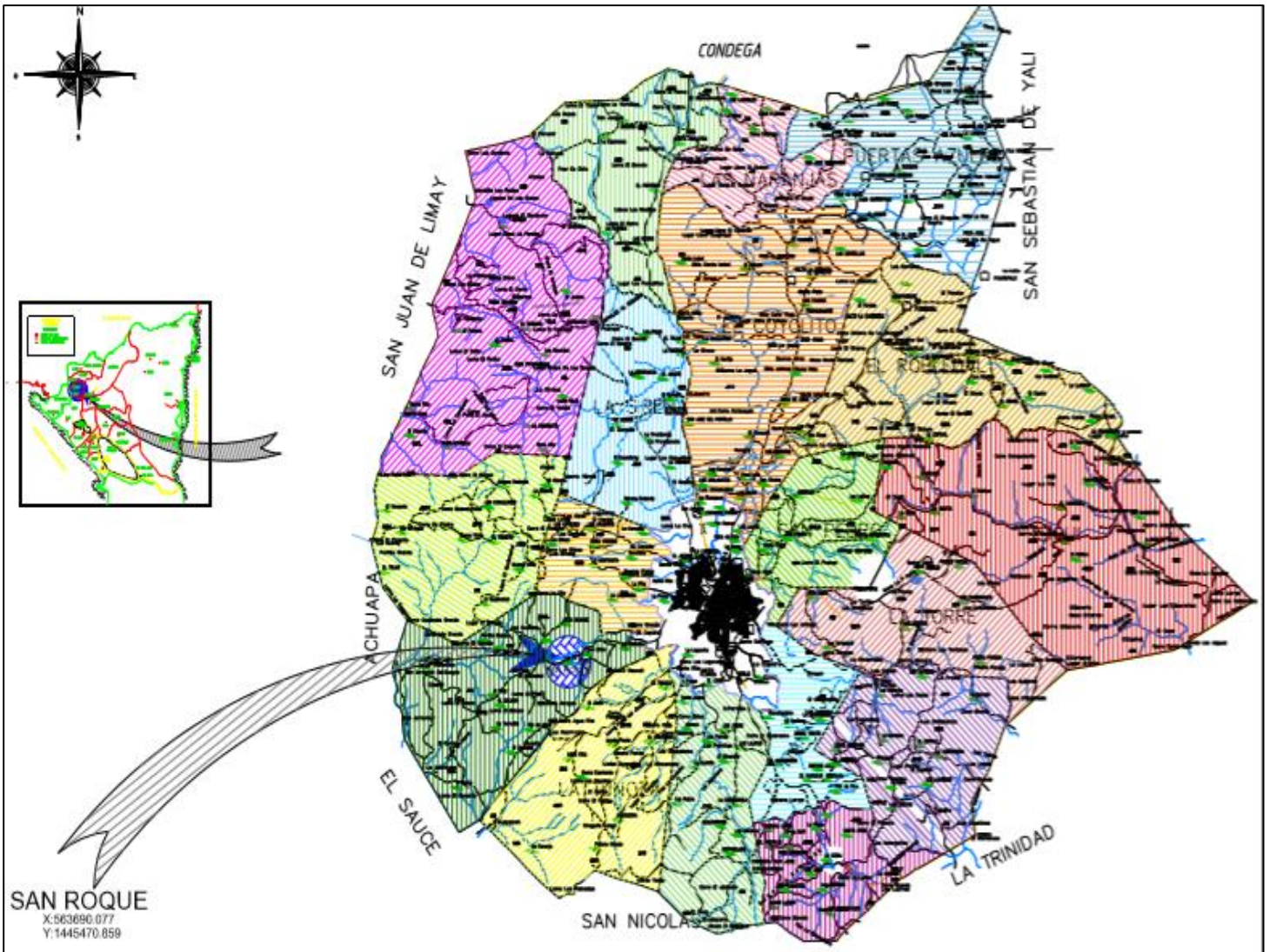
Cristo el Señor.»

Colosenses 3:23-24

Anexos

Anexo N° 1: Macro y micro localización





Anexo N° 2: Encuesta socio-económica

Anexos 2 Encuesta Socio-económica
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA



Facultad Tecnología de la Construcción Formato de la encuesta socio económica
en la comunidad de San Roque, municipio de Estelí.

A. Información básica de la localidad

Encuestador(a) _____

Municipio: _____

Comunidad: _____

Fecha: _____

¿Quién es Responsable del Hogar?:

Padre _____ Madre _____ Otro _____

Nombre de la persona Encuestada: _____

Tipo de Proyecto: _____

B. Condiciones de la vivienda

1. Tendencia de la vivienda: a) Propia _____ b) Prestada _____ c) Alquilada _____

2. Tiempo que viven en la casa: _____ año(s) _____ meses _____

3. Las paredes son: a) Bloque _____ b) Ladrillo _____ c) Madera _____ d) Otros _____

4. El piso es: a) Madera _____ b) Tierra _____ c) Ladrillo _____ d) Otros _____

5. El techo es: a) Zinc _____ b) Teja _____ c) Madera _____ d) Palma _____ e) Otros _____

6. ¿Cuántas divisiones tiene la vivienda?: a) Tres _____ b) Dos _____ c) No tiene _____

7. ¿Posee energía eléctrica? Si () no () ¿Cuánta paga? _____

8. ¿Red de agua? Si () no () ¿Cuánta paga? _____

9. Resumen del estado de la vivienda: a) Buena _____ b) Regular _____ c) Mala _____

C. Situación económica de la familia

10. ¿Cuántas Personas del hogar trabajan?

Dentro de la Comunidad: H _____ M _____ Total _____

Fuera de la comunidad: H _____ M _____ Total _____ 11.

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

11. El último pago de energía eléctrica, realizado en el hogar: _____

12. ¿En qué trabajan las personas del hogar?
a) Ganadería____ b) Agricultura____ c) Jornaleros ____ d). Otros _____
¿Cuál? _____

13. ¿Qué cultivos realizan?
a) Arroz____ b) Frijoles____ c) Maíz____ d) Otros_____

14. ¿Tienen Ganado?
Sí____ No____ Cuánto: a) Vacuno____ b) Equino____ c) Caprino____

14. ¿Tienen animales Domésticos?
Sí____ No____ Cuantos: a) Cerdos____ b) Gallinas_____

15. Los animales domésticos están:
a) Encerrados____ b) Amarrados____ c) Sueltos_____

16. Los animales domésticos se abastecen de agua en:
a) El Río____ b) Quebrada____ c) Pozo_____

D. Información sobre el abastecimiento de agua

17. ¿Cuentan con el servicio de agua potable? _____

18. ¿Cuántas horas por día dispone de agua?
_____ Horario desde la____ Hasta las _____

19. Cree usted que lo que paga por el servicio de agua es:
Bajo () Justo () Elevado ()

20. La cantidad de agua que recibe es:
suficiente () insuficiente ()

21. ¿Almacena usted el agua para el consumo de su familia?
sí () no ()

22. La calidad del agua es: buena (), mala (), regular ()

23. ¿Con qué presión llega el agua a la vivienda?
bajo () suficiente () alto ()

24. ¿El agua llega limpia o turbia?:
Limpia todo el año () Turbia por días () Turbia por meses () Turbia todo el año ()

25. ¿Está usted satisfecho con el servicio de agua? ¿Cómo lo calificaría?
Bueno () Malo () Regular ()

26. ¿El agua antes de ser consumida le da algún tratamiento?:

Ninguno () Hierve (), Otro _____

27. ¿Cuál es la distancia de la vivienda hasta la otra fuente de abastecimiento?

_____ Metros y ¿Qué tiempo se demora en ir y venir? _____ Minutos.

28. ¿Cuántas veces al día acarrea? _____

29. ¿Quiénes acarrear el agua? _____

30. ¿Cuánto los mayores de 18 años? _____

31. Y ¿Cuánto los menores de 18 años? _____

32. Cada vez que acarrea, ¿cuántos viajes realiza? _____

E. ¿En qué momentos, las personas que habitan en esta vivienda practican el lavado de manos?

33. Después de usar la letrina o inodoro _____

34. Antes de preparar e ingerir alimentos _____

35. Después de cambiar el pañal _____

36. Luego de llevar a las niñas y niños al inodoro o letrina _____

37. Luego de estar en contacto o limpiar a las personas enfermas _____

38. Mencione otro momento en que los miembros de la familia realicen el lavado de manos _____

F. Información – comunicación

39. Usted se informó del proyecto a través de:

a. Amigos/amigas b. Vecino/vecina c. Alcaldía d. FISE

e. Líderes de la comunidad f. En asamblea comunitaria g. Otros (especificar)

40. ¿Mujeres y hombres tuvieron igual acceso a la información del proyecto?

a. Sí _____, b. No _____, c. No sabe _____

41. Participación y organización Participación

42. ¿Ha recibido invitación para participar en las siguientes actividades?

Si _____ no _____

G. Participación y organización Participación

43. ¿Ha recibido invitación para participar en las siguientes actividades?

Organización comunitaria _____ -

b. Asambleas _____

c. Talleres de capacitación _____

d. Reuniones _____

e. Todas las anteriores _____

f. Ninguna _____

44. ¿Está de acuerdo en participar en el proyecto?

a. Sí b. No

45. ¿Participó en el autodiagnóstico de la comunidad?

a. Sí b. No

46. Participó en la elaboración del plan Autogestión comunitaria
 a. Sí b. No
47. ¿Considera importante la participación de las Mujeres en la ejecución del proyecto?
 a. Sí b. No
48. ¿Participó en la definición de las opciones de los sistemas de agua y saneamiento?
 a. Sí b. No
49. ¿Las familias han participado en la elección de opción técnica y nivel de servicio?
 a. Sí b. No
50. ¿Cuáles han sido o serán sus aportes para el proyecto?
 Dinero Mano obra____
 Material____
51. ¿La invitaron o le informaron del pago de tarifa
 a. Sí____ b. No____
- Organización comunitaria
 a. Asambleas____
 b. Talleres de capacitación____
 c. Reuniones____
 d. Todas las anteriores____
 e. Ninguna____
52. ¿Está de acuerdo en participar en el proyecto?
 a. Sí____ b. No____
53. ¿Participó en el autodiagnóstico de la comunidad?
 a. Sí____ b. No____
54. Participó en la elaboración del plan Autogestión comunitaria
 a. Sí____ b. No____
55. ¿Considera importante la participación de las Mujeres en la ejecución del proyecto?
 a. Sí____ b. No____
56. ¿Participó en la definición de las opciones de los sistemas de agua y saneamiento?
 a. Sí____ b. No____
57. ¿Las familias han participado en la elección de opción técnica y nivel de servicio?
 a. S____ b. No____
58. ¿Cuáles han sido o serán sus aportes para el proyecto?
 Dinero Mano de obra____, Material____
59. Considera importante la participación de las mujeres en los CAPS
 a. Sí____ b. No____
60. La invitaron o le informaron del pago de tarifa.]
 a. Sí____ b. No____

Anexo N° 3: Fuente de abastecimiento actual



Fuente: Marinel Betanco
Pozo Existente



Fuente: Marinel Betanco
Grifos colocados por empresa Agua Roca

Empresa Agua Roca



Fuente: Marinel Betanco

Anexo N° 4: Levantamiento topográfico con estación total

Levantamiento Topografico							
Puntos	Coordenadas X	Coordenadas Y	Coordenadas Z	Puntos	Coordenadas X	Coordenadas Y	Coordenadas Z
1		2	151.46806	138	1445251.91	599104.533	974.97
3	1446066.939	599925.845	947.261	119	1445308.604	599133.349	977.48
4	1446036.187	599923.252	944.439	138		11926.94306	26.94306
5	1446037.915	599924.364	944.306	138		119	88.62639
6	1446038.173	599925.2	947.758	140	1445112.367	599039.323	990.284
7	1446034.113	599939.543	948.03	141	1445249.556	599096.882	975.234
8	1446034.18	599939.845	945.396	142	1445241.797	599105.905	975.15
9	1446032.341	599939.754	948.1	143	1445239.978	599109.158	975.773
10	1446032.403	599939.988	945.531	144	1445204.798	599085.473	979.364
11	1446022.993	599943.23	948.128	145	1445208.78	599077.194	979.46
12	1445995.368	599943.287	950.162	146	1445167.298	599069.243	984.042
13	1445994.63	599948.344	950.461	147	1445166.314	599069.803	984.167
14	1445969.531	599944.347	951.806	148	1445237.287	599141.703	975.008
15	1445934.933	599918.407	957.218	148	1445237.287	599141.703	975.008
16	1445928.548	599898.373	959.405	138	1445251.91	599104.533	974.97
17	1445932.542	599854.358	964.595	148		138291.475	291.475
18	1445940.73	599834.556	967.026	148		138	90.175
18	1445940.73	599834.556	967.026	149	1445218.68	599152.345	976.866
	11445954.04	599935.201	954	149	1445218.68	599152.345	976.866
18		182.46528	82.46528	148	1445237.287	599141.703	975.008
18		1	97.47222	149		148330.2333	330.23333
19	1445933.706	599796.242	971.878	149		148	98.98194
20	1445922.565	599794.789	975.591	150	1445208.543	599112.816	979.649
21	1445932.101	599763.086	975.817	151	1445212.435	599198.703	976.897
22	1445932.056	599763.125	974.628	152	1445211.11	599225.386	976.312
23	1445941.956	599761.971	975.843	153	1445208.605	599250.818	979.104
24	1445942.158	599761.858	973.739	154	1445204.656	599171.944	978.571
25	1445929.055	599742.048	976.948	150	1445208.543	599112.816	979.649
26	1445936.364	599732.056	977.576	149	1445218.68	599152.345	976.866
26	1445936.364	599732.056	977.576	150		14975.61667	75.61667
18	1445940.73	599834.556	967.026	150		149	96.25833
26		1887.56111	87.56111	155	1445183.525	599110.763	981.662
26		18	95.83611	156	1445188.786	599113.942	981.394
27	1445907.845	599683.175	979.129	157	1445190.778	599108.455	981.399
28	1445902.194	599684.581	980.181	158	1445207.746	599118.535	978.82
29	1445897.375	599651.701	979.884	159	1445165.506	599084.121	984.657
30	1445893.115	599652.983	980.558	160	1445118.178	599062.321	989.398
31	1445891.877	599606.891	982.266	140	1445112.367	599039.323	990.284
32	1445890.734	599601.034	982.805	160	1445118.178	599062.321	989.398
32	1445890.734	599601.034	982.805	140		16075.81944	75.81944
26	1445936.364	599732.056	977.576	140		160	95.46667
32		2670.79861	70.79861	161	1445158.608	599068.97	985.061
32		26	92.5125	162	1445157.149	599068.417	985.059
33	1445891.475	599546.066	987.723	163	1445157.867	599068.791	983.434
33	1445891.475	599546.066	987.723	164	1445162.907	599061.541	983.623
32	1445890.734	599601.034	982.805	165	1445161.33	599060.979	984.653
33		3290.77222	90.77222	166	1445162.322	599061.143	983.153
33		32	96.3625	167	1445137.406	599061.735	987.338
34	1445797.498	599417.812	996.881	168	1445105.228	599049.512	990.987

Fuente: Elaboración propia (2019)

Levantamiento Topografico							
Puntos	Coordenadas X	Coordenadas Y	Coordenadas Z	Puntos	Coordenadas X	Coordenadas Y	Coordenadas Z
35	1445829.732	599462.201	992.762	169	1445093.675	599048.93	991.744
36	1445886.543	599563.845	986.847	170	1445092.917	599050.355	991.857
37	1445846.64	599483.161	991.627	171	1445039.722	599011.069	996.925
38	1445845.655	599484.021	991.931	172	1445036.85	599016.337	997.903
39	1445878.041	599547.034	988.24	173	1445022.22	599007.132	999.477
40	1445858.237	599503.066	990.678	174	1445024.036	599003.655	999.018
41	1445854.597	599504.142	991.504	175	1445017.53	599001.726	999.757
42	1445871.843	599533.412	988.562	176	1445012.562	599001.555	1000.621
43	1445893.422	599544.505	987.625	177	1444995.516	598986.358	1000.947
44	1445890.699	599540.636	986.905	178	1444995.022	598988.378	1001.104
45	1445896.073	599517.168	981.587	179	1444982.652	598982.682	1001.669
46	1445901.841	599495.069	975.738	180	1444970.737	598975.234	1002.761
47	1445899.982	599493.553	976.759	180	1444970.737	598975.234	1002.761
48	1445909.922	599451.822	966.624	140	1445112.367	599039.323	990.284
48	1445909.922	599451.822	966.624	180		14024.34722	24.34722
33	1445891.475	599546.066	987.723	180		140	94.99028
48		33101.075	101.075	181	1445021.275	598982.837	999.165
48		33	78.26806	182	1445012.723	598980.133	999.484
49	1445908.468	599466.869	968.817	183	1444970.452	598980.961	1003.155
50	1445914.512	599463.197	968.694	184	1444959.535	598976.189	1003.755
51	1445901.422	599457.718	968.818	185	1444942.36	598967.076	1004.824
52	1445907.031	599445.333	965.688	186	1444930.839	598967.964	1006.946
53	1445900.552	599416.395	962.312	187	1444927.279	598967.131	1006.831
54	1445918.339	599426.204	960.971	188	1444922.085	598965.997	1007.047
55	1445930.755	599422.435	959.286	189	1444912.829	598963.188	1007.871
56	1445912.562	599406.744	959.129	190	1444883.224	598945.172	1009.412
57	1445933.676	599391.561	954.988	191	1444870.406	598922.429	1010.9
58	1445921.799	599365.971	963.281	192	1444851.165	598932.634	1011.769
34	1445797.498	599417.812	996.881	193	1444847.856	598934.8	1012.8
33	1445891.475	599546.066	987.723	194	1444795.877	598894.705	1016.769
34		3353.76806	53.76806	195	1444768.174	598875.799	1018.815
34		33	93.46111	196	1444750.248	598866.972	1021.005
59	1445750.879	599423.408	998.485	196	1444750.248	598866.972	1021.005
59	1445750.879	599423.408	998.485	180	1444970.737	598975.234	1002.761
34	1445797.498	599417.812	996.881	196		18026.15139	26.15139
59		34353.15556	353.15556	196		180	94.36528
59		34	92.48056	197	1444713.341	598835.481	1018.958
60	1445791.808	599432.506	996.855	198	1444712.255	598834.386	1018.945
61	1445791.121	599407.078	995.055	199	1444712.614	598835.017	1017.244
62	1445767.301	599428.941	998.29	200	1444720.619	598825.227	1018.523
63	1445766.998	599409.701	995.592	201	1444721.254	598825.642	1016.677
64	1445736.309	599433.921	997.575	202	1444699.819	598818.861	1019.455
65	1445704.578	599419.527	993.883	203	1444697.32	598817.175	1019.533
66	1445711.153	599439.114	995.633	204	1444698.619	598816.025	1019.136
67	1445711.153	599439.114	995.633	205	1444687.939	598782.415	1019.434
68	1445704.386	599436.586	995.303	206	1444655.09	598769.091	1018.465
69	1445690.799	599428.976	994.708	207	1444623.124	598723.887	1015.403
70	1445681.75	599417.249	993.834	207	1444623.124	598723.887	1015.403
71	1445664.527	599385.489	994.279	196	1444750.248	598866.972	1021.005
72	1445687.717	599366.764	995.632	207		19648.38056	48.38056

Fuente: Elaboración propia (2021)

Levantamiento Topografico							
Puntos	Coordenadas X	Coordenadas Y	Coordenadas Z	Puntos	Coordenadas X	Coordenadas Y	Coordenadas Z
73	1445715.505	599341.046	994.346	207		196	88.3125
74	1445750.137	599330.633	989.463	208	1444629.178	598742.119	1016.425
75	1445818.647	599294.905	985.009	209	1444607.527	598725.928	1014.496
76	1445832.997	599277.059	984.858	210	1444603.928	598727.66	1014.355
77	1445836.324	599273.032	984.797	211	1444590.752	598704.659	1012.349
78	1445836.961	599273.202	985.78	212	1444614.15	598696.533	1009.641
71	1445664.527	599385.489	994.279	213	1444540.248	598735.6	1035.084
59	1445750.879	599423.408	998.485	214	1444547.273	598747.337	1034.274
71		5923.70694	23.70694	215	1444583.583	598693.525	1011.245
71		59	94.29861	216	1444578.204	598691.869	1012.572
79	1445609.289	599355.48	998.103	217	1444563.841	598665.639	1008.922
80	1445595.13	599349.934	998.946	218	1444560.872	598665.378	1008.952
81	1445580.639	599338.781	999.601	218	1444560.872	598665.378	1008.952
81	1445580.639	599338.781	999.601	207	1444623.124	598723.887	1015.403
71	1445664.527	599385.489	994.279	218		20743.225	43.225
81		7129.10833	29.10833	218		207	86.32778
81		71	93.62917	219	1444556.296	598651.855	1008.504
82	1445600.843	599352.663	998.659	220	1444555.026	598648.744	1008.524
83	1445532.148	599350.683	998.328	221	1444555.813	598650.878	1006.648
83	1445532.148	599350.683	998.328	222	1444551.708	598633.105	1008.624
81	1445580.639	599338.781	999.601	223	1444549.546	598633.082	1009.439
83		81346.20972	346.20972	224	1444563.031	598618.919	1009.985
83		81	90.00694	225	1444560.246	598596.884	1010.866
83	1445532.148	599350.683	998.328	226	1444551.051	598585.101	1010.295
81	1445580.639	599338.781	999.601	227	1444548.652	598555.549	1011.336
83		81346.20972	346.20972	228	1444541.222	598520.915	1012.552
83		81	89.88611	229	1444537.93	598503.76	1013.003
84	1445438.599	599330.02	993.761	229	1444537.93	598503.76	1013.003
85	1445525.818	599349.512	997.686	218	1444560.872	598665.378	1008.952
86	1445528.378	599353.962	998.114	229		21881.92083	81.92083
87	1445528.3	599356.509	999.354	229		218	91.38333
88	1445527.231	599351.795	999.178	230	1444531.625	598483.865	1013.087
89	1445504.401	599409.742	1003.545	231	1444516.793	598449.91	1011.89
89	1445504.401	599409.742	1003.545	232	1444560.101	598589.791	1011.142
83	1445532.148	599350.683	998.328	233	1444510.403	598424.533	1012.35
89		83295.16528	295.16528	234	1444509.865	598422.784	1012.343
89		83	94.57639	235	1444509.996	598423.581	1010.026
90	1445473.262	599438.379	1003.9	236	1444513.787	598401.039	1013.103
91	1445469.815	599445.055	1004.079	237	1444540.562	598540.629	1012.412
92	1445454.41	599463.257	1004.465	238	1444533.692	598514.579	1013.562
84	1445438.599	599330.02	993.761	238	1444533.692	598514.579	1013.562
83	1445532.148	599350.683	998.328	236	1444513.787	598401.039	1013.103
84		8312.45556	12.45556	229	1444537.93	598503.76	1013.003
84		83	87.26111	236		22976.77361	76.77361
93	1445482.589	599330.096	998.224	236		229	90.35
94	1445493.191	599345.922	996.529	239	1444510.682	598373.942	1015.568
95	1445463.838	599341.576	995.131	240	1444521.748	598378.624	1014.389
96	1445435.625	599305.88	993.491	241	1444526.301	598370.974	1014.489
97	1445430.333	599299.42	992.341	242	1444526.267	598359.236	1015.225
98	1445401.153	599319.705	991.094	243	1444529.664	598379.199	1012.773

Fuente: Elaboración propia (2021)


Levantamiento Topografico							
Puntos	Coordenadas X	Coordenadas Y	Coordenadas Z	Puntos	Coordenadas X	Coordenadas Y	Coordenadas Z
99	1445385.51	599305.661	989.972	244	1444565.425	598328.04	1013.337
100	1445374.609	599300.432	989.238	245	1444563.785	598317.54	1017.044
101	1445363.924	599296.67	988.901	246	1444553.522	598298.846	1018.854
102	1445361.088	599304.311	988.825	247	1444585.682	598295.408	1022.556
103	1445322.177	599287.012	986.924	248	1444594.973	598267.693	1026.097
104	1445321.077	599292.564	987.102	249	1444468.862	598342.636	1020.86
105	1445272.74	599273.05	984.946	250	1444430.38	598304.079	1029.789
106	1445414.329	599297.69	990.847	251	1444459.727	598235.056	1027.263
107	1445424.299	599285.889	990.881	250	1444430.38	598304.079	1029.789
108	1445417.111	599274.803	989.807	236	1444513.787	598401.039	1013.103
109	1445249.011	599265.694	984.049	250		23649.29722	49.29722
110	1445418.115	599282.3	990.417	250		236	97.98056
111	1445400.687	599249.493	987.598	252	1444434.945	598296.975	1030.174
112	1445384.132	599221.338	984.889	253	1444437.848	598279.123	1030.238
113	1445390.038	599257.571	986.941	254	1444411.236	598294.943	1031.475
114	1445388.225	599258.801	987.361	255	1444408.626	598287.249	1032.255
115	1445375.361	599233.264	984.931	256	1444400.603	598281.153	1032.899
116	1445360.66	599208.079	982.754	250	1444430.38	598304.079	1029.789
117	1445341.171	599178.809	980.119	236	1444513.787	598401.039	1013.103
118	1445323.061	599157.505	977.909	250		23649.29722	49.29722
119	1445308.604	599133.349	977.48	250		236	97.64306
120	1445418.877	599316.149	991.861	257	1444490.149	598386.752	1014.532
121	1445421.398	599309.532	992.077	258	1444396.253	598260.646	1033.21
110	1445418.115	599282.3	990.417	259	1444385.289	598246.924	1034.223
84	1445438.599	599330.02	993.761	260	1444362.313	598217.075	1036.334
110		8466.76806	66.76806	261	1444341.451	598203.548	1038.693
110		84	87.76667	261	1444341.451	598203.548	1038.693
122	1445424.644	599292.766	991.297	250	1444430.38	598304.079	1029.789
123	1445425.757	599289.269	991.293	261		25048.50417	48.50417
124	1445426.965	599290.745	991.499	261		250	93.34167
125	1445434.949	599285.149	992.323	262	1444296.171	598240.264	1039.55
126	1445435.774	599285.953	992.901	262	1444296.171	598240.264	1039.55
127	1445442.698	599286.413	992.986	261	1444341.451	598203.548	1038.693
128	1445448.833	599281.833	993.138	262		261320.9625	320.9625
129	1445439.098	599269.758	991.356	262		261	91.91944
130	1445445.489	599259.447	990.56	263	1444266.964	598235.642	1041.845
131	1445378.055	599246.766	985.504	264	1444241.369	598234.509	1044.591
132	1445364.209	599226.865	984.039	265	1444221.793	598232.284	1046.757
133	1445351.945	599211.424	983.215	266	1444207.185	598229.071	1048.851
119	1445308.604	599133.349	977.48	266	1444207.185	598229.071	1048.851
110	1445418.115	599282.3	990.417	262	1444296.171	598240.264	1039.55
119		11053.67639	53.67639	266		2627.16944	7.16944
119		110	86.04722	266		262	96.4375
134	1445257.466	599112.924	974.391	267	1444167.545	598211.706	1057.888
135	1445259.152	599110.155	974.361	267	1444167.545	598211.706	1057.888
136	1445266.515	599117.805	974.438	266	1444207.185	598229.071	1048.851
137	1445268.041	599115.155	974.368	267		26623.65694	23.65694
138	1445251.91	599104.533	974.97	267		266	102.56944
139	1445302.032	599142.53	975.94	268	1444163.35	598182.446	1060.556

Fuente: Elaboración propia (2021)


Anexo N° 5: Resultado de los Análisis de la Prueba de Agua

Resultado de los Análisis Físico-Químico

2018-AN-1033



Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua
Hospital Monte España 300 metros al lago, Teléfonos (505) 278 6981, 278 6767, 278 6982
Telefax (505) 267-8169, apartado postal 4598, correo: ventas.servicios@cira-unan.edu.ni



Resultados Analíticos Físico Químicos

CLIENTE

MULTISERVICIOS M y C, S.A.
Del Murochí 1 c. al norte 2 1/2 c. abajo
Managua, Managua
Ing. Jorge Enrique Ruiz
Teléf. 8888-2229

<p>MATRIZ DE LA MUESTRA FUENTE: AGUA NATURAL IDENTIFICACION PROPORCIONADA POR EL CLIENTE: Pozo Perforado LUGAR Y/O COMUNIDAD: San Roque - Esteli MUNICIPIO, DEPARTAMENTO: San Roque COORDENADAS: Esteli- Esteli FECHA DE MUESTREO: No reportadas HORA DE MUESTREO: 2018-12-16 12 h 45</p>	<p>CÓDIGO DEL LABORATORIO: AN-1033 FECHA DE RECEPCIÓN: 2018-12-17 FECHA DE RENDICIÓN DEL ANÁLISIS: 2018-12-17 FECHA DEL REPORTE: 2019-01-12</p>
--	---

Parámetros	Método	Límite de		Unidades	Rango de	Valor máximo admisible
		Detección	Resultados			
TURBIDEZ	2130 B ¹		96,40	UNT	0,00 a 999	5,00 UNT
pH A 25,0 °C	4605 H B ¹		6,62	Unidades de pH	9,10 a 14,00	6,5 - 8,5 Unidades de pH
CONDUCTIVIDAD A 22,7 °C	2516 B ¹		138,20	µS.cm ⁻¹	1,0 a 10 000,00	No hay referencia
SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	1036 E ¹		134,50	mg/l ¹	Hasta 20 000,00	1000,00 mg/l ¹
COLOR VERDADERO	2128 B ¹		< rd	mg/l Pt-Co	5,0 - 70,0	15,00 mg/l Pt-Co
CALCIO	3590 Ca B ¹	0,88	13,94	mg/l ¹	0,896	No hay referencia
MAGNESIO	3500 Mg B ¹	0,20	4,59	mg/l ¹	0,378	60,00 mg/l ¹
SODIO	3500 Na B ¹	0,18	7,52	mg/l ¹	0,327	200,00 mg/l ¹
POTASIO	3600 K B ¹	0,10	1,70	mg/l ¹	0,040	10,00 mg/l ¹
CLORUROS	4110 B ¹	0,25	6,80	mg/l ¹	0,188	250,00 mg/l ¹
NITRATOS	4110 B ¹	0,05	0,93	mg/l ¹	0,015	50,00 mg/l ¹
SULFATOS	4110 B ¹	0,25	6,19	mg/l ¹	0,129	250,00 mg/l ¹
CARBONATOS	2320 B ¹	2,00	< ld	mg/l ¹		No hay referencia
BICARBONATOS	2320 B ¹	0,15	10,48	mg/l ¹	1,155	No hay referencia
DUREZA TOTAL	2340 C ¹	0,13	53,88	mg/l ¹	1,074	No hay referencia
ALCALINIDAD TOTAL	2320 B ¹	0,62	57,76	mg/l ¹	1,155	No hay referencia
ALCALINIDAD A LA FENOLFTALEINA	2320 B ¹	1,67	< ld	mg/l ¹		No hay referencia
SILICE DISUELTA	4500-SiO ₂ C ¹	0,20	58,14	mg/l ¹		No hay referencia
NITRITOS	4500-NO ₂ B ¹	0,003	0,007	mg/l ¹		0,10 ó 3,00 mg/l ¹
HERRO TOTAL	3500-Fe B ¹	0,02	6,36	mg/l ¹		0,30 mg/l ¹
FLUORUROS	4600-F D ¹	0,03	0,34	mg/l ¹		0,7 - 1,5 mg/l ¹
AMONIO	Azul de indolmetil ¹	0,005	0,065	mg/l ¹		0,5 mg/l ¹
CANJURO	4500-CN-E F ¹	0,01	< ld	mg/l ¹		0,07 mg/l ¹
BALANCE IÓNICO DE LA MUESTRA	1036 E ¹		1,40	%		

¹ Si se tomó el valor de 3,00 mg/l debe relacionarse el nitrito y nitrato por fórmula

Clave: Datos de campo suministrado por el cliente:
 < ld El valor está por debajo del límite de detección Elevación: 1040 espm
 < rd El valor está por debajo del rango de detección

Referencias:


¹ American Public Health Association (APHA). 2005 Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21^a Edición. Washington, APHA.

² Ruelas, J. (1987). Análisis de las Aguas Terrestres, Terrestres y Agua de Mar. Capitec. Ciénfuegos, Cuba.


³ Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centro América, Panamá y República Dominicana (CARISQ) (1983). Manual de Calidad para consumo humano. Costa Rica.

U.E. Evelyn Juarez Henríquez
Especialista - Análisis

M.Sc. Sylvia Fajardo Henríquez
Jefa de Laboratorio de Aguas Naturales



Managua, a los doce días del mes de enero del año dos mil dieciocho.




ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD

2018-AN-1033


Fuente: Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua, UNAN-Managua

Resultados de los Análisis Bacteriológicos

2018-MB-1077



Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua
 Hospital Monte España 300 metros al lago, Teléfonos (505) 278 6081, 278 6767, 278 6862
 Telefax (505) 267-8169, apartado postal 4598, correo: ventas.servicios@cira-unan.edu.ni



Resultados Analíticos de Microbiología

CLIENTE

MULTISERVICIOS M y C, S.A.
 del Manich 1 c al Norte, 2 1/2 c abajo
 Managua, Managua
 Ing. Jorge Enrique Ruiz
 Celular No. 8888-2229


MATRIZ DE LA MUESTRA


FUENTE: Agua Natural
 POZO PERFORADO: Pozo Perforado
 IDENTIFICACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE: Sin Rotas - Existi
 LUGAR Y/O COMUNIDAD: San Roque
 MUNICIPIO, DEPARTAMENTO: Estalí, Estalí
 COORDENADAS: No reportadas
 FECHA DE MUESTREO: 2018-12-16
 HORA DE MUESTREO: 12 h 45

DECLARACIÓN DEL ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD ANALÍTICA EN ESTE REPORTE DE RESULTADOS


En función de las previsiones contenidas en la Norma Técnica Nicaragüense (NTN 04 001-05), el Laboratorio de Microbiología hace constar que la muestra de agua natural codificada con el N° MB-1077 fue captada, preservada y transportada a este laboratorio por el cliente. Ha sido procesada de acuerdo a los Procedimientos Operativos Normalizados establecidos por el Laboratorio para el Aseguramiento de la Calidad de la información presentada en este reporte. Los Procedimientos en mención son los descritos en el "Manual de Procedimientos Operativos Normalizados del Laboratorio de Microbiología".

Conservamos los resultados cualitativos y cuantitativos relevantes al procesamiento de la muestra que se encuentran en el tomo correspondiente al análisis solicitado en la bitácora general del laboratorio. Así mismo, copia de estos registros los mantendrá la institución por un tiempo de 5 años.


 AREA ANALÍTICA


 AREA ANALÍTICA

Los resultados emitidos en este informe se refieren únicamente al objeto ensayado. El cliente está en libertad de reproducir total o parcialmente los resultados aquí anotados, bajo su propio nombre y responsabilidad. Podrá citar el Centro bajo expresa y formal autorización de su Director. Por su parte, el CIRAUANAN se compromete a mantener confidencialidad del contenido de este informe de resultados, salvo expreso y formal consentimiento del cliente.


 AREA TÉCNICA, ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD

CÓDIGO DEL LABORATORIO: MB-1077
FECHA DE RECEPCIÓN: 2018-12-16
FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS: 2018-12-16
FECHA DEL REPORTE: 2019-01-07


 Lic. María Luisa Talavera L.
 Especialista - Analista


 Lic. Susana Chirre
 Jefe Lab. Microbiología

Observaciones:
 Coliformes termotolerantes: Coliformes focales (denominación anterior)
Clave:
 NMP/100 ml: Número más Probable en 100 ml de muestra analizada.
Referencias:
¹ American Public Health Association (APHA). (2005) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21st Ed. Washington, APHA.
² Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centro América, Panamá y República Dominicana (CARPIA). (1986) Normas de Calidad de Agua para Consumo Humano Centro Rica. CAPRE.
³ Organización Panamericana de la Salud (OPS). (1985) Guía para la Calidad del Agua Potable. 2ª Ed. Ginebra, OPS.

Managua, a los siete días del mes de enero del año dos mil diecinueve.



 ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD

Plática 1 de 1


Fuente: Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua, UNAN-Managua

Resultado de los Análisis Metales Pesados

2018-CM-965



Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua
Hospital Monte España 300 metros al lago, Teléfonos (505) 278 6981, 278 6767, 278 6982
Telefax (505) 267-8169, apartado postal 4598, correo: ventas.servicio@cira-unan.edu.ni



Resultados Analíticos de Metales Pesados

CLIENTE

MULTISERVICIOS M y C, S.A
Del Munich 1 cuadra al norte, 2 1/2 cuadra abajo,
Managua
Ing. Jorge Enriquez Ruiz
Cel. 88882229



MATRIZ DE LA MUESTRA
FUENTE
IDENTIFICACION PROPORCIONADA POR EL CLIENTE
LUGAR Y/O COMUNIDAD
MUNICIPIO, DEPARTAMENTO
COORDENADAS
FECHA DE MUESTREO
HORA DE MUESTREO

AGUA NATURAL
Pozo Perforado
San Roque - Estill
San Roque
Estill, Estill
No reportadas
2018-12-16
12 h 45
CM-865
2018-12-16
2019-01-06
2019-01-10

DECLARACION DEL ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD ANALITICA EN ESTE REPORTE DE RESULTADOS

En función de las previsiones contenidas en la Norma Técnica Nicaragüense (NTN 04 001-05), el Laboratorio de Contaminantes Metálicos hace constar que la muestra de agua codificada con el N° CM-865 fue captada, preservada y transportada a este laboratorio por el cliente. Ha sido procesada de acuerdo a los Procedimientos Operativos Normalizados establecidos por el Laboratorio para el Aseguramiento de la Calidad de la información presentada en este reporte. Los Procedimientos en mención son los descritos en el "Manual de Procedimientos Operativos Normalizados de Contaminantes Metálicos".


Conservamos los resultados cualitativos y cuantitativos relevantes al procesamiento de la muestra que se encuentran en el tomo correspondiente al análisis solicitado en la bitácora general del laboratorio. Así mismo copia de estos registros los mantendrá la Institución por un tiempo de 5 años.


AREA ANALITICA

Los resultados emitidos en este informe se refieren únicamente al objeto ensayado. El cliente está en libertad de reproducir total o parcialmente los resultados aquí anotados, bajo su propio nombre y responsabilidad. Podrá citar el Centro bajo expresa y formal autorización de su Director. Por su parte, el CIRA/UNAN se compromete a mantener confidencialidad del contenido de este informe de resultados, salvo expreso y formal consentimiento del cliente.


Managua, a los diez días del mes de enero del año dos mil diecinueve.



J. Lucas
Especialista-Analista



M. Alvarado
MSc. Maestra Alvarado E.
Jefe Lab. Contaminantes Metálicos



AREA TECNICA, ASEGURAMIENTO
Y CONTROL DE LA CALIDAD

Parámetros **Método** **Límite de Detección** **Resultados** **Unidades** **Valores máximos admisibles OMS²**

Arsénico total	E. Rothery, et al, 1988 ¹	2,02	< Id	µg l ⁻¹	10 µg l ⁻¹
----------------	--------------------------------------	------	------	--------------------	-----------------------

Clave:
M: Límite de detección.

Referencias:

1. E. Rothery, 1988. Operación Manual: VISA 70, VARIAN.
2. Organización Mundial de la Salud, 1985. Guías para la calidad del agua potable. 2ª Ed. Ginebra: OMS.

Página 1 de 1

Fuente: Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua, UNAN-Managua

Anexo N° 6: Programación de Bombeo

DATOS DE PRUEBAS DE BOMBEO CONTINUA (San Roque)							
Fecha :		Unidad Impulsadora		Planta Electrica yamaha 16000 watts		T. Agua :	
Localidad	San Roque		Pozo No.	PPNo.1	Hora de inicio:		
Municipio		Esteli				Hora Final	
Longitud de columna		150 pies	Diametro de Revestimiento			4" PVC SDR 26	
Diametro del Orificio de Descarga			1 1/2"	Diametro de Descarga		1 1/2"	
Profundidad del Pozo		223 pies	Compañía Perforadora			Multiservicios SA.	
Nivel Estatico del Agua (NEA)		7.61 mts	Descripcion lugar medida				
Nivel Dinamico del Agua		26 mts					
Equipo de Bombeo;		Planta electrica yamaha de 13000 watts Motor y bomba Franklin Electric 5hp					
	Tiempo de Bombeo	Descenso	Caudal	CE(Us/Cm)	Recuperacion		
Horas		(m)	gpm	T(Oc), Ph	Tiempo	Descenso	Recuperacion
	Minutos			Eh(Mv)	Minutos	Residual(m)	
1er intervalo (cada minuto)		0			0	0	
	01	7.61	40	0	1	9.9	
	02	8.32	40	0	2	9.5	
	03	8.76	40	0	3	9.4	
	04	9.7	40	0	4	9.38	
	05	9.73	40	0	5	9.29	
	06	9.78	40	0	6	9.28	
	07	10.02	40	0	7	9.25	
	08	10.26	40	0	8	9.22	
	09	10.36	40	0	9	9.2	
	10	10.43	40	0	10	9.18	
	11	10.52	40	0	15	9.15	
fin		12	10.55	40	0	20	9.11
2d intervalo (cada 2 min)		14	10.6	40	0	25	9.1
	16	10.7	40	0	30	9.08	
	18	10.71	40	0	35	9.02	
fin		20	10.72	40	0	40	9
3rer intervalo (cada 5 min)		25	10.73	40	0	45	8.95
	30	10.74	40	0	50	8.9	
	35	10.75	40	0	55	8.7	
	40	10.76	40	0	60	7.65	
	45	10.77	40	0	70	8.6	
	50	10.78	40	0	80	8.55	
	55	10.79	40	0	90	8.55	
1 Hora (fin)		60	10.79	40	0	100	8.5
4to intervalo (cada 10 min)		70	10.8	40	0	110	8.4
	80	10.83	40	0	120	8.2	
	90	10.86	40	0			
	100	10.9	40	0			
	110	10.96	40	0			

Fuente: Alcaldía Municipal de Estelí

Horas	Tiempo de Bombeo	Descenso (m)	Caudal gpm	CE(Us/Cm) T(Oc), Ph Eh(M)	Recuperacion		Recuperacion
					Tiempo Minutos	Descenso Residual(m)	
2 Horas fin	120	11.02	40	0			
5to intervalo(cada 20 min)	140	11.05	39	0			
	160	11.07	39	0			
3 Horas (fin)	180	11.13	38.5	0			
6to intervalo (cada 30 min)	210	11.2	38.5	0			
4 horas	240	11.22	38.5	0			
	270	11.26	38	0			
5 Horas	300	11.3	38	0			
	330	11.32	37.5	0			
6 Horas	360	11.37	37.3	0			
	390	11.44	37.3	0			
7Horas	420	11.46	37	0			
	450	11.5	37	0			
8 Horas	480	11.53	36.8	0			
	510	11.55	36.6	0			
9 Horas	540	11.57	36.5	0			
	570	11.6	36.5	0			
10 Horas	600	11.63	36	0			
fin (7to intervalo cada 60 min)	630	11.65	35.7	0			
11 Horas , fin (8vo interv cada 30 m)	690	11.67	35.6	0			
	720	11.7	35.5	0			
12 Horas	750	11.72	35.5	0			
	780	11.76	35.4	0			
13 Horas	810	11.79	34.8	0			
	840	11.81	34.6	0			
14 Horas	870	11.83	34.4	0			
	900	11.86	34.2	0			
16 Horas	930	11.91	34	0			
			38.37857143				

Nota ; El caudal optimo de explotacion recomendado a largo tiempo es de 31 gpm, para obtener un descenso de 39.42 pies, el nivel dinamico del cuadal del pozo sera de 85 pies

Fuente: Alcaldía Municipal de Estelí

Intervalos de Lectura

Tabla N° 13: Primer intervalo de lectura

Lectura	Pie	Pulgada	Metro
1	24.000	11.530	7.610
2	27.000	3.475	8.320
3	28.000	8.794	8.760
4	31.000	9.792	9.700
5	31.000	10.973	9.730
6	32.000	0.941	9.780
7	32.000	10.387	10.020
8	33.000	7.834	10.260
9	33.000	11.770	10.360
10	34.000	2.525	10.430
11	34.000	6.067	10.520
12	34.000	7.248	10.550

Fuente: Elaboración propia (2021)

Tabla N° 14: Segundo intervalo de lectura

Lectura	Pie	Pulgada	Metro
13	34	9.216	10.600
14	35	1.152	10.700
15	35	1.546	10.710
16	35	1.939	10.720

Fuente: Elaboración propia (2021)

Tabla N° 15: Tercer intervalo de lectura

Lectura	Pie	Pulgada	Metro
17	35.000	2.333	10.730
18	35.000	2.726	10.740
19	35.000	3.120	10.750
20	35.000	3.514	10.760
21	35.000	3.907	10.770
22	35.000	4.301	10.780
23	35.000	4.694	10.790
24	35.000	4.694	10.790

Fuente: Elaboración propia (2021)

Tabla N° 16: Cuarto intervalo de lectura

Lectura	Pie	Pulgada	Metro
24	35.000	5.088	10.800
25	35.000	6.269	10.830
26	35.000	7.450	10.860
27	35.000	9.024	10.900
28	35.000	11.386	10.960
29	36.000	1.747	11.020

Fuente: Elaboración propia (2021)

Tabla N° 17: Quinto intervalo de lectura

Lectura	Pie	Pulgada	Metro
30	36.000	2.928	11.050
31	36.000	3.715	11.070
32	36.000	6.077	11.130

Fuente: Elaboración propia (2021)

Tabla N° 18: Sexto intervalo de lectura

Lectura	Pie	Pulgada	Metro
33	36.000	8.832	11.200
34	36.000	9.619	11.220
33	36.000	11.194	11.260
35	37.000	0.768	11.300
36	37.000	1.555	11.320
37	37.000	3.523	11.370
38	37.000	6.278	11.440
39	37.000	7.066	11.460
40	37.000	8.640	11.500
41	37.000	9.821	11.530
42	37.000	10.608	11.550
43	37.000	11.395	11.570
44	38.000	0.576	11.600
45	38.000	1.757	11.630
46	38.000	2.544	11.650

Fuente: Elaboración propia (2021)

Tabla N° 19: Séptimo intervalo de lectura

Lectura	Pie	Pulgada	Metro
46	38.000	2.544	11.650

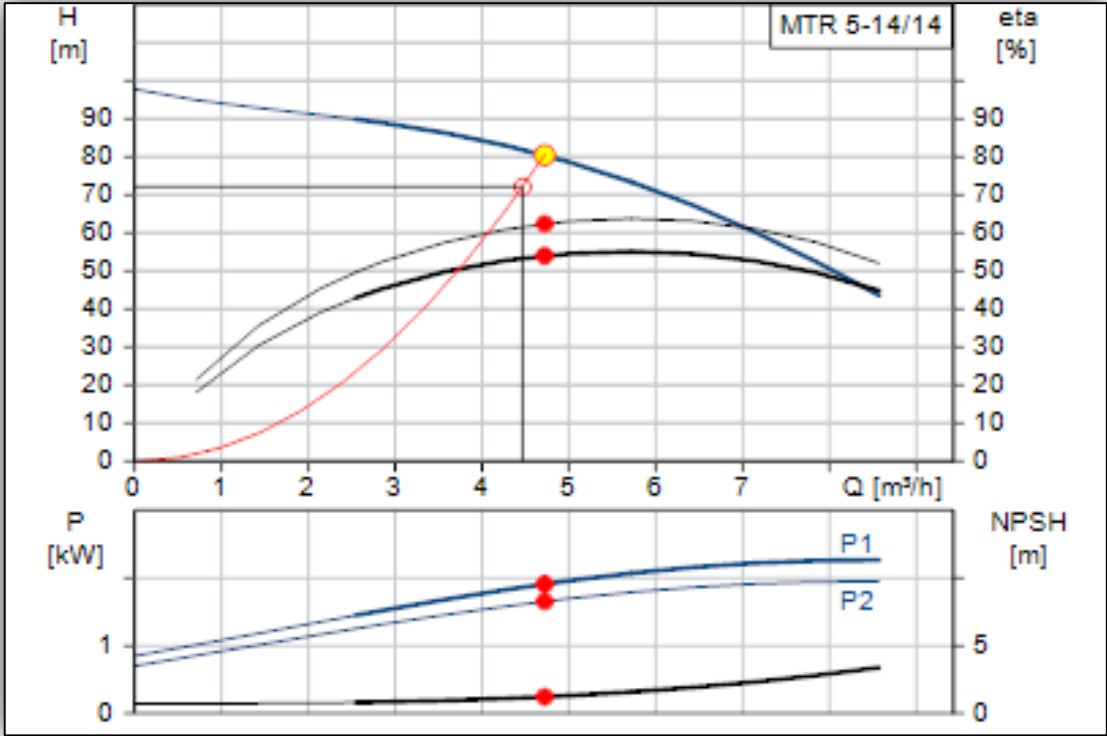
Fuente: Elaboración propia (2021)

Tabla N° 20: Octavo intervalo de lectura

Lectura	Pie	Pulgada	Metro
47	38.000	3.331	11.670
48	38.000	4.512	11.700
49	38.000	5.299	11.720
50	38.000	6.874	11.760
51	38.000	8.054	11.790
52	38.000	8.842	11.810
53	38.000	9.629	11.830
54	38.000	10.810	11.860
55	39.000	0.778	11.910

Fuente: Elaboración propia (2021)

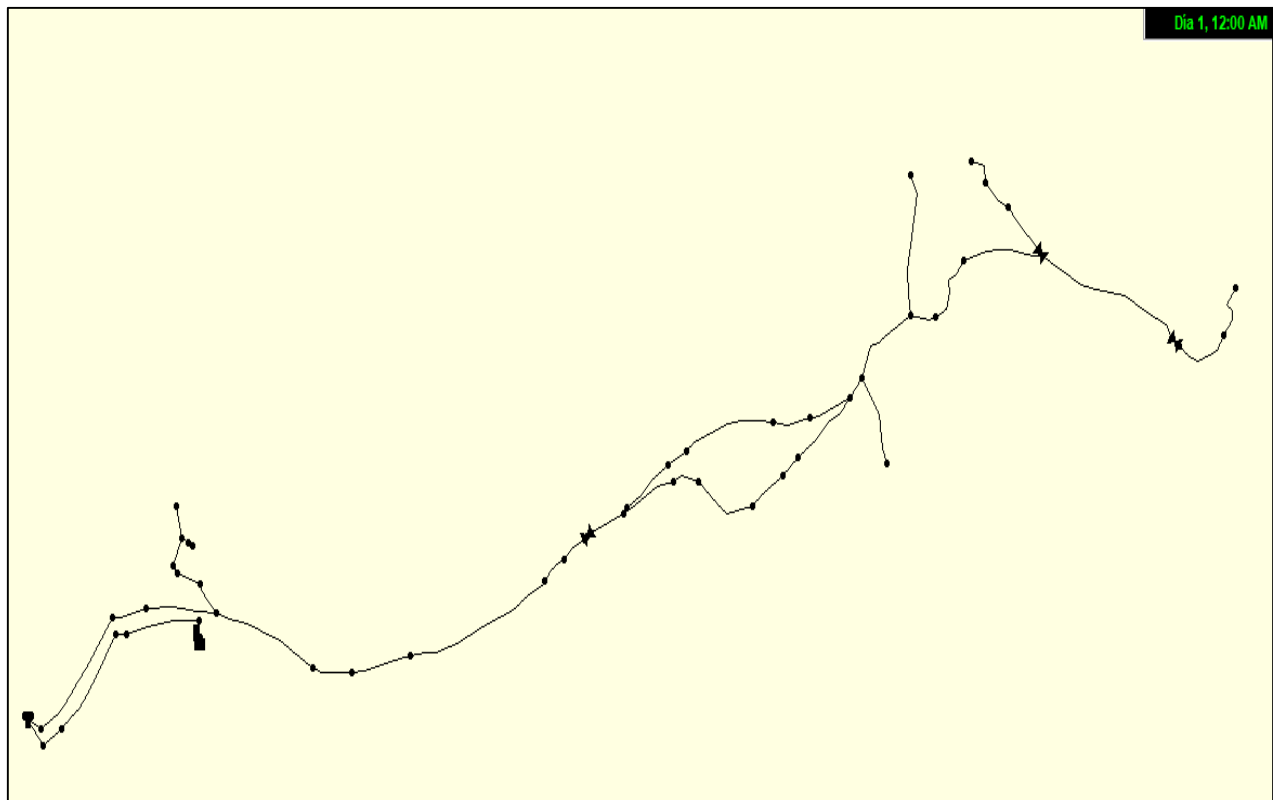
Anexo N° 7: Curva de la bomba a utilizar



Fuente: Diseño de bombas grundfos

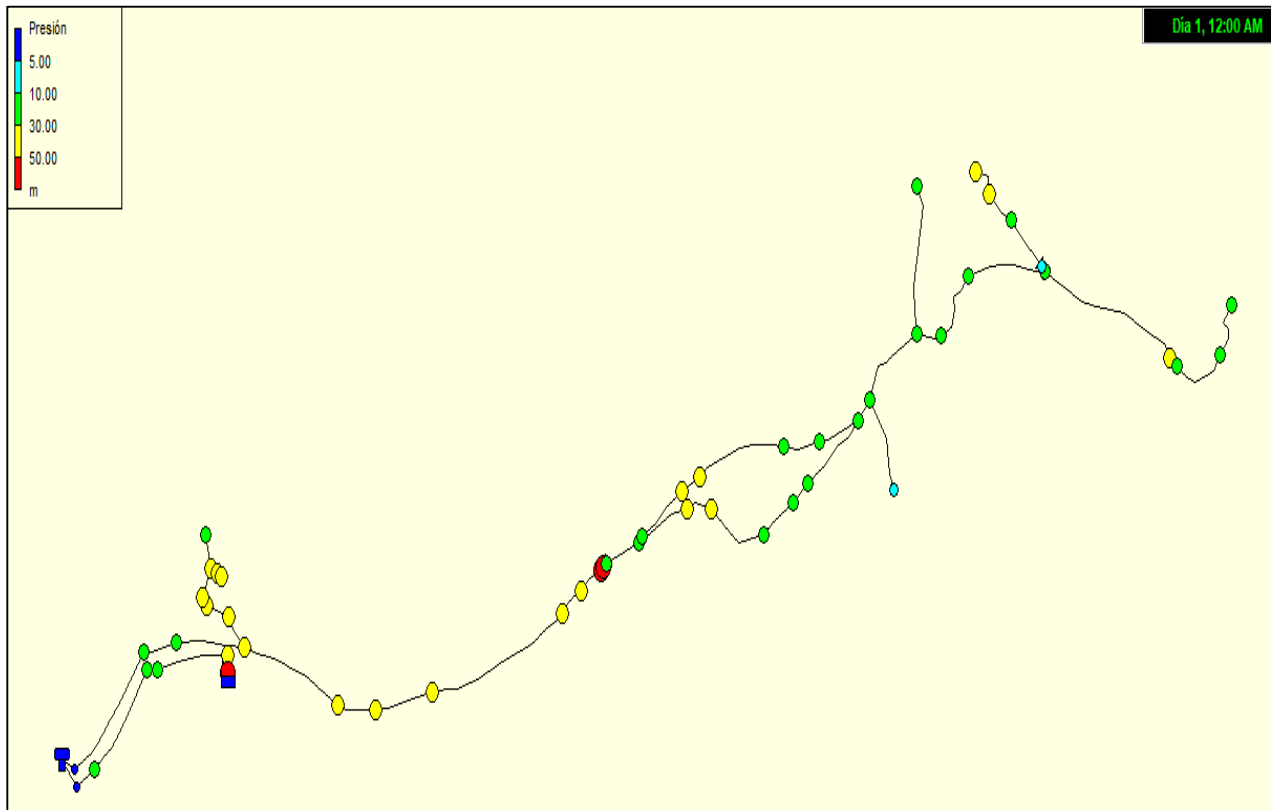
Anexo N° 8: Simulación Epanet

Esquema N°1 de red distribución y línea de Conducción



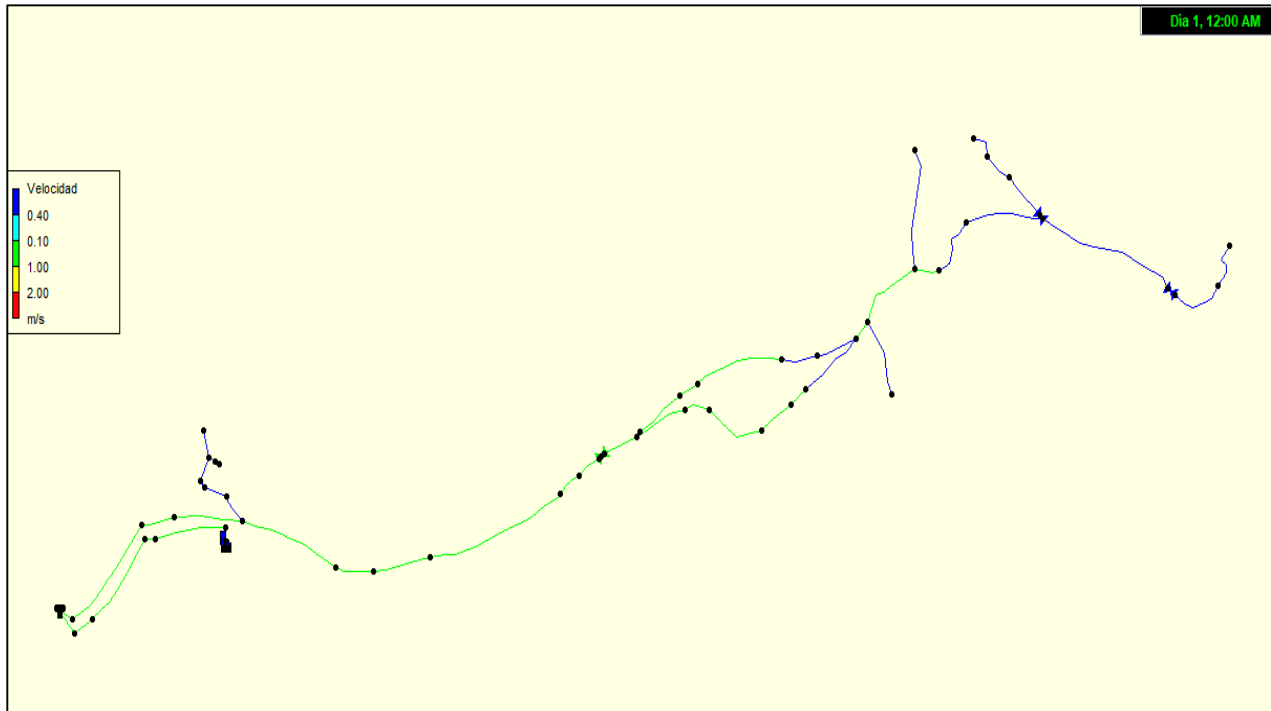
Fuente: Elaboración propia (2021)

Esquema N° 2 Análisis en la línea de conducción y red de distribución de las presiones



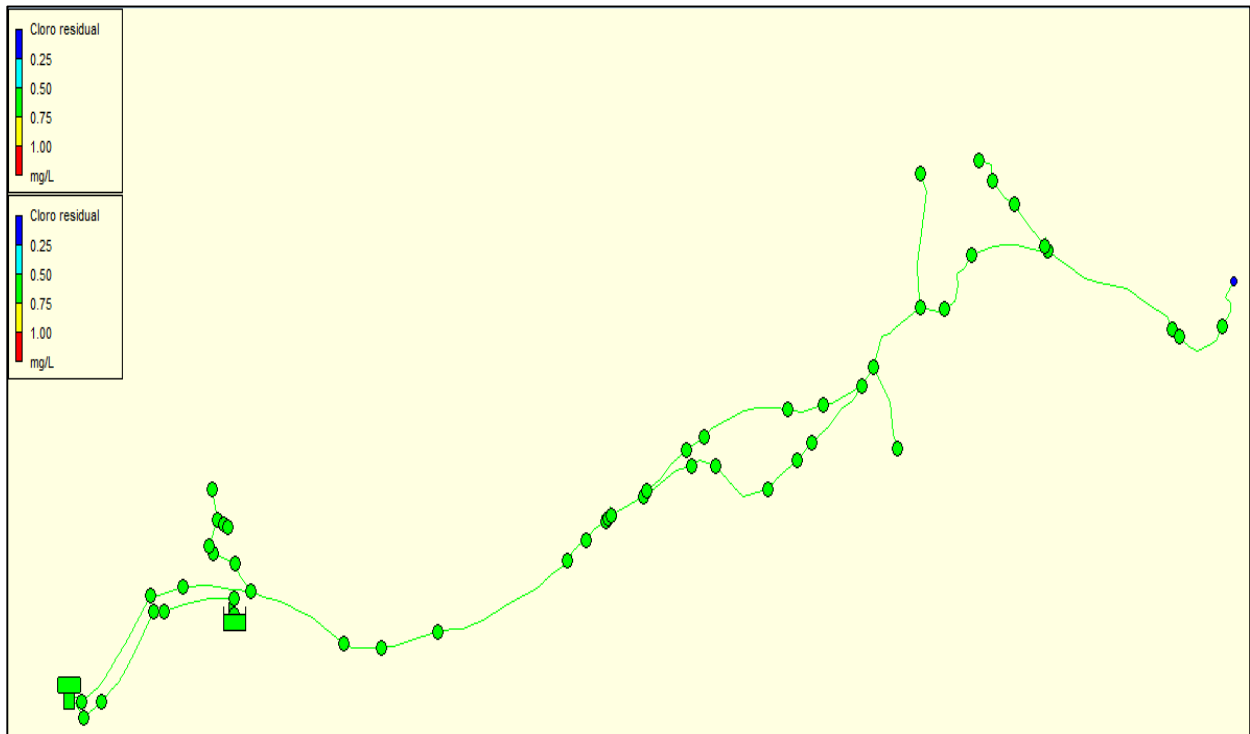
Fuente: Elaboración propia (2021)

Esquema N° 4 Análisis en la tubería de la línea de Conducción y red de distribución con las velocidades



Fuente: Elaboración propia (2021)

Esquema N° 5 Análisis cloro residual



Fuente: Elaboración propia (2021)

Anexo N° 8: Resultados de tuberías obtenidos en el análisis de EPANET

Tabla N°21: Resultados de longitudes, diámetros, velocidades, etc.

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit.	Factor de Fricción
Tubería T-1	32	55.7	150	1.34	0.55	6.13	0.022
Tubería T-2	168.41	55.7	150	1.34	0.55	6.13	0.022
Tubería T-3	17.59	55.7	150	1.34	0.55	6.13	0.022
Tubería T-4	224.09	55.7	150	1.34	0.55	6.13	0.022
Tubería T-5	44.21	55.7	150	1.34	0.55	6.13	0.022
Tubería T-6	29.68	55.7	150	1.34	0.55	6.13	0.022
Tubería T-7	29.68	44.55	150	0.95	0.61	9.67	0.023
Tubería T-8	253.77	44.55	150	-0.95	0.61	9.67	0.023
Tubería T-9	70.75	44.55	150	-0.95	0.61	9.67	0.023
Tubería T-10	148.16	44.55	150	0.89	0.57	8.5	0.023
Tubería T-11	54.83	44.55	150	0.09	0.06	0.12	0.032
Tubería T-12	50	44.55	150	0.07	0.04	0.07	0.034
Tubería T-13	14.74	44.55	150	0.07	0.04	0.07	0.033
Tubería T-14	46.56	44.55	150	0.07	0.04	0.07	0.034
Tubería T-15	14.75	44.55	150	0.03	0.02	0.02	0.048
Tubería T-16	11.26	44.55	150	0.01	0.01	0	0
Tubería T-17	48.22	44.55	150	0.03	0.02	0.01	0.039
Tubería T-18	171.69	44.55	150	0.8	0.51	6.96	0.023
Tubería T-19	98.23	44.55	150	0.8	0.51	6.96	0.023
Tubería T-20	303.27	44.55	150	0.74	0.47	5.97	0.023
Tubería T-21	44.24	44.55	150	0.67	0.43	5.04	0.024
Tubería T-22	52.64	44.55	150	0.62	0.4	4.35	0.024
Tubería T-23	6.826	44.55	150	0.54	0.35	3.4	0.025
Tubería T-24	83.39	44.55	150	0.54	0.35	3.41	0.025
Tubería T-25	11.59	44.55	150	0.27	0.17	0.91	0.027
Tubería T-26	105.83	44.55	150	0.28	0.18	0.97	0.027
Tubería T-27	109.08	44.55	150	0.27	0.17	0.91	0.027
Tubería T-28	42.48	44.55	150	0.24	0.15	0.76	0.028
Tubería T-29	189.21	44.55	150	0.21	0.14	0.61	0.028
Tubería T-30	78.02	44.55	150	0.15	0.1	0.32	0.03

Fuente: Elaboración propia (2021)

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit.	Factor de Fricción
Tubería T-31	87.44	44.55	150	0.09	0.06	0.11	0.032
Tubería T-32	55.49	44.55	150	0.23	0.14	0.67	0.028
Tubería T-33	129.37	44.55	150	0.21	0.14	0.6	0.028
Tubería T-34	77.03	44.55	150	0.17	0.11	0.41	0.029
Tubería T-35	41.74	44.55	150	0.16	0.1	0.35	0.029
Tubería T-36	139.41	44.55	150	0.12	0.08	0.21	0.031
Tubería T-37	39.29	44.55	150	0.21	0.13	0.58	0.028
Tubería T-38	138.74	44.55	150	0.01	0.01	0	0.047
Tubería T-39	146.49	44.55	150	0.19	0.13	0.51	0.029
Tubería T-40	50.97	44.55	150	0.16	0.1	0.34	0.029
Tubería T-41	108.73	44.55	150	0.14	0.09	0.29	0.03
Tubería T-42	165.47	44.55	150	0.12	0.08	0.2	0.031
Tubería T-43	209.72	44.55	150	0.04	0.03	0.03	0.036
Tubería T-44	83.18	44.55	150	-0.09	0.06	0.12	0.032
Tubería T-45	61.34	44.55	150	-0.07	0.04	0.07	0.034
Tubería T-46	55.74	44.55	150	-0.03	0.02	0.01	0.038
Tubería T-47	300.01	44.55	150	0.03	0.02	0.01	0.038
Tubería T-48	135.31	44.55	150	0.03	0.02	0.01	0.04
Tubería T-49	84.87	44.55	150	0.01	0.01	0	0.033
Tubería T12	123.41	44.55	150	0.75	0.48	6.16	0.023
Bomba B1	No Disponible	No Disponible	No Disponible	1.34	0	-75.4	0
Válvula V2	No Disponible	55.7	No Disponible	0.54	0.22	37.14	0
Válvula V3	No Disponible	55.7	No Disponible	0.03	0.01	38.66	0
Válvula V4	No Disponible	55.7	No Disponible	0.09	0.04	16.42	0

Fuente: Elaboración propia (2021)

Tabla N°22:Resultados de Presiones, Cotas, y Demandas del sistema

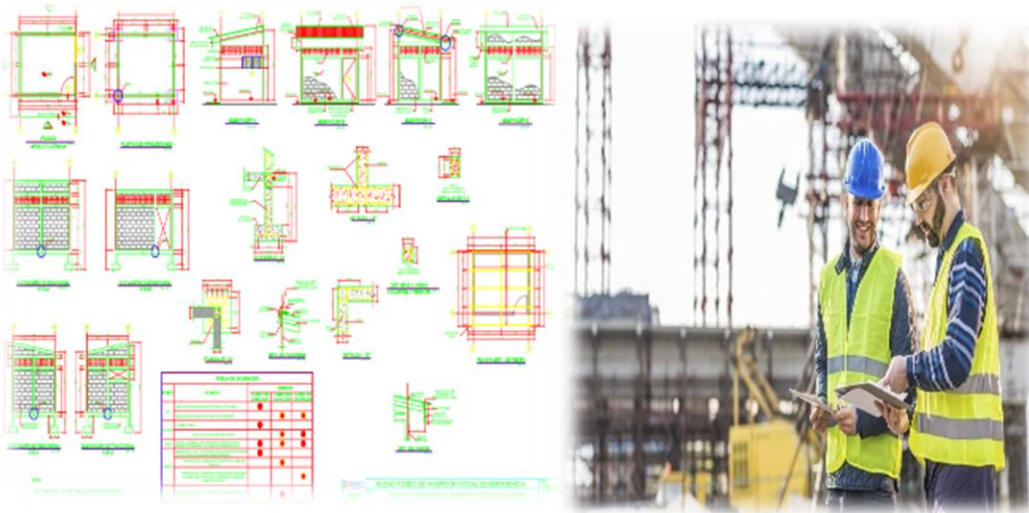
ID Nudo	Demanda Base LPS	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Conexión N-1	0	0	1060.48	2.59
Conexión N-2	0	0	1058.02	23.8
Conexión N-3	0.064	0.06	1057.34	27.17
Conexión N-4	0	0	1056.08	43.74
Conexión N-5	0.026	0.03	1056.07	41.61
Conexión N-6	0	0	1056.07	40.85
Conexión N-7	0	0	1056.07	40.84
Conexión N-8	0.013	0.01	1056.07	37.22
Conexión N-9	0.013	0.01	1056.07	39.02
Conexión N-10	0.013	0.01	1056.07	42.73
Conexión N-11	0.026	0.03	1056.07	29.97
Conexión N-12	0	0	1054.88	46.26
Conexión N-13	0.051	0.05	1054.2	41.85
Conexión N-14	0.013	0.01	1053.44	34.64
Conexión N-15	0.064	0.06	1051.63	44.58
Conexión N-16	0.051	0.05	1051.41	48.25
Conexión N-17	0.077	0.08	1051.18	51.42
Conexión N-18	0	0	1051.15	52.14
Conexión N-19	0	0	1014.02	15
Conexión N-20	0	0	1013.73	21.99
Conexión N-21	0	0	1013.72	22.74
Conexión N-22	0.026	0.03	1013.62	34.26
Conexión N-23	0.026	0.03	1013.59	38.44
Conexión N-24	0.064	0.06	1013.48	28.54
Conexión N-25	0.064	0.06	1013.45	22.15
Conexión N-26	0	0	1013.44	16.91
Conexión N-27	0.051	0.05	1013.63	32.23
Conexión N-28	0.013	0.01	1013.59	36.73
Conexión N-29	0.039	0.04	1013.52	29.47
Conexión N-30	0.013	0.01	1013.49	26.38

Fuente: Elaboración propia (2021)

ID Nudo	Demanda Base LPS	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Conexión N-31	0.039	0.04	1013.47	24.65
Conexión N-32	0	0	1013.42	15.09
Conexión N-33	0.013	0.01	1013.42	8.95
Conexión N-34	0	0	1013.34	19.06
Conexión N-35	0.013	0.01	1013.33	18.62
Conexión N-36	0.026	0.03	1013.29	16.44
Conexión N-37	0	0	1013.26	26.42
Conexión N-38	0.039	0.04	1013.34	28.54
Conexión N-39	0	0	996.85	10
Conexión N-40	0.026	0.03	996.84	28.02
Conexión N-41	0.039	0.04	996.83	37.7
Conexión N-42	0.026	0.03	996.83	33.55
Conexión N-43	0	0	1013.26	48.66
Conexión N-44	0	0	974.6	10
Conexión N-45	0.013	0.01	974.59	24.43
Conexión N-46	0.013	0.01	974.59	27.33
Conexión C-1	0	0	1063.93	75.4
Conexión C-2	0	0	1063.73	49.2
Conexión C-3	0	0	1062.7	29.49
Conexión C-4	0	0	1062.59	28.37
Conexión C-5	0	0	1061.22	12.37
Conexión C-6	0	0	1060.95	3.06
Embalse A1	No Disponible	-1.34	988.53	0
Depósito D1	No Disponible	0.39	1060.77	0.21

Fuente: Elaboración propia (2021)

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS



«Del SEÑOR es la tierra y todo lo que hay en ella; el mundo y los
que en él habitan. Porque él la fundó sobre los mares, y la asentó
sobre los ríos»

Salmos 24:1-2

Especificaciones técnicas

1) Equipo de Bombeo

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

- Caudal: 20.61 Gpm
- CTD: 73.71 m
- Potencia del Motor: 1.5Hp

a. Bomba

Los tazones de la bomba podrán ser de acero inoxidable, hierro dúctil o hierro fundido de grano fino, teniendo una resistencia mínima de 30,000 lb/plg.

Las resistencias del material seleccionado para la construcción de los tazones deberán tener relación directa con la carga total dinámica de la bomba. Además, deberán estar libres de ampollas, picaduras o cualquier otro defecto; haber sido maquinados con precisión y ajustado a dimensiones exactas.

Se deberán especificar la curva de operación, la cual será planteada a las mismas revoluciones con que gira el motor eléctrico a que irá acoplada. Se requiere que la bomba sea seleccionada en real punto de máxima eficiencia o ligeramente a la derecha del mismo.

La bomba debe estar dotada de un sensor de mínimo y máximo nivel de bombeo. Dicho plato debe tener agujeros que permitan la introducción del cable de alimentación eléctrica del motor, así como la introducción de tubería PVC de una pulgada. Esta última será utilizada como tubo piezométrico.

La tubería de columna de columna irá enroscada directamente al codo de la descarga.

b. Válvulas de retención horizontal (Válvula Check)

Esta válvula deberá operar abierta normalmente en condiciones de flujo normal.

Cuando la presión de salida exceda a la presión de aguas arriba, la válvula deberá cerrar lentamente controlando la velocidad de su apertura en prevención del golpe de ariete. Llevarán colocadas en relieve el diámetro nominal, la presión nominal, el material, la marca de fábrica, y la fecha indicando el sentido de la corriente, tendrán interior y exteriormente un revestimiento protector. La presión de trabajado deberá ser mínimo 200 PSI. Las bridas serán conforme las especificaciones AWWA C-508. Se recomienda la marca apolo o equivalente.

c. Medidor maestro

Serán del tipo medidor de velocidad con hélice propulsada, de esfera seca y lectura tipo recta con rodillos de cifras saltantes. En termino generales, deberán cumplir con las normas AWWA C-794-70.

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

Los medidores tendrán sus bocas de unión solidaria a la caja y provista de bridas del tipo redondo conforme ASA B.16.1-1960 clase 125, que especifique la perforación del diámetro y su espesor.

Cada boca traerá su respectivo compañero de brida (COMPANION FLANGUE) provisto de rosca hembra IP según ASA B.2.1 1960.

Los ejes, piñones y cojinetes del tren de engranaje deberán ser de materiales durables y anticorrosivos. Los piñones estarán sujetos, engranarán completamente entre sí y

se deslizarán libremente. Los cojinetes estarán afianzados de tal manera que no podrán abandonar su posición y serán fácilmente reemplazados.

2) Instalación de tubería

a. Excavación

- **Trabajos Iniciales**

Antes de iniciar la excavación de las zanjas el contratista deberá verificar la existencia de infraestructura dentro del área de las tuberías a instalar, al mismo tiempo avisar y suministrar la información requerida al ingeniero, para que este revise y dictamine sobre los cambios de alineaciones y niveles propuestos por el contratista.

Todo aviso y notificación al respecto deberá hacerse por escrito, acompañado si fuere posible, con detalles constructivos (esquemas).

El contratista deberá planear y colocar en los lugares aprobados por el ingeniero, las señales necesarias que permitan a los conductores y peatones sobre las precauciones que deben tomar al transitar por el lugar.

- **Dimensiones de excavación**

El ancho de zanja será igual al diámetro nominal de la tubería más 0.40m, colocando la tubería al centro de la zanja, manteniendo la verticalidad de zanja en toda su extensión.

No se reconocerá al contratista en forma de pago, la ampliación de las zanjas hechas sin autorización del ingeniero.

En general, a menos que los planos indiquen lo contrario, la profundidad de la zanja será de 1.2m.

El fondo de la zanja deberá quedar perfectamente nivelado, sin protuberancias que afecten a la tubería a instalarse, de manera que el tubo descansa sobre el terreno en toda su longitud y extensión.

En caso de que durante la excavación se presentasen terrenos de poca consistencia (muy húmedos, suelos orgánicos, entre otros) o arcillosos como el zonzocuite la zanja deberá profundizarse como lo indique el ingeniero, pero no menos de 30cm abajo del fondo previsto.

El material excavado deberá reponerse por material aceptado por el ingeniero dentro de las especificaciones señaladas en la sección del relleno especial.

Cuando la excavación sea en roca o en piedra cantera, se removerá a una profundidad de 0.15m bajo la rasante de la línea inferior del tubo. Esta excavación comúnmente conocida como excavación adicional, se rellenará después con material aprobado por el ingeniero de la manera descrita en la sección de relleno especial o como lo indique el ingeniero.

b. Instalación de tuberías.

- **Recursos y procedimientos**

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

- **Cortes y rectificaciones en tubería**

Los cortes en tubería son una actividad importante a controlar durante la ejecución del trabajo, principalmente durante la instalación de accesorios y válvulas, o bien, cuando es necesario cortar y rectificar tubos que han sufrido algún daño durante el transporte, manejo o acarreo al sitio de la obra.

También pueden requerirse para efectuar curvas en el alineamiento; en tales casos, es preciso cortar la parte dañada o reducir un tubo normal a longitud requerida y rectificar luego los extremos del corte para proceder a efectuar las uniones.

- **Remoción de agua en las zanjas**

El contratista removerá inmediatamente toda agua superficial o de infiltración que pueda acumularse en las zanjas durante la excavación y la construcción, mediante la previsión de los drenajes necesarios o mediante bombeo o achicamiento. Se requiere que toda zanja se mantenga seca y no se permitirá que la tubería o alguna estructura sean colocadas en presencia de agua.

- **Instalación de Tubería**

Las tuberías a instalar en la red de distribución y línea de conducción serán de PVC SDR-26, con diámetro de 44.55 mm (1.5”).

Antes de instalarse, los tubos serán alineados a un lado y a lo largo de la zanja. Se deberán usar herramientas y equipos apropiados para manejar e instalar tubos y accesorios en una forma segura y satisfactoria, siendo lo ideal el seguir las recomendaciones del fabricante. En el manejo debe evitarse el uso de métodos bruscos, tal como dejar caer los tubos.

El almacenamiento de la tubería debe ser hecho sobre suelo llano, exento de piedras y de preferencia bajo cubierta y a la sombra.

Los tubos podrán ser bajados a la zanja a mano o por medio de cuerdas, teniendo el cuidado de no dejarlos caer sino depositarlos y no dejarlos rodar.

Se revisará al interior de los tubos a instalarse, con el objetivo de verificar su limpieza. Los accesorios a usarse en la tubería, serán igualmente revisados y sometidos a una limpieza general.

La rasante de los tubos y accesorios, deberán ser terminados cuidadosamente y se formara en ella una especie de media caña a fin de que una cuarta parte de la circunferencia de cada tubo y en toda su longitud quede en contacto con terreno firme. Los extremos de los tubos que ya hayan sido instalados, serán protegidos con tapones de material aprobado por el ingeniero, para evitar que tierra y otras suciedades penetren en los tubos.

En los pases a través de cauces y quebradas, la tubería será protegida con una camisa consistente en tubos de hierro fundido H°F° de 1.5" de diámetro.

Cuando el zanjeo sea en forma en forma de curva horizontal, la instalación se hará aprovechando las desviaciones angulares permisibles que cada junta pueda alcanzar, la cual será la especificada por el fabricante en la tubería. Conviene recordar que el montaje se realiza a partir de tubos perfectamente alineados. La desviación solo debe realizarse, después que el montaje de la junta se encuentre totalmente terminado.

En las zanjas con fuertes declives, será necesario anclar o asegurar los tubos que se van instalando, previendo que por su propio peso puedan deslizarse u originar defectos en sus uniones.

- **Instalación de válvulas y accesorios**

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

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

Las válvulas deberán ser instaladas en los sitios indicados por el ingeniero. Toda válvula deberá ser instalada de modo que su eje quede completamente vertical. Su instalación completa deberá comprender caja protectora, bloque de reacción y anclaje.

Cuando se tengan uniones flexibles no es necesario el uso de estas pozas cortas. Las cajas de protección de las válvulas se instalarán a nivel con la superficie del terreno.

Se instalará una caja válvulas por cada válvula a ser instalada de acuerdo con los detalles de los planos constructivos. Todas las cajas deberán ser colocadas de manera que no transmitan impactos o esfuerzos a la válvula, deberán ser centradas y colocadas a plomo sobre la tuerca de operación de las válvulas.

- **Válvulas de compuerta.**

En los sitios indicados en los planos se instalarán válvulas de compuertas; estas deberán instalarse sobre bases de concreto con varilla de acuerdo con los detalles indicados en los planos. Toda válvula deberá ser instalada de tal forma que la tuerca para operar quede en posición vertical. Las cajas de protección de las válvulas se instalarán a nivel con la superficie del terreno.

- **Válvula de limpieza.**

En general la ubicación se realiza en el lugar indicado conforme a los planos y consiste en colocar una TEE en la línea, a la cual se conecta lateralmente un Niple y una válvula de compuerta y luego otro Niple, hasta el punto del desfogue.

- **Conexiones domiciliarias.**

La alineación de las conexiones deberá hacerse a 90° respecto a la tubería de alimentación de la conexión.

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

c. Relleno y compactación

Para toda zanja abierta para la instalación de tubería o para otras actividades complementarias del proyecto, se requerirá del contratista el suministro de los recursos necesarios para efectuar adecuadamente el relleno y compactación de los mismos. El relleno y la compactación deben ser realizados adecuadamente para cerrar las zanjas. En general, esta actividad utiliza como material, el mismo que fue extraído de la zanja, libre de elementos inadecuados.

- **Requerimientos generales.**

A menos que se indique lo contrario o que circunstancias especiales así lo exijan, no se rellenarán las zanjas hasta que la tubería haya sido aprobada, desinfectada y lavada satisfactoriamente. Durante el relleno de las zanjas es necesario ajustarse a los siguientes requerimientos:

1. Se iniciará el relleno con capas de 10 cm de espesor y material, seleccionado y aceptado por el ingeniero, cuidadosamente apisonadas muy particularmente, debajo del tubo y sus costados, hasta un nivel que corresponda a $\frac{1}{4}$ del área del tubo. Al terminar el apisonado del fondo de la zanja, se usará un azadón de forma curva para proveer un apoyo uniforme y continuo para el cuadrante inferior de los tubos.
2. Se continuará compactando el relleno en capas no mayores de 10 cm hasta alcanzar un espesor de 30 cm arriba de la parte superior de la tubería.

3. Desde 0.30 metros sobre el tubo hasta el nivel de rasante, se rellenará con material de la excavación, pero escogido, colocado y apisonado en capas de 15 cm; piedras de más de 10 cm serán excluidas de todo relleno.
4. Cada capa de material de relleno con una humedad aceptable, que no sea ni muy baja (falta de agua) ni excesivamente saturada (exceso de agua) será compactada adecuadamente con apisonadoras de barra hasta lograr una apariencia de compactación sólida y densidad uniforme.

3) Especificaciones de la caseta de bombeo.

a. Limpieza inicial

Esta sección comprende todo lo relacionado con remoción, desalojo y disposición final de todos los materiales producto de la limpieza y/o desbrozo de toda el área en donde se realizarán las obras definitivas del proyecto. Este trabajo comprende la eliminación y despeje del terreno de todos los árboles, arbustos, troncos, cercas vivas, matorrales y vegetación en general,

Las labores de limpieza y desbroce al mismo tiempo en toda el área de emplazamiento de la caseta.

b. Concreto

Se usará concreto con $f'c = 150$ kg/cm en acera. El revenimiento máximo será de 12 cm. Se deberá cumplir las normas mínimas constructivas del Reglamento Nacional de la Construcción (RNC).

En la fabricación, transporte y colocación del concreto deberán cumplirse todas las recomendaciones del American Concrete Institute (A.C.I.), contenidas en el último informe del comité A.C.I. 301.

c. Materiales

El cemento, agua, agregado grueso, agregado fino y acero de refuerzo.

Se usarán bloques de adobe estabilizado (hueco) de 10cm x 20cm x 40 cm, con color y textura uniforme de fabricación local o de fábrica. El bloque deberá ser curado totalmente y en el transporte se tomarán precauciones para evitar descascaramiento y fracturas.

Los bloques deberán presentar superficies y cantos bien definidos y duros, igualmente por los huecos.

- **Repellos y finos.**

Las superficies de concreto que deben repellarse, serán piqueteadas totalmente para asegurar la adhesión del mortero. No se permitirá piquete salteado. En lugar del piqueteado se podrá utilizar productos químicos aprobados que garanticen la adherencia.

El mortero para repello se fabricará con una proporción 1:4, tanto para el interior como para el exterior.

Con relación al curado, se deberá tener el suficiente cuidado para evitar secados repentinos, por efectos del sol y el viento. El curado se llevará a cabo por siete días con abundante agua.

El fino se aplicará a golpes de llana de madera, sobre la superficie repellada, dándole el espesor mínimo necesario para cubrir las desigualdades de la superficie, puliéndola enseguida. Las superficies deberán rociarse con agua por lo menos durante tres días.

- **Estructura de techo**

En este trabajo comprende el suministro de equipo, mano de obra, materiales herramientas y servicios necesarios para llevar a cabo la construcción de la estructura de techo de acuerdo con los planos constructivos y estas especificaciones.

a. Construcción

Durante la construcción de la viga corona, se deberán instalar las platinas con forma, dimensiones y sitios indicados en los planos. Al terminar el fraguado de la viga corona, las platinas deben estar bien empotradas a la viga.

Terminada esta actividad, se procederá a la pintura de la estructura, esperar que seque, y ya está lista para recibir la cubierta de techo.

b. Cubierta de techo

Se suplirán todos los materiales, mano de obra y accesorios necesarios para construir los techos libres de filtraciones. El calibre de la lámina deberá ser de clase 26´.

- **Acabado y pintado**

Se le darán dos manos de pintura anticorrosiva color rojo, esperando que la primera seque completamente para aplicar la segunda capa, no se deberán dejar rebabas de pintura ni espacios sin pintar, las aplicaciones de estas capas deben ser pareja, de tal forma que se observe una capa lisa y uniforme de pintura y color.

- **Piso**

Este acápite implica el suministro e instalación de todos los materiales y mano de obra necesarios para la correcta instalación y acabado de piso. La cubierta de piso consistirá en un cascote de 7.5cm, sin refuerzo.

4) Tanque de almacenamiento sobre losa de concreto

En tanque de almacenamiento de Rotoplas de 15,000 litros, estará cimentado en una losa de concreto de 22cm de espesor a como lo indican los planos. En el área del terreno natural se hará un corte de material no clasificado, este material se transportará a un lugar más cercano según lo indique el supervisor, posteriormente se hará un mejoramiento con material selecto y suelo, cemento compactado en capa de 15cm con brinquina. La resistencia del concreto de la losa es para 3500 PSI, así mismo el refuerzo a utilizarse es grado 60, para una resistencia a la tensión de 60000 PSI.

Especificaciones del tanque

- **Altura:** 3.90 m
- **Diámetro:** 2.40 m
- **Placa:** 0.20 m
- **Peso:** 400 kg

- **Material:** Polietileno de alta densidad
- **Color:** Blanco y negro
- **Tapa:** 18 pulgadas

Estándar o de acuerdo a necesidades del cliente

- **Estándar:** 1.00-1.20 kg/cm³
- **Reforzado:** 1.21-1.50 kg/cm³
- **Doble reforzado:** 1.51-1.90 kg/cm³

Sugerencia de Instalación

Para una correcta instalación del tanque de almacenamiento es importante considerar:

- Instalar sobre superficie plana
- No instalar en tanque blanco al exterior.

a. Concreto reforzado

El concreto tendrá una resistencia a la compresión a los 28 días de PSI para todo concreto, la proporción de cemento, árido y agua necesaria para obtener la plasticidad y resistencia requerida.

b. Almacenamiento de materiales

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

- Los áridos fino y gruesos se manejarán y almacenarán separadamente de manera tal que se evite la mezcla con materiales extraños.
- Todas las varillas de acero de refuerzo se deberán proteger hasta el momento de usarse.
- Colocación de acero de refuerzo
- La limpieza, doblado, colocación y empalme de refuerzo se hará de acuerdo con las normas y recomendaciones 318-89 del ACI.

El acero de refuerzo se limpiará de toda suciedad y óxido no adherente, Las barras se doblarán en frío, ajustándolas a los planos y especificaciones del proyecto, sin errores mayores de un centímetro. Los dobleces de la armadura salvo indicaciones en los planos, se hará con radios superiores a siete y medio (7.50) veces su diámetro.

Las barras se sujetarán a la formaleta con alambre a tacos de concreto y entre sí con atadura de alambre de hierro dulce N° 18 de modo que no se puedan desplazar durante la llena y que este pueda envolverlos completamente.

c. Dosificación y mezcla

Las dosificaciones del cemento, agregados y agua utilizada deberán ser aprobados por el ingeniero, se harán basándose en pruebas de clasificación y contenido de humedad de los materiales, asentamiento de la mezcla de concreto, resistencia comprobada por prueba de resistencia a la compresión ejecutada en cilindros de este material, la cantidad de cilindros será de 4 por cada llena o lo que decida el ingeniero.

Estas pruebas deberán ser realizadas por un laboratorio seleccionado de una terna de laboratorio de prueba de reconocida competencia y pagadas por el contratista.

El método para determinar la cantidad correcta de agua y agregado para cada mezcla, debe ser de un tipo que permita controlar con exactitud la proporción de agua y cemento verificada fácilmente en cada momento, el revenimiento de la mezcla no

deberá ser mayor de 4" y/o conforme el diseño del concreto sometido por el contratista y aprobada por el ingeniero.

d. Colocación del concreto

La colocación del concreto o vertida de todo el concreto se hará de acuerdo con las normas 318-89-605-59 y 614-59 y 614-59 del ACI y en la forma que aquí se modifica. El transporte y vertida del concreto se hará de modo que no se disgreguen sus elementos, volviendo a mezclar sus elementos, volviendo a mezclar al menos con una vuelta de pala.

No se permitirá la colocación de mezclas que acusen un principio de fraguado, prohibiéndose la adición de agua o lechada durante la llena. Todo el concreto se colocará sobre superficie húmedas, libres de agua y nunca será lo suficiente como para causar el flujo y asentamiento del concreto en su lugar.

e. Curado de concreto

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

f. Tapadera de inspección

Se construirá una boca de inspección de acceso en la losa superior, dicha losa deberá construirse conforme a detalles mostrados en los planos constructivos.

g. Respiradero

El tanque deberá ser provisto de un respiradero de ventilación de conformidad al detalle de los planos constructivos.

h. Tubería de entrada, salida y limpieza

El tanque se proveerá de un tubo de entrada, salida y uno de limpieza, cuya disposición y dimensiones deberán ajustarse a lo mostrado en los planos de detalle constructivo, estos accesorios deberán ser colocados al construirse las paredes de manera que se asegure un empotramiento perfecto que asegure impermeabilidad.

i. Rebosadero

El tanque deberá tener un rebosadero de conformidad al detalle y dimensiones que se indique en los planos.

j. Instalación de conexiones domiciliarias

El ingeniero a cargo de la obra señalará la ubicación exacta de cada una de las conexiones a construir.

5) Especificaciones para tubería

Todas las tuberías de cloruro de polivinilo (PVC) a ser suministradas deberán cumplir con las especificaciones estándar ASTM D2241-89, la tubería de 2" deberá ser clase SDR 26, tipo PUSH-ON o TYTON o junta rápida, es decir, que en el interior de uno de sus extremos traerá incorporado un empaque de caucho o neopreno donde se insertará el extremo libre del otro tubo, haciendo un sello perfecto.

Las tuberías PVC de 4 y 6" a utilizar para la protección de válvulas será clase SDR 41, mientras que las tuberías de 1/2" de diámetro a utilizarse en acometidas domiciliarias serán clase SDR-13.5 del tipo de unión cementada. Las propiedades físicas de la tubería serán probadas de conformidad a la última versión de las normas ASTM D2241, D1598 y D1599, para la presión sostenida, presión de estallido integridad hidrostática, aplastamiento y calidad de la extrusión.

Todas las tuberías PVC deberán llevar marcado lo siguiente:

- Marca de fabrica
- Código de fabricación, designando como mínimo la fecha de fabricación

- Diámetro nominal.
- Tipo, grado, valor SDR y la presión de servicio
- ASTM D2241
- Sello o marca del laboratorio que certifica el producto para el transporte de agua potable.

La tubería de PVC ser fabricada de compuestos vírgenes de clase igual o superior a las clases 12454-B, 12454-C, 14333-D, según lo define las especificaciones ASTM D 1784. Las tuberías deben ser diseñadas para una presión hidrostática de 2000 psi (14Mpa) para aguas a 23°C, designadas como PVC 1120, PVC1220, PVC2120.

Los compuestos usados en la fabricación de las tuberías y accesorios no deben contener ingredientes solubles en agua en cantidad tal que su migración en determinadas cantidades en el agua sea toxica y no permitida, según las normas de calidad OPS/OM para el agua potable. No se aceptarán materiales que contengan plomos y sus derivados o materiales solubles en agua u otros que perjudiquen la calidad especifica de la tubería.

- ✓ **Dimensiones:** los diámetros, espesores de paredes y longitudes de la tubería serán determinados conforme a lo establecido por el método de prueba estándar ASTM D2122-88.
- ✓ **Longitudes estándares:** la tubería debe suministrarse en longitudes estándares de 20 pies. Un máximo del 5% de la longitud de cada diámetro puede suministrarse en longitudes variables que no sean menores a los 10 pies (3m)
- ✓ **Empaques de cauchos y lubricantes:** Los empaques y lubricantes proyectados para usarse con la tubería PVC, deberán ser fabricados de material que sean compatibles el uno al otro con el material de plástico, cuando son usados juntos. El material no deberá soportar el crecimiento de bacterias

ni adversamente afectar la calidad potable del agua que está siendo transportada.

b. Accesorios PVC

Todos los accesorios serán cedula 40, de extremos lisos (slip x slip) para junta cementada. Los adaptadores hembra (female adapter) y adaptadores machos (male adapter) de ½" tendrán un extremo liso y el otro extremo roscado S.T. (slip x THREAD). Para el caso de las abrazaderas de 2"x1/2", rosca recta en la boca de servicio, deberá cumplir la norma ASTM D-2466-74, para una presión de trabajo de 250 psi. Otros nombres utilizados para la abrazadera son collares de derivación o silletas roscadas (threaded services addle). Los pernos y tuercas utilizados serán de bronce o acero con tratamiento especial anticorrosivo.

c. Pegamento PVC

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

6) Especificaciones para válvulas de hierro fundido y bronce

a. Válvulas de pase de bronce (CURB STOP)

El material de fabricación de las válvulas será de bronce, que contenga un 85% de cobre y 5% de estaño, plomo y zinc, de acuerdo a los requerimientos mecánicos y químicos de ASTM B584. Serán diseñadas, fabricadas y probadas según la norma ANSI/AWWA C800, última revisión.

Las válvulas de ½" serán similares a los modelos FORD ZX11-111 y MUELLER H-10202.

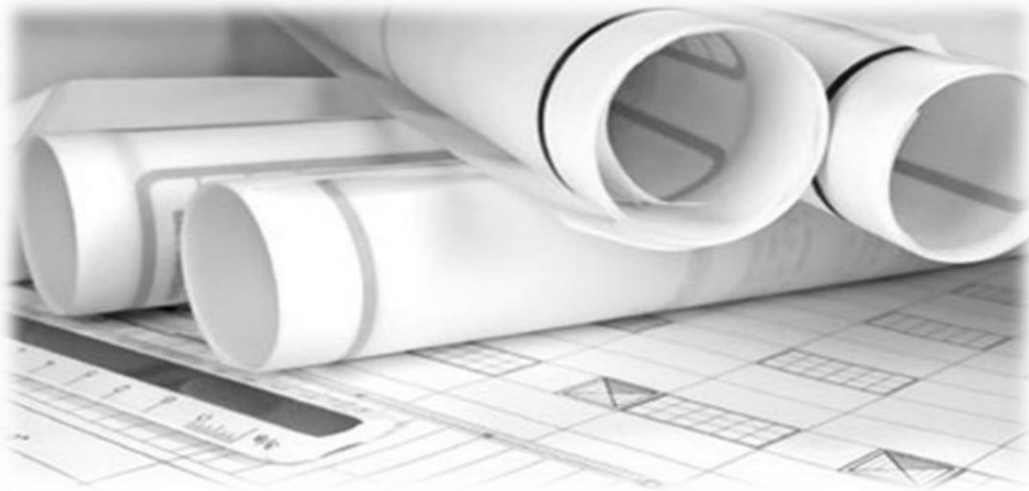
7) Especificaciones para tuberías y accesorios de hierro galvanizado (hg)

La tubería de hierro galvanizado será del tipo estándar cedula 41, debiendo ajustarse a las especificaciones ASTM 120-65 y ASTM A 90-39. Sera suministrada en longitud de 6 uniones.

Esta última consistirá en una camisa de hierro galvanizado con roscal standard para roscarse en el extremo del tubo. Los accesorios de hierro galvanizado se ajustarán a las especificaciones ASTM, tendrán rosca hembra del tipo IRON PIPE (I.P) y deberán ser diseñados para acoplarse a tubería HG.

PLANOS

CONSTRUCTIVOS



«Sigán por el camino que el Señor su Dios les ha trazado, para que vivan, prosperen y disfruten de larga vida en la tierra que van a poseer.»

Deuteronomio 5:33