

Facultad de Tecnología de la Construcción

“DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD LA CONCEPCION -LA TRINIDAD, DEPARTAMENTO DE ESTELI”.

Trabajo Monográfico para optar al título de
Ingeniero Civil

Elaborado por:

Br. Génesis Patricia
Vidaurre Hernández
Carnet: 2017-0269N

Br. Melvin Josué
Mairena Castillo
Carnet: 2017-0213N

Tutor:

Ing. Juan Leonardo
Chow

21 de agosto de 2023
Managua, Nicaragua

Agradecimiento

Extendemos nuestro infinito agradecimiento a nuestro padre celestial por darnos la vida y sabiduría para superar todos los obstáculos y tropiezos a lo largo de nuestra formación profesional, por habernos permitido llegar a este momento y darnos la oportunidad de servir a la sociedad.

Dios, tu amor y tu bondad no tiene fin, nos permites sonreír ante todos nuestros logros que son el resultado de tu inmenso amor y tu ayuda, cuando caemos o nos pones pruebas, aprendemos de nuestros errores y nos damos cuenta que lo permites para que mejoremos como seres humanos y crezcamos como persona.

A nuestros padres y familiares por todo el apoyo brindado desde el primer día que decidimos emprender este sueño y esta meta. Hoy estando en el punto más cerca de alcanzarlo queremos que sigan siendo parte de nuestros logros y triunfos.

Agradecemos al ingeniero Juan Leonardo Chow Zúniga por aceptar ser parte de este proyecto y aportar sus conocimientos y experiencia para así hacer más fácil este proceso.

A toda la comunidad educativa, nuestra alma mater por prestarnos el espacio y darnos la oportunidad de formarnos como profesionales y lograr nuestros sueños, así mismo a nuestros compañeros por hacer que el paso por esta etapa de nuestra vida haya sido más llevadero, ya que compartieron con nosotros sus conocimientos, retos, tristezas y alegrías.

Br. Génesis Patricia Vidaurre Hernández

Br. Melvin Josué Mairena Castillo

Dedicatoria

En primer lugar, a mi amado **Dios**, por darme siempre la fuerza para no desmayar, por guiarme e ir de mi mano en cada paso que doy, por estar conmigo en cada adversidad, porque cada uno de mis logros se los debo a él.

A mis padres: **Rodolfo Antonio Vidaurre Ocampo y Karla Patricia Hernández Sánchez**, por ser mis fuentes de inspiración y motivación para poder superarme cada día más, por apoyarme siempre con los recursos necesarios para poder estudiar, por el gran amor incondicional que me han entregado y por forjar en mí lo que hoy soy como persona, por los consejos, valores y principios compartidos a través de sus ejemplos.

A mis hermanos: **Ulises Antonio, Jesús Abraham y Karla Rodolfany**, por estar presentes siempre aportando cosas buenas a mi vida.

A mis **maestros** que se han tomado el arduo trabajo de transmitir sus diversos conocimientos durante la carrera.

Y a todas aquellas personas que de alguna u otra manera han contribuido al logro de mis objetivos.

“La victoria pertenece a quien persevera más”

Napoleón Bonaparte

Br. Génesis Patricia Vidaurre Hernández

Dedicatoria

Todo esfuerzo humano está inspirado en personas que nos instan a ser cada día mejores, en dar todo de nuestra parte y en exhalar hasta nuestro último aliento en pro de una sociedad cada día más demandante, es por ello que hago mención de los seres que iluminan nuestro andar, que con su sacrificio y confianza hicieron realidad nuestros sueños, seres empeñados en mejorar nuestra calidad de vida y la de nuestras generaciones futuras.

Primeramente, a **Dios** que es quien ilumina y regala el don de la inteligencia para hacer posible cada una de nuestras metas propuestas y por llamarnos a servir y aportar un granito de arena a nuestra sociedad.

A mis padres, por su amor incondicional, por creer en mí desde el primer día, por sus sacrificios y su apoyo en todas las formas posibles que han sido la principal motivación para llegar a formarme como profesional y servir a la sociedad.

A mis hermanos por brindarme su apoyo cuando lo necesite y alentarme a tomar este camino.

A mis profesores y mentores, por su dedicación y pasión por la enseñanza y por guiarme en mi camino haciendo mención especial de mi profesora de primaria **Delia María Leiva castillo** quien con su amor y ternura inculco buenos valores que me han de servir para toda la vida.

A mi querida Alma Mater y a todas las personas que la conforman. No podría haber llegado hasta aquí sin su apoyo.

Br. Melvin Josué Mairena Castillo

índice

I. Generalidades

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

II. Marco teórico

2.1. Estudio socioeconómico.....	5
2.2. Topografía.....	5
2.2.1. Levantamiento topográfico.....	5
2.2.2. Ramas de la topografía	6
2.3. Aforo y análisis de agua	6
2.3.1. Aforo.....	6
2.3.2. Aforo volumétrico.....	6
2.3.3. Fuentes de abastecimiento.....	6
2.3.4. Calidad del agua para consumo humano.....	7
2.4. Análisis hidráulico	7
2.4.1. Parámetros de diseño.....	7
2.4.2. Línea de conducción.....	8
2.4.3. Red de distribución	8
2.4.4. Tanque de almacenamiento	8
2.4.5. Desinfección	9
2.4.6. Conexiones domiciliarias	9
2.5. Presupuesto.....	9

III. Diseño metodológico

3.1. Macro y micro localización	11
3.1.1. Macro localización	11
3.1.2. Micro localización	11
3.2. Estudio socioeconómico.....	13
3.3. Estudio topográfico	13
3.4. Aforo y análisis de calidad del agua	14
3.4.1. Aforo a la fuente de abastecimiento de la comunidad.....	14
3.4.2. Calidad de agua de la fuente	14
3.5. Diseño de cada uno de los componentes del mini acueducto	15
3.5.1. Población de diseño	15
3.5.2. Demanda.....	16
3.5.3. Diseño hidráulico de mini acueducto por bombeo eléctrico.....	18
3.5.4. Potencia y Bomba.....	23
3.5.5. Almacenamiento	24
3.5.6. Desinfección	24
3.5.7. Simulación hidráulica del sistema	24

IV. Resultados

4.1. Estudio socioeconómico.....	27
4.1.1. Características demográficas	27
4.1.2. Ocupación y nivel de ingreso.....	28
4.1.3. Viviendas.....	30
4.1.4. Nivel de escolaridad	35
4.1.5. Saneamiento	36
4.1.6. Aguas grises y desechos sólidos	37
4.2. Estudio Topográfico	43

4.3. Aforo y análisis del agua	44
4.3.1. Prueba de bombeo	44
4.4. Calidad del agua	45
4.5. Diseño del acueducto.....	47
4.5.1. Población y demanda	48
4.5.2. Diseño hidráulico del sistema	49
4.5.3. Tanque de almacenamiento	64
4.5.4. Desinfección	65
4.5.5. Simulación hidráulica.....	66
4.5.6. Simulación de cloro.....	95
4.6. Presupuesto.....	96
Conclusiones	98
Recomendaciones	99
Anexos.....	101

índice de planos

Planta-perfil.....	1/44- 21/44
Perfil de línea de conducción	22/44-26/43
Planta general.....	27/44-40/44
Detalles generales.....	41/44
Detalles de sarta.....	42/44
Detalles generales.....	43/44
Detalles de pozo.....	44/44

I. Generalidades

1.1. Introducción

Según información del Programa Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), más de 1.100 millones de personas en el mundo carecen agua potable y 31 países padecen escasez de ella y dos de cada cinco personas no cuentan con instalaciones adecuadas de saneamiento. (Gretchen Fournier, 2020).

El servicio de agua potable es indispensable para el desarrollo humano, el abastecimiento de ésta, es quien determina en gran parte la calidad de vida de la población. En la actualidad la disponibilidad de agua potable es un indicador del desarrollo socioeconómico y es la base para la supervivencia de cada individuo, debido a que se reduce la propagación de enfermedades de origen hídrico.

La comunidad de La Concepción actualmente recibe un servicio de agua potable de un acueducto cuya vida útil supera los veinte años por lo que presenta múltiples problemas de operación. A la población se le abastece con agua cruda cada tres días, lo que equivale a 20 lppd y representa el 25% de la dotación que manda la norma (NTON 09 007 19). Esta situación se agudiza en el periodo seco por lo que la alcaldía municipal de la Trinidad abastece dos veces por semana algunos sectores de la comunidad mediante cisterna.

Por lo anterior la alcaldía municipal y el comité de agua potable y saneamiento (CAPS) de la comunidad propone el diseño y ejecución de un mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE) que satisfaga la demanda por un periodo de veinte años.

Por tanto, el presente estudio se ocupará del diseño de un MABE basado en la norma nacional (NTON 09 007-19), el cual permitirá el abastecimiento a 98 viviendas y 2 edificios públicos.

El diseño del MABE incluirá un pozo perforado, línea de conducción, tanque de almacenamiento, red de distribución y conexiones domiciliarias con medidores.

Con la ejecución del acueducto se logrará proveer de agua a la población con la cantidad y calidad que manda la norma (NTON 09 007-19), además se reducirán los costos en que incurre la alcaldía municipal por aprovisionamiento de agua mediante cisternas. También se incidirá en la reducción de enfermedades de origen hídrico y en la mejora de la calidad de vida de la población.

1.2. Antecedentes

En la zona rural de Nicaragua según el SIASAR el 53% de las viviendas se abastecen mediante mini acueductos por bombeo eléctrico (MABE), así mismo en el departamento de Estelí el 38% de las viviendas rurales se aprovisionan de agua potable mediante mini acueducto por bombeo eléctrico.

En el municipio de la Trinidad el 47% de las viviendas rurales reciben el servicio de agua potable a través de mini acueductos por bombeo eléctrico, en la comunidad de La Concepción no se observó el registro de ningún sistema de agua potable.

No obstante, en la comunidad existe un mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE) cuya vida útil supera los veinte años, además carece de conexiones domiciliarias y no tiene sistema de desinfección.

El mencionado MABE abastece a 42 viviendas, así mismo otras 56 viviendas utilizan para el hogar agua de un manantial público denominado los chagüites, observándose por tanto el consumo de agua sin potabilización según informes de la municipalidad.

Por tanto, según el censo de crónicos y sistemas de atenciones ambulatorias realizado por el ministerio de salud (MINSAL) en el primer semestre del 2022, el 8.5% de la población en la comunidad La Concepción padece de diarreas de origen infeccioso y el 3.38% padece de infecciones de piel y tejido subcutáneo. Todas estas son enfermedades de origen hídrico.

En el periodo de verano el abastecimiento del suministro se agudiza debido a que la demanda del servicio aumenta mientras que se reduce la oferta debido a las bajas precipitaciones. Por tanto, la alcaldía municipal de La Trinidad llevo a cabo la perforación de un pozo para aumentar la oferta de agua y mejorar el acueducto existente.

1.3. Justificación

El acceso a recursos hídricos limpios, potables y seguros constituye un prerrequisito esencial para que las comunidades puedan progresar, además constituye un derecho humano básico, nos corresponde a todos, la responsabilidad de proporcionar la orientación, la infraestructura y el apoyo necesario para lograr alcanzar el objetivo de desarrollo sostenible número 6 de las Naciones Unidas.

En la comunidad La Concepción, el pozo que abastece el acueducto redujo su caudal. También, el sistema de agua potable existente ha superado su vida útil, sin embargo, la alcaldía municipal de La Trinidad ha hecho esfuerzos para incrementar el caudal del pozo aumentando su profundidad en 36 m, no obstante, no se logró incrementar el caudal del mismo.

Por tanto, se decidió incorporar a la red las aguas del manantial conocido como los Chagüites, con lo que se logró aumentar el caudal y se mejoró el abastecimiento del agua, sin embargo, se redujo la calidad de la misma, debido a que se entrega agua cruda al consumidor.

Así mismo a pesar de que se incrementó el caudal, el déficit en la dotación continua y afecta a las 98 familias de la comunidad. También la calidad del agua que consume la población no se desinfecta con hipoclorito de sodio, incumpliendo lo que manda la norma NTON 09 007-19 (MIFIC, 2019).

Por tanto, el agua del pozo y manantial que se distribuye a la población es un riesgo para la salud pública y se manifiesta en las frecuentes enfermedades de origen hídrico cuyas tasas alcanzan entre 3.8% y 8.5% de las enfermedades que se presentan en la comunidad.

Por tanto, se propone el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable, que incluirá la utilización de un pozo que se construirá para abastecer el nuevo acueducto.

Con el diseño y posterior ejecución del acueducto se contribuirá en la reducción del riesgo de enfermedades de origen hídrico y a mejorar la calidad de vida de los pobladores de la comunidad.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable (MABE) para abastecer a la población de la comunidad La Concepción, municipio de La Trinidad departamento de Estelí en un periodo de 20 años.

1.4.2. Objetivos específicos

- Realizar un estudio socioeconómico para conocer la situación demográfica, socioeconómica y servicios de la población de las comunidades La Concepción.
- Analizar los datos del levantamiento topográfico proporcionados por la alcaldía municipal de La Trinidad para su procesamiento y posterior elaboración de planos topográficos con la finalidad de conocer las características del relieve.
- Comprobar que los datos del aforo del pozo cumplen con la norma NTON 09 007-19 y conocer las principales características hidráulicas del mismo, especialmente el nivel dinámico y nivel estático.
- Conocer la calidad del agua mediante toma de muestras y análisis de laboratorio, con el fin de establecer las características físicas, químicas y bacteriológicas, para valorar su uso en el consumo humano.
- Diseñar los componentes hidráulicos del MABE aplicando los criterios de diseño presentados en la norma nacional NTON 09 007-19, para asegurar el buen funcionamiento del sistema para el periodo de diseño.
- Elaborar presupuesto de todas las actividades previstas en el diseño con la finalidad que estas sean incorporadas en el plan de inversión municipal y sirvan para la ejecución del proyecto.

II. Marco teórico

2.1. Estudio socioeconómico

El estudio socioeconómico, cultural y ambiental, es un informe técnico que reúne la información necesaria para caracterizar y conocer las condiciones en que viven las familias de la zona afectada. La información contiene aspectos económicos, sociales, demográficos, étnicos, comerciales, agrarios, pecuarios y ambientales vinculados a la población y al territorio, la que debe estar organizada, analizada e interpretada en función a la finalidad del estudio (CENEPRED, 2016 P.25).

Los objetivos generales de las encuestas para la medición de los niveles de vida es ofrecer datos adecuados sobre el nivel de vida de los hogares en los países en desarrollo, especialmente entre la población pobre, para la formulación y evaluación de políticas y programas sociales que repercutan sobre el nivel de vida de los hogares (FAO, 2018).

A lo largo de los años, estas encuestas se han convertido en una herramienta ampliamente utilizada para la recopilación de información a nivel de los hogares para las exigencias de las políticas, y se han utilizado en el cálculo de la pobreza. Estas encuestas se realizan, idealmente, cada tres a cinco años (FAO, 2018).

2.2. Topografía

Tradicionalmente la topografía se ha definido como una ciencia aplicada, encargada de determinar la posición relativa de puntos sobre la tierra y la representación en un plano de una porción de la superficie terrestre.

Una definición muy acertada es: topografía es la ciencia por medio de la cual se establecen las posiciones de puntos situados sobre la superficie terrestre, encima y debajo de ella; para lo cual se realizan mediciones de distancias, ángulos y elevaciones (Vergara, 2018 P.12).

2.2.1. Levantamiento topográfico

Se define como tal el conjunto de operaciones ejecutadas sobre un terreno con los instrumentos adecuados para poder confeccionar una correcta representación gráfica o plano. Este plano resulta esencial para situar correctamente cualquier obra que se desee llevar a cabo, así como para elaborar cualquier proyecto técnico. Si se desea conocer la posición de puntos en el área de interés, es necesario determinar su ubicación mediante tres coordenadas que son latitud,

longitud y elevación o cota. El levantamiento topográfico es el punto de partida para poder realizar toda una serie de etapas básicas dentro de la identificación y señalamiento del terreno a edificar, como levantamiento de planos (planimétricos y altimétricos), replanteo de planos, deslindes, amojonamientos y demás (Marín, 2010).

2.2.2. Ramas de la topografía

La topografía se divide en planimetría y la altimetría. La planimetría es el conjunto de operaciones necesarias para obtener los puntos y definir la proyección sobre el plano de comparación, la altimetría es el conjunto de operaciones necesarias para obtener las alturas respecto al plano de comparación (Marín, 2010).

2.3. Aforo y análisis de agua

A continuación, se describen los principales conceptos de aforo de fuentes de agua y calidad de agua.

2.3.1. Aforo

Aforo es determinar a través de mediciones el volumen de agua que pasa por una sección dada en un tiempo determinado. Existen diversos métodos para calcular el caudal de una corriente de agua, cada uno aplicable a diversas condiciones, según el tamaño de la corriente o según la precisión con la que se requieran los valores obtenidos (Villon Bejar, 2002).

2.3.2. Aforo volumétrico

Consiste en tomar el tiempo que tarda en llenarse un recipiente de volumen conocido, posteriormente se divide el volumen en litros entre el tiempo promedio en segundos, obteniendo un caudal en l/s (Villon Bejar, 2002).

2.3.3. Fuentes de abastecimiento

Constituye el elemento primordial de carácter condicionante para el diseño de los demás elementos de un sistema de agua potable de forma tal, que para proceder a la secuencia de diseño de dichos elementos se requiere haber establecido previamente su localización, tipo, capacidad, y la caracterización cualitativa del agua a ser entregada (INAA, 1999a).

2.3.4. Calidad del agua para consumo humano

Se estima que el 80% de todas las enfermedades en el mundo están asociadas con el agua de mala calidad. Muchas de las enfermedades tales como las infecciones de los ojos y la piel se deben probablemente a la falta de agua. Si se mejora la calidad y cantidad del suministro de agua, la proliferación de las enfermedades será disminuida previendo de esta forma epidemias futuras (INAA, 1999a).

Por tanto, a la fuente de agua a utilizarse en un proyecto de agua potable, se le deberá efectuar por lo menos un análisis físico, químico, de metales pesados cuando se amerite y bacteriológico antes de su aceptación como tal. Los parámetros mínimos de control para el sector rural serán: coliforme total, coliforme fecal, olor, sabor, color, turbiedad, temperatura, concentraciones de iones de hidrógeno y conductividad. El análisis de las fuentes de agua tales como manantiales, pozos perforados, pozos excavados a mano deberán cumplir con las normas de calidad del agua vigentes aprobadas por el INAA y MINSA (INAA, 1999a).

Así mismo según las normas de calidad de agua para consumo humano tiene como objetivo proteger la salud pública y por consiguiente, ajustar, eliminar o reducir al mínimo aquellos componentes o características del agua que pueden representar un riesgo para la salud de la comunidad e inconvenientes para la preservación de los sistemas de abastecimiento del agua (CAPRE, 1993).

2.4. Análisis hidráulico

El análisis hidráulico de la red y de las líneas de conducción, permitirá dimensionar los conductos de las nuevas redes de distribución, así como los conductos de los refuerzos de las futuras expansiones de las redes existentes. La selección del diámetro es también un problema de orden económico, ya que, si los diámetros son grandes, elevará el costo de la red y las bajas velocidades provocarán frecuentes problemas de depósitos y sedimentación, pero si es reducido puede dar origen a pérdidas de cargas elevadas, y altas velocidades (INAA, 1999b).

2.4.1. Parámetros de diseño

En estos se incluyen las dotaciones por persona, el período de diseño, la población futura y los factores específicos como: coeficientes de flujo, velocidades

permisibles, presiones mínimas y máximas, diámetro mínimo, cobertura sobre tubería y resistencia de las tuberías (INAA, 1999b).

2.4.2. Línea de conducción

La línea de conducción es el conjunto de ductos, obras de arte y accesorios destinados a transportar el agua procedente de la fuente de abastecimiento, desde la captación hasta la comunidad, formando el enlace entre la obra de captación y la red de distribución. Su capacidad deberá ser suficiente para transportar el gasto de máximo día. Se le deberá proveer de los accesorios y obras de arte necesarios para su buen funcionamiento, conforme a las presiones de trabajo especificadas para las tuberías, tomándose en consideración la protección y mantenimiento de las mismas. Cuando la topografía del terreno así lo exija se deberán instalar válvulas de “aire y vacío” en las cimas y válvulas de “limpieza” en los columpios. De acuerdo a la naturaleza y características de la fuente de abastecimiento, se distinguen dos clases de líneas de conducción, conducción por gravedad y conducción por bombeo (INAA, 1999a).

2.4.3. Red de distribución

La red de distribución es el sistema de conductos cerrados, que permite distribuir el agua bajo presión a los diversos puntos de consumo, que pueden ser conexiones domiciliarias o puestos públicos; para su diseño se deberá considerar la condición del consumo de hora máxima al final del periodo de diseño, el tipo de red abierta o malla cerrada o una combinación de ambos, e incluir válvulas, accesorios y obras de arte necesarias, para asegurar su buen funcionamiento y facilitar su mantenimiento (INAA, 1999a).

2.4.4. Tanque de almacenamiento

Los depósitos para el almacenamiento en los sistemas de abastecimiento de agua, tienen como objetivos; suplir la cantidad necesaria para compensar las máximas demandas que se presenten durante su vida útil, brindar presiones adecuadas en la red de distribución y disponer de reserva ante eventualidades e interrupciones en el suministro de agua (INAA, 1999b).

Las clases de tanque de acuerdo a los materiales de construcción se clasifican en: tanques de concreto armado se recomienda que su profundidad sea menor de 7 metros para evitarse problemas con el diseño estructural y la permeabilidad,

también existen tanques de acero y tanques contruidos de mampostería, estos últimos son recomendados para pequeñas localidades donde abunden los materiales de bolón o piedra cantera (INAA, 1999b).

2.4.5. Desinfección

Si la calidad del agua no satisface las normas recomendadas deberá someterse a un proceso de potabilización. Toda agua que se abastece para consumo humano debe someterse a desinfección; incluso la de origen subterráneo para prevenir cualquier contaminación durante su distribución. El cloro usado nacionalmente para desinfección del agua puede ser como solución de hipoclorito de sodio o como cloro gas. En general, el hipoclorito se recomienda para abastecimiento de pequeñas poblaciones (INAA, 1999b).

2.4.6. 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, 1999a).

Para realizar conexiones domiciliarias en la zona rural se deberá considerar las posibilidades económicas de la comunidad, así mismo se preverán campañas educativas en cuanto al uso y ahorro del agua y protección del sistema (INAA, 1999a).

2.5. Presupuesto

Dentro de la construcción, el control de la presupuestación de las obras presenta particularidades propias, en virtud de sus características, al involucrar una serie de procesos y operaciones extensas, donde se presentan métodos de construcción, equipos y maquinarias, así como mano de obra diferentes, al existir lugares de trabajo siempre diferentes y personal en la obra variados (INIFOM, 2006).

Cada obra en particular requiere ser analizada desde todos los puntos de vistas, lo que puede incluir: normas específicas institucionales, métodos constructivos a utilizar, disponibilidad de recursos financieros, materiales y mano de obra, modalidad de contratación, fluctuaciones en el mercado, tiempos de ejecución,

pliego de bases del concurso, ajuste de precios. La información que se maneje debe ser veraz y oportuna y en la mayoría de los casos, debe integrarse en el menor tiempo posible en virtud de la proximidad de la obra y la variabilidad de los costos. Presupone el precio de la obra en determinadas circunstancias, por lo que es un valor aproximado, no preciso (INIFOM, 2006).

III. Diseño metodológico

El estudio que se realizó es de carácter descriptivo utilizando métodos cuantitativos debido a que se analizaron variables numéricas continuas y discretas en el estudio socioeconómico, estudio topográfico, calidad de agua, diseño hidráulico y presupuesto.

3.1. Macro y micro localización

3.1.1. Macro localización

El sistema de abastecimiento de agua potable y saneamiento se ubica dentro del territorio del municipio de La Trinidad, jurisdicción administrativa del departamento de Estelí, a 24 km al sureste de su cabecera departamental y 116 km al norte de la capital Managua, a como se muestra en la figura 1.

figura 1: Localización del proyecto



3.1.2. Micro localización

Las obras del proyecto se proponen desarrollar sobre la comunidad La Concepción. Esta se encuentra entre las coordenadas $12^{\circ}56'12.86''N$ $86^{\circ}16'0.09''O$ y $12^{\circ}55'35.11''N$ $86^{\circ}15'15.02''$ a una altitud media de 733 msnm.

Los límites del área de estudio son: al norte; con la comunidad Las Cuevas, al sur con la comunidad Mechapa y El Espino, al este con la comunidad Tomabú y al oeste con la comunidad El Japón, los detalles en la figura 2.

figura 2: Localización del proyecto en el departamento de Estelí



3.2. Estudio socioeconómico

Para realizar este estudio socioeconómico se levantó un censo poblacional en las 96 viviendas de la comunidad, para lo cual se utilizó un formulario que se presenta en el anexo 1. La entrevista a cada jefe de hogar se realizó en horas de la tarde debido a que es el momento más conveniente para los habitantes de la comunidad.

Los resultados de la encuesta se analizaron utilizando la hoja de cálculo Excel con el cual se tabularon los datos, se presentan gráficas y se realizaron los análisis de estadística descriptiva.

3.3. Estudio topográfico

Para este estudio se solicitó a la alcaldía municipal de La Trinidad los datos del levantamiento de la comunidad La Concepción, posteriormente se verificaron la calidad de los datos teniendo en cuenta que estos cumplan los requisitos para el levantamiento que manda INETER. Se comprobó que las coordenadas estén en la proyección UTM zona 16 Norte (32616) y que tengan un datum WGS 84.

Comprobada la calidad de los datos se procedió a elaborar los planos que incluyen: un plano de planta general y diversos planos de planta perfil por tramo levantado. Se utilizó las siguientes escalas:

Las dimensiones de las láminas serán las siguientes: largo 0.90 m – ancho 0.60 m, dejándose un margen de 0.90 x 0.04 m en la parte inferior para colocar el rotulado e información que deberá llevar la lámina. En la parte superior se formó un marco 0.85 x 0.53 m donde se realizaron los dibujos. Las láminas deberán llevar dibujada la dirección norte-sur. Las escalas podrán ser las siguientes: ubicación general, 1:5000 planta general, 1:1000 perfiles: horizontal 1:1000- vertical 1:100 o bien horizontal: 1:500 – vertical: 1:50 detalles: 1:10, 1:20, 1:50, 1:100 (INAA, 2006).

Todos los planos se realizaron utilizando el software civil 3D basado en los datos (nube de puntos) proporcionados por la alcaldía municipal de la Trinidad.

3.4. Aforo y análisis de calidad del agua

3.4.1. Aforo a la fuente de abastecimiento de la comunidad

Se realizó el aforo del pozo que se utilizará como fuente de abastecimiento, en el periodo de estiaje, con el fin de conocer el caudal mediante un aforo volumétrico el cual consiste en tomar el tiempo que tarda en llenarse un recipiente de volumen conocido, se realizó un mínimo de 5 veces y se tomó el promedio para obtener un dato más preciso del caudal que posee la fuente.

$$Q = \frac{V}{t}$$

Ecuación 1

Donde:

Q: Caudal, l/s

V: Volumen, l

T: Tiempo, s

3.4.2. Calidad de agua de la fuente

Para el análisis del agua se tomaron muestras del pozo que servirá como fuente del acueducto.

Las muestras se colocaron en 2 recipientes de 3 litros cada uno y se preservaron en un medio refrigerado para su posterior entrega al laboratorio, antes de las 24 horas de haber sido tomadas.

Tomando en cuenta las recomendaciones de la norma regional (CAPRE, 1993, P.7), se solicitaron los análisis correspondientes a las etapas 1 y 2 que a continuación se describen:

Primera etapa, E1: Corresponde al programa de análisis básico, fácilmente ejecutable por cada laboratorio de control de calidad del agua autorizado. Los parámetros en esta etapa de control son: coliforme total o coliforme fecal, olor, sabor, color, turbiedad, temperatura, concentración de iones hidrógeno (pH), conductividad y cloro residual.

Segunda etapa, E2: Corresponde al programa de análisis normal y comprende la ejecución de los parámetros de la primera etapa ampliado con: aluminio, cloruros, cobre, dureza, sulfatos, calcio, magnesio, sodio, potasio, nitratos, nitritos, amonio, hierro, manganeso, fluoruro, arsénico, cadmio, cianuro, cromo, mercurio, níquel, plomo, antimonio, selenio, sulfuro de hidrógeno y zinc.

3.5. Diseño de cada uno de los componentes del mini acueducto

3.5.1. Población de diseño

La población de diseño se calculó mediante el método geométrico como se describe a continuación:

$$P_n = P_0 \times (1 + r)^n \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde

P_n : población del año n , hab.

P_0 : población al inicio del periodo de diseño, hab.

r : tasa de crecimiento utilizada para el periodo de diseño, decimal

n : número de años que comprende el diseño, años

La tasa de crecimiento de la comunidad se obtuvo de los estudios demográficos realizados por la alcaldía municipal de La Trinidad en el año 2012 y el posterior censo realizado en el año 2022, para el cálculo se utiliza la ecuación 3.

$$r = \left(\frac{P_n}{P_0} \right)^{1/n} - 1 \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde:

r : tasa de crecimiento, decimal

P_n : población del año n , hab.

P_0 : población al inicio del periodo de diseño, hab.

n : número de años que comprende el periodo de diseño, años

El periodo de diseño se definió a 20 años basado en los parámetros de diseño de la norma (INAA, 1999a, P.15).

3.5.2. Demanda

3.5.2.1. Consumo doméstico

Se adoptó una dotación de 80 lppd basado en la norma NTON 09 007-19 (MIFIC, 2019, P.9). Esta dotación se aplica a las comunidades dispersas, características que comparten la comunidad La Concepción. Para el cálculo del consumo doméstico se utilizó la ecuación 4.

$$CD = \frac{P_f \times \text{dotación}}{86,400} \quad \text{Ecuación 4}$$

Donde

CD: Consumo doméstico, l/s

P_f: Población futura, hab.

Dotación: 80 lppd.

3.5.2.2. Consumo institucional o público

En los factores de la demanda se tomaron únicamente el consumo público o institucional, debido a que en la comunidad no existe comercio, tampoco presencia de industria, además según el plan de desarrollo comunal no se prevé el desarrollo de un sector comercial e industrial en el mediano y largo plazo. El cálculo del consumo público o institucional se realizó con la ecuación 5.

$$CPI = \frac{7}{100} \times CD \quad \text{Ecuación 5}$$

Donde

CPI: consumo institucional público, l/s

CD: consumo doméstico, l/s

3.5.2.3. Consumo promedio diario

El consumo promedio diario se calculó con la ecuación 6, en la cual los valores para el consumo comercial e industrial los valores serán 0 debido a la ausencia de estos sectores de la economía local.

$$CPD = CD + CPI + CC + CInd \quad \text{Ecuación 6}$$

Donde

CPD: consumo promedio diario, l/s

CD: consumo doméstico, l/s

CPI: Consumo Público o Institucional.

CC: Consumo Comercial

CInd: Consumo Industrial

3.5.2.4. Pérdidas o fugas en el sistema

$$Fugas = \frac{15}{100} \times CPD \quad \text{Ecuación 7}$$

Donde

Fugas: Son las fugas de agua en el acueducto, l/s

CPD: consumo promedio diario, l/s

3.5.2.5. Consumo máximo diario

El consumo máximo diario se calculó con la ecuación 8, este resultado es útil para el diseño de la línea de conducción.

$$CMD = 1.5 \times CPD + Fuga \quad \text{Ecuación 8}$$

Donde

CMD: consumo máximo diario, l/s

CPD: consumo promedio diario, l/s

Fuga: Pérdida de agua en el sistema de agua potable, l/s

3.5.2.6. Consumo máximo horario

El consumo máximo horario se calculó con la ecuación 9, este resultado es útil para el diseño de la red de distribución.

$$CMH = 2.5 \times CPD + Fuga \quad \text{Ecuación 9}$$

Donde

CMH: consumo máximo horario, l/s

CPD: consumo promedio diario, l/s

Fuga: Perdida de agua en el sistema de agua potable, l/s

3.5.3. Diseño hidráulico de mini acueducto por bombeo eléctrico

La fuente para el acueducto será pozo perforados por la alcaldía municipal los cuales tienen caudales dados en l/s.

3.5.3.1. Diseño de la columna de bombeo

El diámetro de la columna de bombeo se determinó según el consumo máximo diario y las recomendaciones de las normas para los diámetros (MIFIC, 2019, P.20).

La longitud de la columna de bombeo se definió teniendo en cuenta el nivel dinámico del pozo y una sumergencia de 6 m, así mismo se incluyó un nivel de variación estacional de 6m para garantizar el buen funcionamiento en el periodo más seco.

La velocidad de flujo en la columna de bombeo se calculó con la ecuación 10.

$$v = \frac{Q}{\pi \frac{D^2}{4}} \quad \text{Ecuación 10}$$

Donde

V: velocidad, m/s

Q: caudal, m³/s

D: diámetros, m

La pérdida de carga en la columna de bombeo se calculó con la ecuación 11 de Hazen-Williams que a continuación se presenta.

$$h_f = 10.679 \frac{Q^{1.85}}{C^{1.85} D^{4.87}} \times L \quad \text{Ecuación 11}$$

Donde

Hf: pérdida de carga, m

Q: caudal, m³/s

C: coeficiente de Hazen-Williams

D: diámetro, m

L: Longitud, m

3.5.3.2. Sarta

El diámetro de la sarta se determinó según el caudal del consumo máximo diario y el diámetro que recomienda la norma para un caudal similar (MIFIC, 2019, P.22).

Para la longitud de la sarta se adoptó 6 metros, espacio suficiente para la instalación de los accesorios que manda la norma NTON 09 007-19 (MIFIC, 2019, P.22).

La velocidad de flujo se calculó según la ecuación 10 y la pérdida de carga por fricción según la ecuación 11. Las pérdidas locales se calcularon con la ecuación 12.

$$h_l = \sum_{k=1}^n k \frac{v^2}{2g} \quad \text{Ecuación 12}$$

Donde

h_l: pérdidas locales por accesorios, m

k: coeficiente de pérdida de cada accesorio

v: velocidad, m/s

g: gravedad, m/s²

3.5.3.3. Línea de impulsión

El diámetro de la línea de impulsión se determinó con la ecuación 13 similar a la Bresse que a continuación se presenta.

$$D = 0.9 \times Q^{0.45} \quad \text{Ecuación 13}$$

Donde

D: diámetro, m

Q: caudal, m³/s

A partir del diámetro teórico se adoptó un diámetro comercial, teniendo en cuenta que la norma NTON 09 007-19 también establece el diámetro mínimo de 1 1/2" a 2".

La longitud de la línea de impulsión se obtuvo del estudio topográfico, así como las cotas para calcular las cargas estáticas.

La velocidad de flujo en la tubería se calculó con la ecuación 10 y la pérdida de energía por fricción se calculó con la ecuación 11. Se comprobó que la velocidad de flujo este en un rango de 0.6 a 1.5 m/s que es lo que recomienda la norma para línea de impulsión por bombeo.

La carga dinámica total se calculó según la ecuación 14 la cual incluye todas las pérdidas en la línea de impulsión, la sarta, columna de bombeo y la carga estática.

$$CDT = H_G + h_s + h_c + h_i \quad \text{Ecuación 14}$$

Donde:

CDT: carga dinámica total, m

H_G: Carga hidrostática, m

h_s: Pérdida de carga en la sarta, m

h_c: Pérdida de carga en la columna de bombeo, m

h_i: Pérdida de carga en la línea de impulsión, m

3.5.3.4. Golpe de ariete

Cálculo de la celeridad de la onda de presión se obtuvo con la ecuación 15 que se presenta a continuación.

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K \frac{D}{e}}} \quad \text{Ecuación 15}$$

Donde:

a: celeridad de la onda de presión, m/s

K: constante que depende del módulo de elasticidad, $K = \frac{10^{10}}{\varepsilon}$

D: diámetro, m

e: espesor, m

ε : módulo de elasticidad del PVC, kg/m^2

Para calcular el tiempo del ciclo de la onda de presión se utilizó la fórmula 16.

$$t = \frac{2L}{a} \quad \text{Ecuación 16}$$

Donde

L: longitud de la tubería, m

a: celeridad de la onda de presión, m/s

El cálculo de tiempo de parada de la válvula se calculó mediante la ecuación 17, de Mendeluce que se muestra a continuación.

$$T = C + \frac{K \times L \times v}{g \times H_m} \quad \text{Ecuación 17}$$

Donde

T: tiempo de parada de la válvula, s

C y K: constantes empíricas (140)

C, según Mendiluce

$$\frac{HM}{L} < 0.20 \rightarrow C = 1$$

$$\frac{HM}{L} < 0.40 \rightarrow C = 0$$

$$\frac{HM}{L} < 0.30 \rightarrow C = 0.60$$

K, según Mendiluce

L	K
$L < 500$	2
$L = 500$	1.75
$500 < L < 1500$	1.5
$L = 1500$	1.25
$L > 1500$	1

Fuente: (tema 10. El golpe de ariete)

L: longitud de la tubería, m

v: velocidad, m/s

g: gravedad, m/s^2

H_m : carga dinámica total, m

Para el cálculo de la longitud crítica se utilizó la ecuación 18.

$$L_c = \frac{a \times T}{2}$$

Ecuación 18

Donde

L_c : longitud crítica, m

a: celeridad de la onda de presión, m/s

T: tiempo de parada de la válvula, s

Posteriormente se evaluó el ciclo de la onda y el tiempo de parada, teniendo como criterio lo siguiente:

$T < t$ el cierre es rápido y si $T > t$ el cierre es lento.

También se evaluó la longitud crítica siguiendo los siguientes criterios:

$L < L_c$ es impulsión corta y si $L > L_c$ es impulsión larga.

Para el cálculo de la sobrepresión se tuvo en cuenta lo siguiente:

Si la impulsión es corta y el cierre es lento se utiliza la ecuación de Michaud, ecuación 19 que se muestra a continuación.

$$\Delta H = \frac{2 \times L \times V}{g \times T} \quad \text{Ecuación 19}$$

Si la impulsión es larga y el cierre es rápido se utiliza la ecuación de Allieve, ecuación 20, que se presenta a continuación.

$$\Delta H = \frac{a \times v}{g} \quad \text{Ecuación 20}$$

La presión total máxima en la línea de conducción se calculó mediante la ecuación 21.

$$H = \Delta H + H_g \quad \text{Ecuación 21}$$

Donde

H: máxima presión en la tubería, m

ΔH : sobrepresión, m

H_g : Carga estática, m

Finalmente se comprobó que la resistencia de la tubería de PVC seleccionado soporte la presión máxima en la tubería de impulsión.

3.5.4. Potencia y Bomba

La potencia teórica de la bomba se calculó con la ecuación 22.

$$P = \frac{\gamma \times H_m \times Q}{746 \times 0.75} \quad \text{Ecuación 22}$$

Donde

P: potencia de la bomba, hp

γ : peso específico del agua, N/m^3

H_m : altura manométrica, m

Q: caudal, m^3/s

Basado en el caudal de consumo máximo diario y la carga dinámica total del catálogo de bombas se seleccionó una bomba comercial que cumpla con los requerimientos de carga y caudal deseado.

3.5.5. Almacenamiento

El tanque de almacenamiento se dimensionó de acuerdo a los parámetros que establece la norma descrita en la (NTON 09 007-19 P.32,33) tomando en consideración el CPD y un periodo de bombeo de 16 horas.

3.5.6. Desinfección

El criterio para la capacidad de la estación (Ca) se adoptó de la norma NTON 009 07-19, la cual recomienda 1 Kg por cada 8 l/s y el cálculo se realizó utilizando la ecuación 23.

$$Ca = \frac{Q \times C}{1000} \quad \text{Ecuación 23}$$

Donde

Ca: Capacidad de diseño de la estación de cloración, Kg. Cloro/día

Q: Caudal de agua, máximo horario, m³ /día

C: Dosis de cloro a aplicar, mg/l

3.5.7. Simulación hidráulica del sistema

La simulación hidráulica se realizó con el software Epanet, el cual se configuró para que los cálculos de pérdida de carga por fricción se realizaron con la ecuación de Hazen- Williams, las unidades de caudal se establecieron en l/s y las unidades de presión en m.

Los datos de longitud para la simulación, así como las cotas se tomaron de los planos del estudio topográfico.

- Simulación de la línea de conducción

La línea de conducción se simuló con el caudal del CMD, así mismo el diámetro de la tubería y la bomba comercial se tomó de las recomendadas en el capítulo denominado “diseño de la línea de conducción”, previamente realizado en el

presente estudio. Como criterio de diseño se comprobó que las velocidades de flujo se encuentren entre 0.6 y 1.5 m/s.

- Simulación de la red

Para la simulación de las redes de distribución se utilizó el CMH, el cual fue distribuido en nodos de demanda proporcional a la distribución de las viviendas. La red de distribución se analizó por tramos convenientemente definidos de acuerdo a las características de la comunidad. Como criterio de diseño se comprobó que las velocidades oscilen entre 0.4 y 2 m/s, que las presiones se encuentren en un rango de 5 a 50 m y que la carga hidrostática no supere los 70 m en los puntos críticos.

- Se realizó una simulación con caudal CMH para el último periodo de diseño, caso II, NTON 09 007 - 19 (MIFIC, 2019, P.31).
- Se hizo una simulación de bombeo del consumo máximo día sin consumo en la red, caso V, NTON 09 007 - 19 (MIFIC, 2019, P.31).

Como resultado de la simulación se obtuvieron tablas de longitudes, diámetros, velocidades, caudales, pérdidas de cargas, así como tablas de cotas, alturas piezométricas, demanda base y presiones. También se presentan ilustraciones con las cotas, alturas piezométricas y presiones.

Toda esta información permite evaluar los parámetros hidráulicos de la red con relación a los criterios de diseño.

- Simulación de cloro

Se realizó una simulación para conocer la dinámica del cloro residual en la red, lo cual se hizo utilizando la dosis de 2.1 mg/l, que recomienda la NTON 09 003-99 (INAA, 1999b, P.87). Se obtuvo simulación para 8h, 16h y 24 h.

Los resultados se presentan en un mapa de la distribución de cloro, así como tablas con la distribución de cloro por nodos, se comprobó que ningún nodo tenga menos de 0.21 mg/l.

- Conexiones domiciliarias

Se diseñaron conexiones domiciliarias para cada vivienda de la comunidad y edificaciones públicas siguiendo los siguientes criterios: El diámetro mínimo de cada conexión debe ser de ½ pulgada o 12.5 mm. Toda conexión domiciliar es

necesario esté siempre controlada por su medidor correspondiente o por un regulador de flujos.

IV. Resultados

4.1. Estudio socioeconómico

A continuación, se presentan los resultados del estudio socioeconómico, el cual se agrupó en cinco temáticas que incluyen: características demográficas, ocupación y nivel de ingresos, viviendas, nivel de escolaridad y saneamiento.

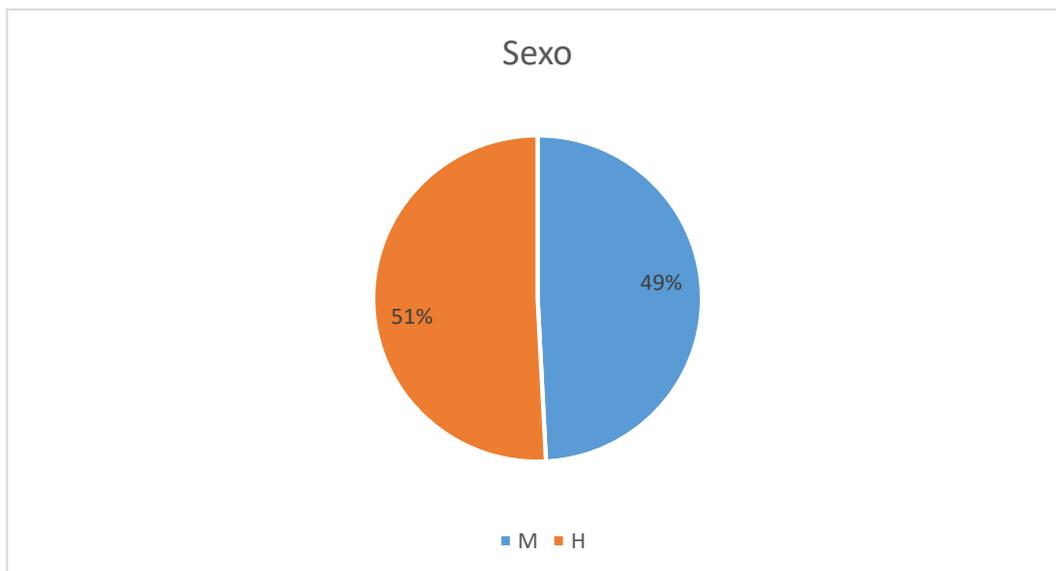
4.1.1. Características demográficas

Se encontró que el 50.82% está representada por hombres mientras que el 49.18% representan las mujeres, estos valores son similares por lo que se puede decir que en la comunidad el 50% de la población es masculina (H) y el restante 50% es femenina (F) como se observa en la tabla 1 y figura 3.

Tabla 1: Distribución de la población por sexo

	sexo		total
	m	h	
total	181	187	368
promedio	49.18%	50.82%	100.00%

figura 3: Distribución de la población por sexo

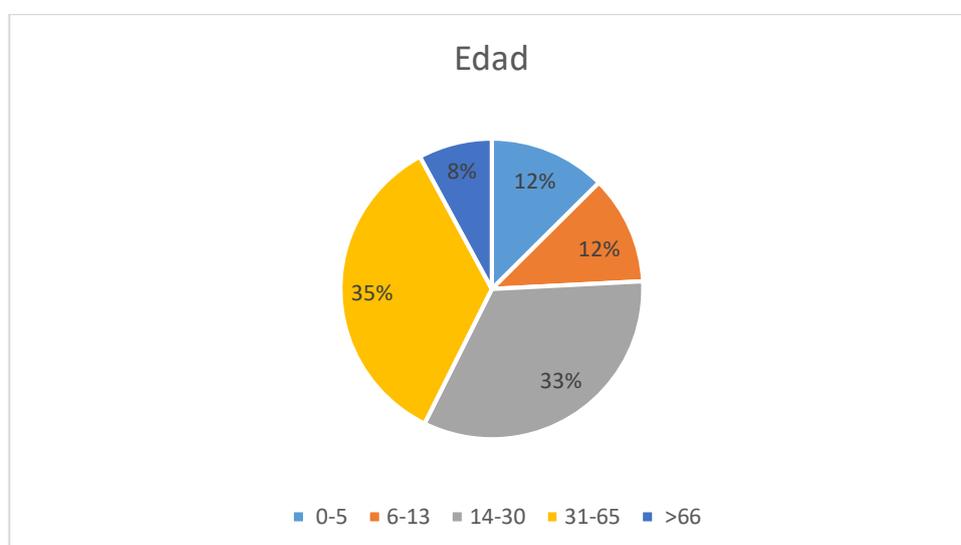


Así mismo también se estudió la población por rango de edades, de acuerdo a la tabla 2 y figura 4 se observó que la mayor parte de la población se encuentra en los rangos de 14 a 30 años y de 31 a 65 años, estos dos grupos de edades representan el 67.93% de la población, los niños y adolescentes representan el 24.18% de la población mientras que los adultos mayores equivalen al 7.88% de la población.

Tabla 2: Población por rango de edades

personas que habitan en la vivienda					
rango de edades (años)					
0-5	6-13	14-30	31-65	>66	total
46	43	122	128	29	368
12.50%	11.68%	33.15%	34.78%	7.88%	100.00%

figura 4: Población por rango de edades



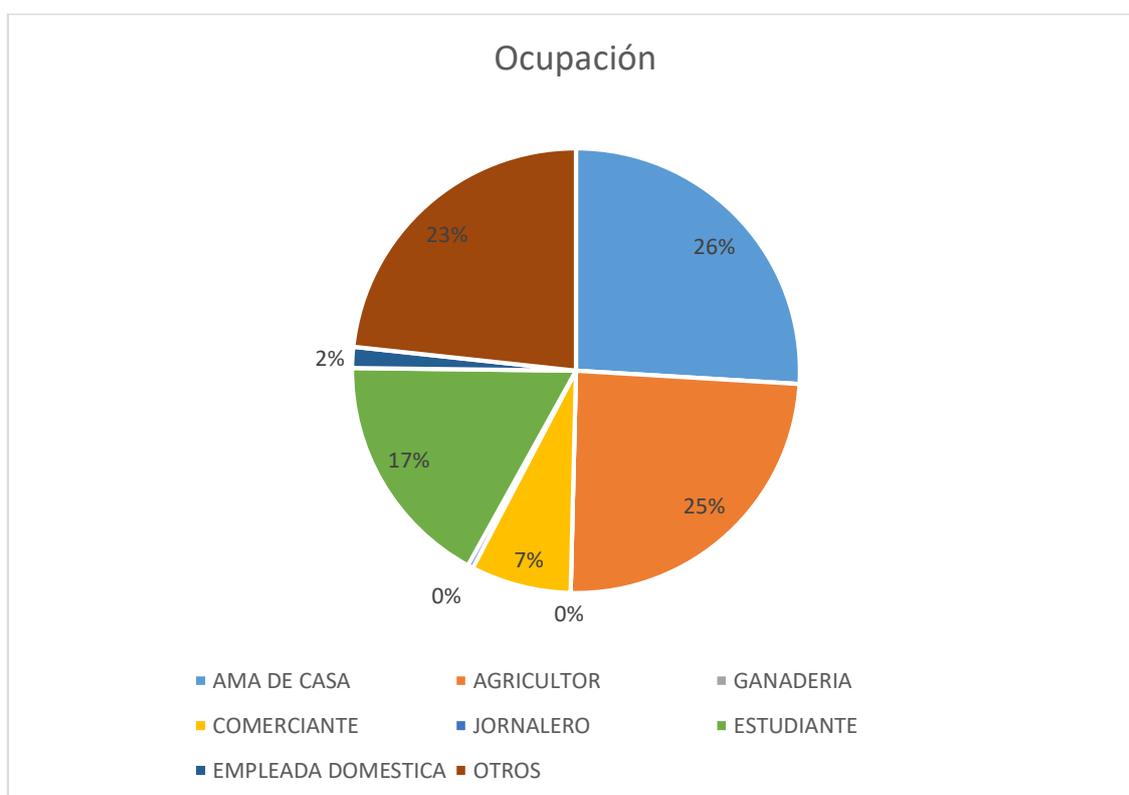
4.1.2. Ocupación y nivel de ingreso

Además, se analizó la ocupación de los diferentes miembros de la familia, en la tabla 3 y figura 5 se observa que las mayores ocupaciones corresponden a ama de casa con un 25.95% y agricultor ganadero con un 24.43%, por otra parte, el 23.28% de los encuestados no se identificó con ningún tipo de trabajo, por lo que puede deducirse que son desempleados o sub empleados.

Tabla 3: Ocupación de los miembros de las familias

ocupación miembros de las familias							
ama de casa	agricultor y ganadero	comerciante	jornalero	estudiante	empleada domestica	otros	total
68	64	19	1	45	4	61	262
25.95%	24.43%	7.25%	0.38%	17.18%	1.53%	23.28%	100.00%

figura 5: Ocupación de los miembros de las familias



Con relación a los ingresos de las familias según la tabla 4 y figura 6 se observó que el 64.28% de las familias tienen ingresos menores que cinco mil córdobas, esto significa que más de la mitad de la población tiene ingresos inferiores al salario mínimo del sector agropecuario, de este resultado también se deduce que la familia en su mayoría tiene un ingreso diario per cápita de 33.33 córdobas lo que equivale a 0.93 dólares, puede decirse por esto que son familias en extrema pobreza.

Tabla 4: Ingresos familiar en córdobas

Ingreso familiar en córdobas					TOTAL
menor que 600	601-1000	1001-3000	3001-5000	más de 5000	
4	9	28	22	35	98
4.08%	9.18%	28.57%	22.45%	35.71%	100.00%

figura 6: Ingresos familiar en córdobas



4.1.3. Viviendas

Con relación a las viviendas en la tabla 5 y figura 7 se observó que todas las familias cuentan con viviendas propias, así mismo se reveló de acuerdo a la tabla 6 figura 8 que las paredes en un 75% de las viviendas fueron construidas de ladrillos, mientras que según la tabla 7 y figura 9 los pisos predominantes fueron de tierra con un 44.90%, seguida de ladrillo con un 39.80%. además, según la tabla 8 y figura 10 la mayor parte de los techos son de láminas de zinc representando ellos el 94.90%, constatando un 54% de la población que catalogó su vivienda que está en buen estado según la tabla 9 y gráfico 11.

Con estos resultados puede decirse que a pesar que los habitantes de la comunidad son propietarios de las viviendas, éstas son construidas con materiales baratos lo cual también refleja el bajo nivel de ingreso.

Tabla 5: Estado legal de las viviendas

estado legal de la vivienda			total
propia	prestada	alquilada	
98	0	0	98
100.00%	0.00%	0.00%	100.00%

figura 7: Estado legal de las viviendas



Tabla 6: Material de las paredes

material de las paredes				total
bloque	ladrillo	madera	otros	
1	74	3	20	98
1.02%	75.51%	3.06%	20.41%	100.00%

figura 8: Material de las paredes

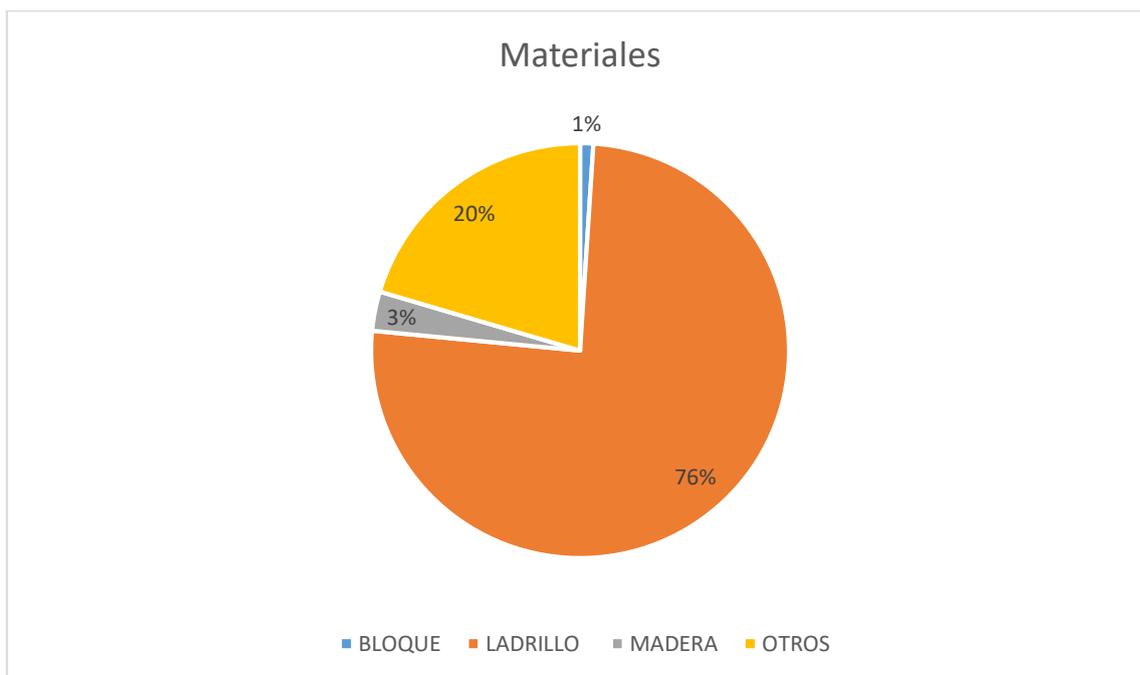


Tabla 7: Tipo de piso

tipo de piso				total
madera	tierra	ladrillo	otros	
0	44	39	15	98
0.00%	44.90%	39.80%	15.31%	100.00%

figura 9: Tipo de piso utilizados

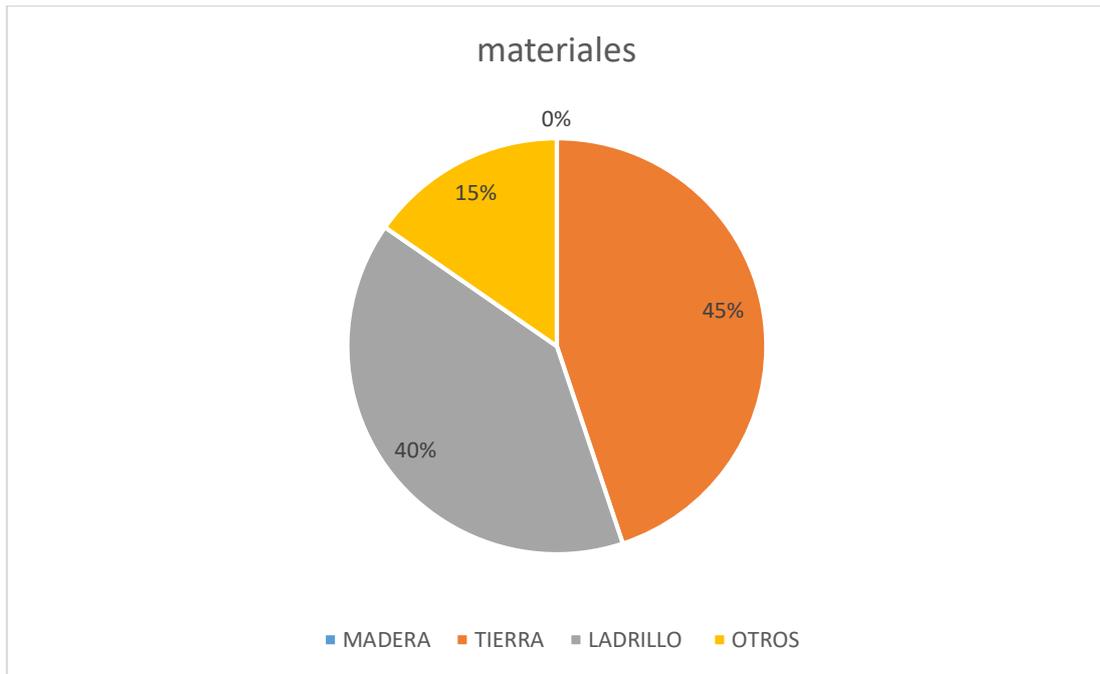


Tabla 8: Tipo de techo

tipo de techo						total
zinc	teja	madera	palma	otros	combo	
93	2	0	0	0	3	98
94.90%	2.04%	0.00%	0.00%	0.00%	3.06%	100.00%

figura 10: Tipo de techo

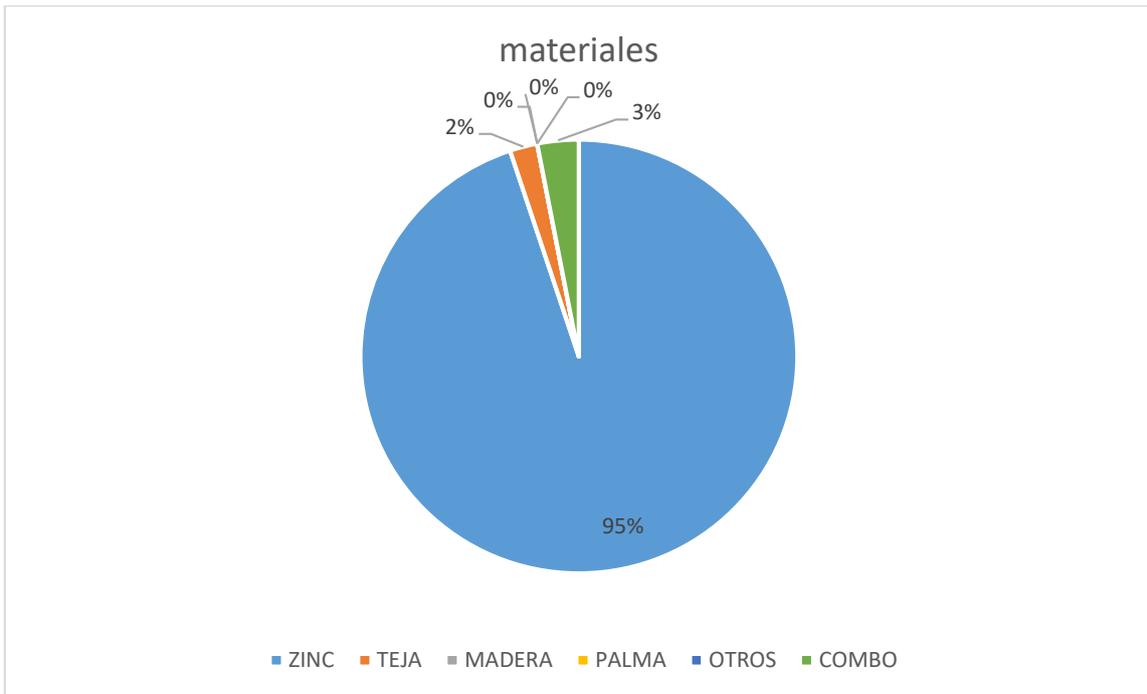
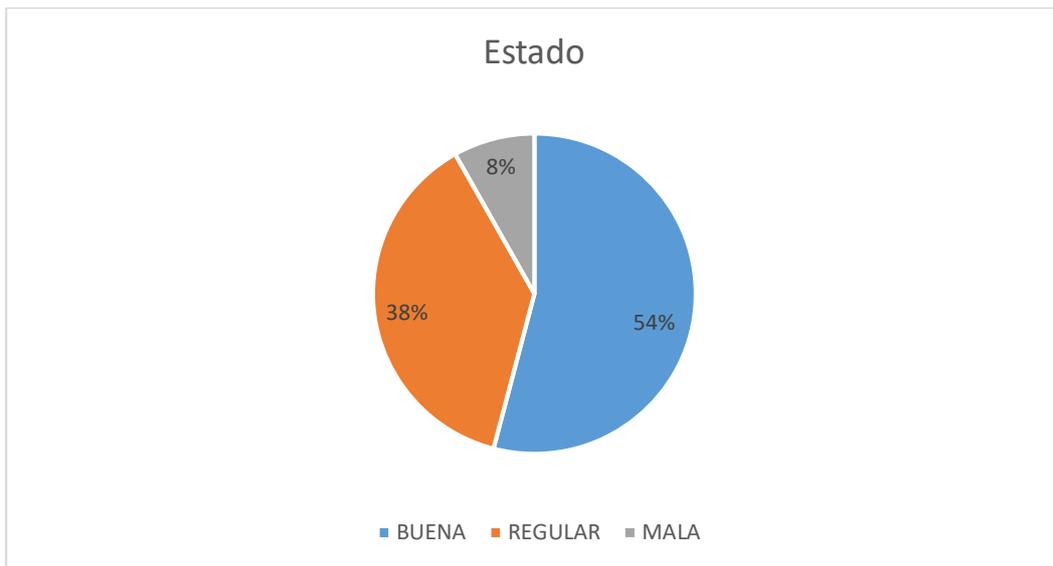


Tabla 9: Estado de la vivienda

estado de la vivienda			total
buena	regular	mala	
53	37	8	98
54.08%	37.76%	8.16%	100.00%

figura 11: Estado de las viviendas



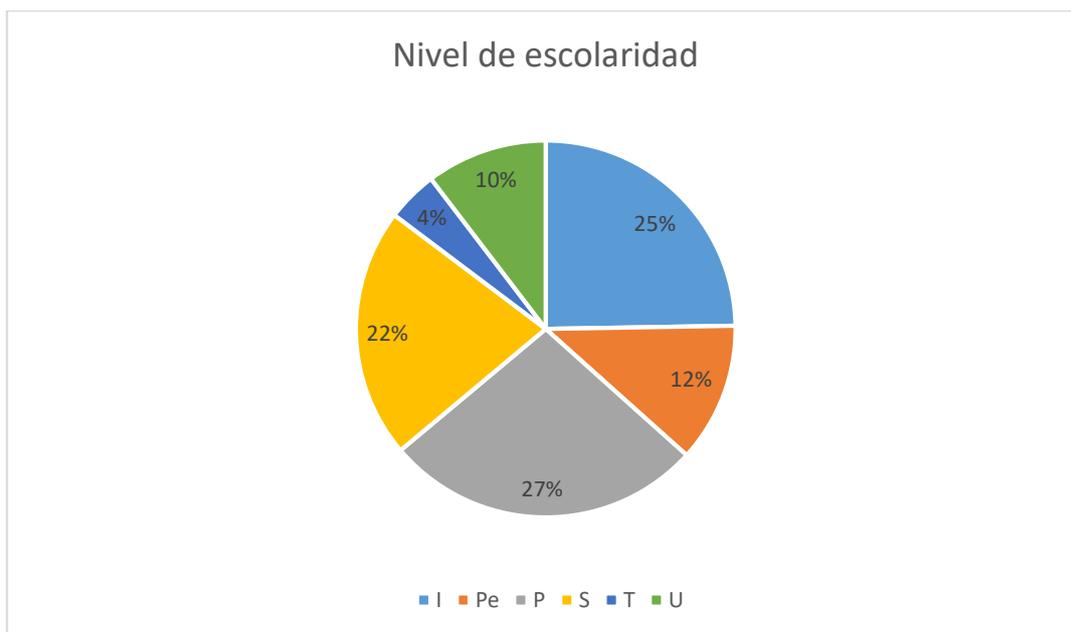
4.1.4. Nivel de escolaridad

Con relación a la escolaridad pudo notarse según la tabla 10 y figura 12, que poco más de un cuarto de la población (27.17%) ha cursado el nivel primario de educación, mientras que un 24.73% de la población es iletrada. En general esta situación refleja un bajo nivel educativo. No obstante, también se observa que un 14.68% de los pobladores han alcanzado un nivel técnico o universitario, el resto de la población representan niños que acuden al preescolar quienes representan un 11.96%.

Tabla 10: Nivel de escolaridad

nivel escolaridad						
i	pe	p	s	t	u	total
91	44	100	79	16	38	368
24.73%	11.96%	27.17%	21.47%	4.35%	10.33%	100.00%

figura 12: Nivel de escolaridad de los habitantes de la comunidad



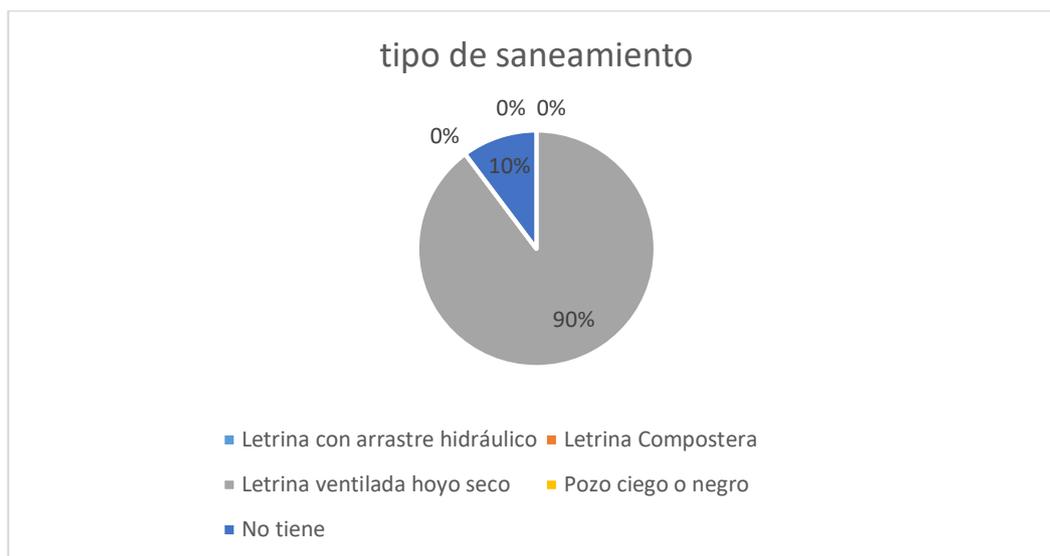
4.1.5. Saneamiento

Con relación al saneamiento se observó que únicamente el 89.8% tienen letrinas entiladas con hoyo seco, el resto de la población carece de servicio de saneamiento, como se observa en la tabla 11 y la figura 13. El alto porcentaje de familias que carecen de un sistema de saneamiento es un riesgo alto para la salud comunitaria.

Tabla 11: Opción de saneamiento

tiene letrina/ otra opción de saneamiento					
letrina con arrastre hidráulico	letrina Compostera	letrina ventilada hoyo seco	pozo ciego o negro	no tiene	total
0	0	88	0	10	98
0.00%	0.00%	89.80%	0.00%	10.20%	100.00%

figura 13: Opción de saneamientos utilizados



4.1.6. Aguas grises y desechos sólidos

Según los resultados de la tala 12 y figura 14 en un 30% de los hogares se observan charcas, a su vez de acuerdo con la tabla 13 y figura 15 el 41% de los hogares dejan correr el agua por los patios, así mismo observando la tala 14 y figura 16 se deduce que únicamente el 18 % de los hogares tienen zanjas o pozo de infiltración, finalmente el 64% de los entrevistados descritos en la tabla 15 y figura 17 afirman eliminar charcas. Estos resultados manifiestan la existencia de charcas en la comunidad a causa de las aguas grises lo que representa un riesgo para la salud comunitarias debido a la proliferación de vectores especialmente mosquitos.

Tabla 12: Charcas

¿hay charcas en el patio?		
si	no	total
30	68	98
30.61%	69.39%	100.00%

figura 14: Presencia de charcas en los patios de las personas entrevistadas

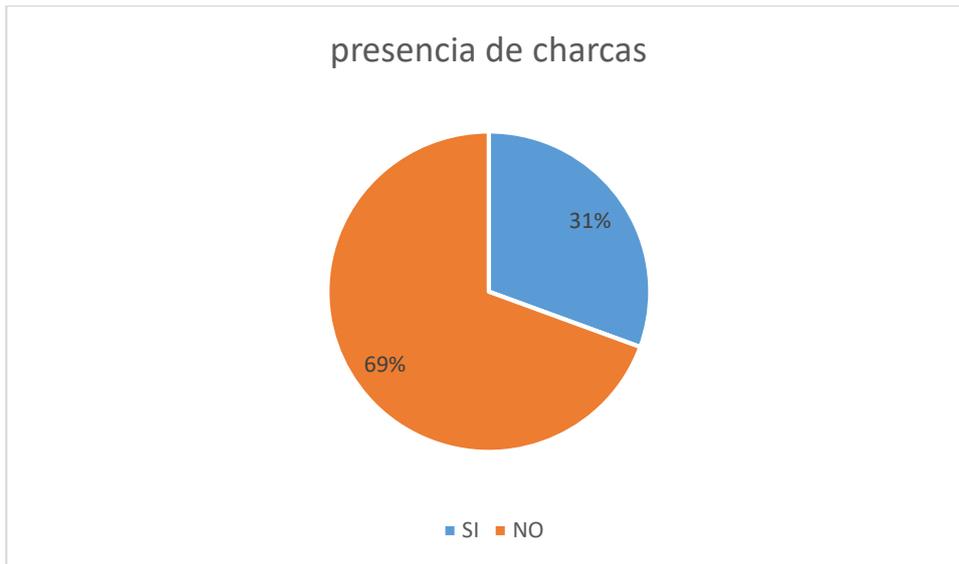


Tabla 13: Aguas servidas

aguas servidas de las casas		
riegan	dejan corre	total
57	41	98
58.16%	41.84%	100.00%

figura 15: Aguas servidas, tipo de manejo implementado

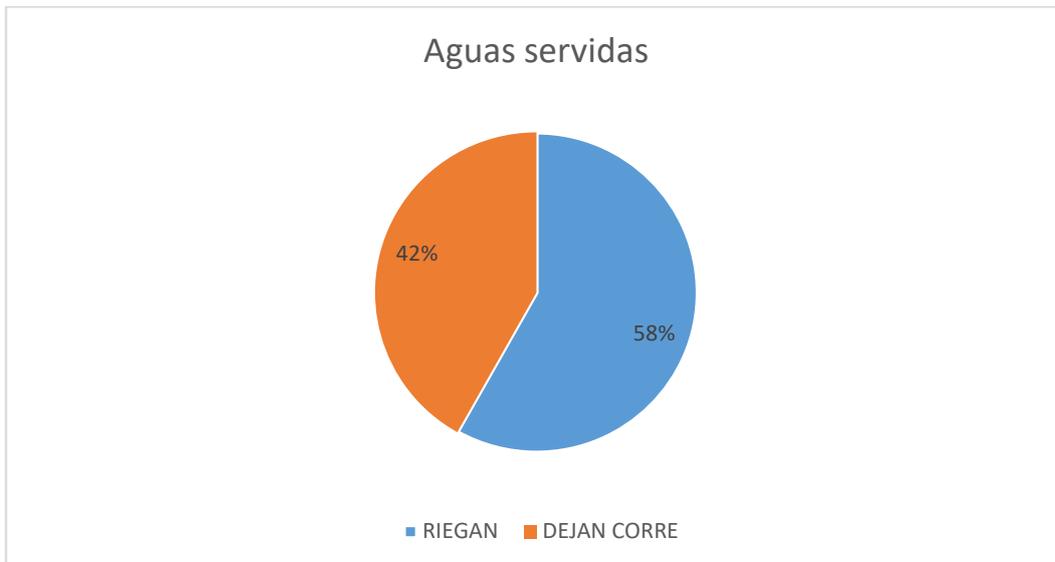


Tabla 14: Tipo de desagüe

tiene zanja o pozo de infiltración		
si	no	total
18	80	98
18.37%	81.63%	100.00%

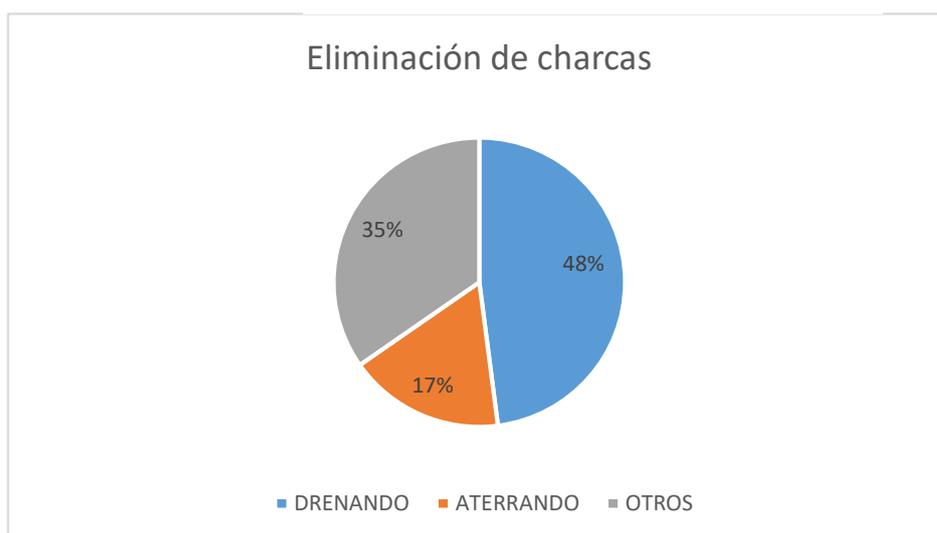
figura 16: Tipo de desagüe utilizado



Tabla 15: Tratamiento a charcas

¿cómo eliminan las charcas?			
drenando	aterrando	otros	total
47	17	34	98
47.96%	17.35%	34.69%	100.00%

figura 17: Tipo de tratamiento a las charca

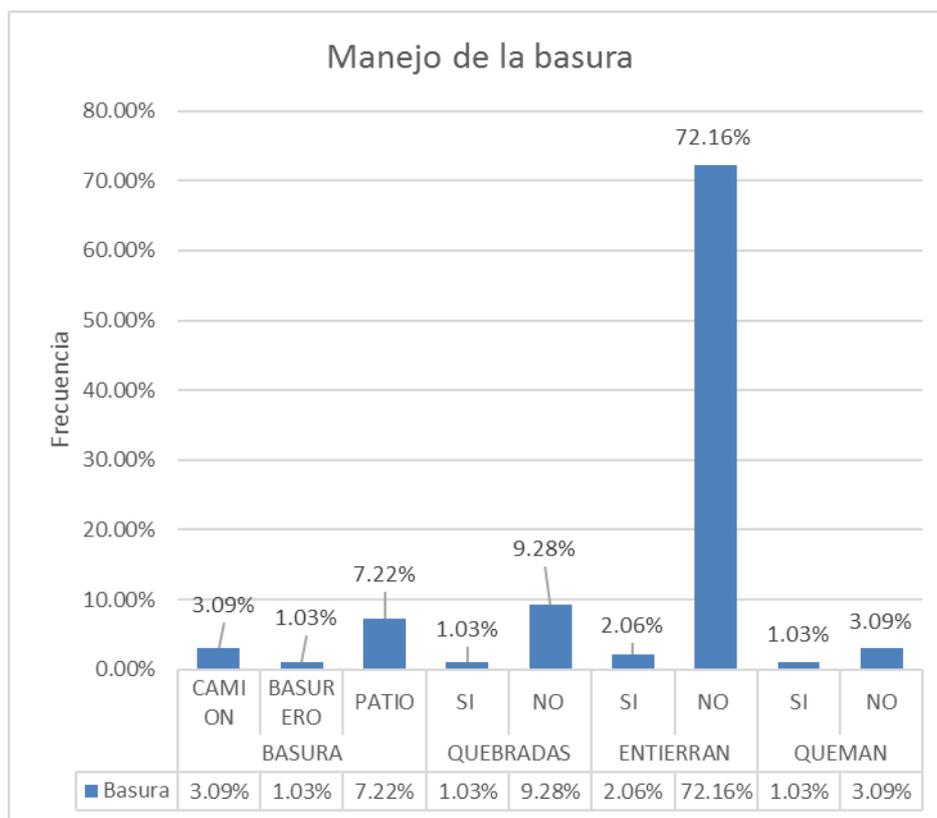


La mayoría de la población no entierran y no queman representando según la tabla 16 y figura 18 el 72.16% y 3.09% respectivamente, mientras que solamente el 3% y el 1% la entregan al camión de basura y la depositan en el basurero. Es notable que muchas familias no manejan adecuadamente la basura un 7.22% afirmo tirar directamente en el patio, mientras que un 1.03 mencionó depositar la basura en la quebrada. Es evidente por tanto que se requiere de un mejor manejo de la basura debido al riesgo de la salud y el impacto en el medio ambiente.

Tabla 16: Manejo de la basura

manejo de la basura									
la colocan en la basura			quebradas		la entierra		la queman		total
camión	basurero	patio	si	no	si	no	si	no	
3	1	7	1	9	2	70	2	3	98
3.06%	1.02%	7.14%	1.02%	9.18%	2.04%	71.43%	2.04%	3.06%	100.00%

figura 18: Manejo utilizado para la eliminación de la basura



De las enfermedades presentes en la comunidad según la tabla 17 y la figura 19, cuatro están relacionadas con la mala calidad del agua que corresponden a diarrea, parasitosis, hepatitis e infección dérmica las cuales en forma combinada afectan a un 20.93% de la población.

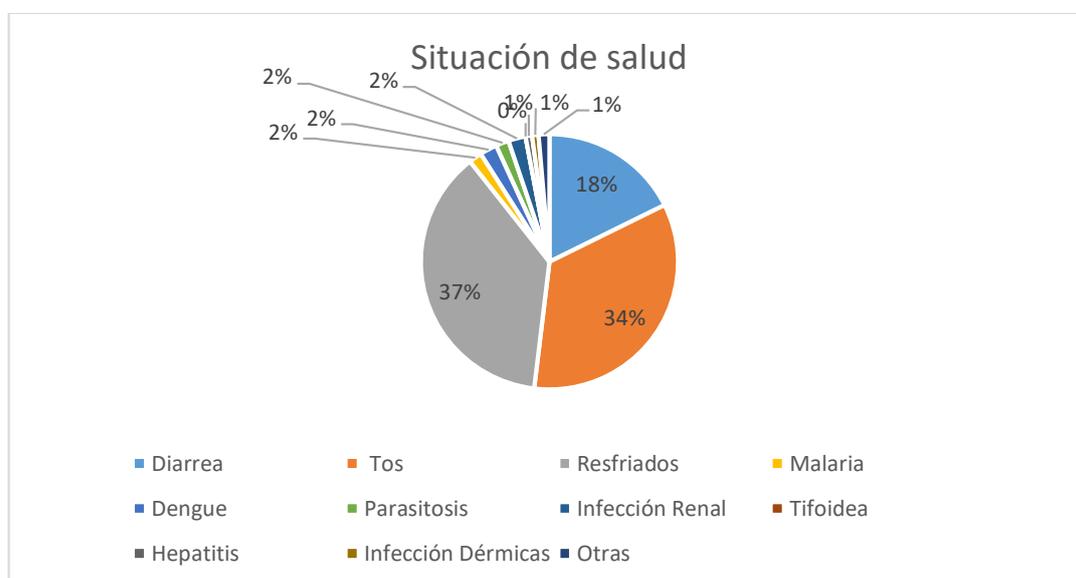
Por otra parte, se observó que otros cuatros enfermedades presentes en la comunidad están relacionadas con el mal manejo de las aguas grises y la basura, en forma combinada estas enfermedades representan un 75.54%.

Otras enfermedades con diferentes causas representan el 3.53% de afectaciones a la población. Es notorio que la mayor cantidad de enfermedades está relacionada con la mala calidad del agua, así como la mala gestión de las aguas grises, la basura y falta de servicios higiénicos.

Tabla 17: Situación de salud

enfermedad	frecuencia	porcentaje
diarrea	65	17.66%
tos	126	34.24%
Resfriados	138	37.50%
Malaria	6	1.63%
Dengue	8	2.17%
Parasitosis	6	1.63%
Infección renal	8	2.17%
tifoidea	0	0.00%
hepatitis	3	0.82%
Infecciones dérmicas	3	0.82%
Otras	5	1.36%
TOTAL	368	100%

figura 19: Enfermedades que afectan la salud de las personas



4.2. Estudio Topográfico

El levantamiento topográfico se realizó con estación total modelo Leica por personal de la municipalidad del municipio de La Trinidad, el inicio del levantamiento se basó en dos BM geodésicos a partir del cual se amarró el levantamiento.

Se levantaron ocho tramos con una longitud total de 5749.90 m, en el cual se identificó una cota mínima de 793 m y una máxima de 921 m en el tramo que servirá como línea de conducción entre el pozo perforado en la escuela La Habana al tanque de almacenamiento localizado en la comunidad de La Concepción con una longitud de 1985.35 m, los siete tramos restantes distribuidos en el interior de la comunidad servirán de red de distribución donde se instalará el sistema de agua potable. La longitud total de todos los tramos de la red de distribución en que se dividió el levantamiento en la comunidad fue de 3764.55 m una cota máxima de 802 m punto donde se ubicará el tanque de almacenamiento y una cota mínima de 668 m la longitud por tramo y elevación máxima y mínima se presenta en la tabla 18.

Tabla 18: Tramos de levantamiento, longitudes y cotas de cada tramo.

nombre	longitud (m)	cota mínima (m)	cota máxima (m)
Línea N	1985.35	793	921
Línea R	2022.05	802	668
Línea B	137.42	716	740
Línea C	273.59	710	735
Línea D	109.03	734	736
Línea E	120.08	718	736
Línea F	230.4	739	749
Línea G	871.97	668	731

Observando los valores del levantamiento de la tabla 18, el relieve puede describirse como montañoso formado por cimas y columpios que conforman un terreno muy irregular.

Como producto final del estudio topográfico se elaboraron un plano de planta general y planos planta perfil a escala horizontal 1:1000 y escala vertical 1:100.

4.3. Aforo y análisis del agua

4.3.1. Prueba de bombeo

Se presenta la realización de la prueba de bombeo escalonada y de caudal constante a fin de conocer el potencial de extracción de agua subterránea del pozo perforado ubicado en la escuela La Habana, con el propósito de abastecer de agua potable a la población actual y futura de la comunidad La Concepción; durante los próximos veinte años.

El pozo perforado "pozo escuela La Habana" está ubicado en las coordenadas UTM 16 Este: 576041, Norte: 1436804 a una elevación de 903.19 msnm, en el municipio de La Trinidad, departamento de Estelí.

El caudal que se extraerá del pozo perforado "Pozo escuela La Habana", se ha estimado en 20 gpm conformando un poco menos del 50% del rendimiento de este debido a que la capacidad estimada mediante el aforo es de 42 gpm.

- **Procedimiento y metodología**

Primeramente, se realizó el día 22 de junio del 2022, limpieza y desarrollo por medio de inyección de aire comprimido, por un periodo de 6 (seis) horas continuas a fin de realizar una limpieza del pozo, así como la abertura de fisuras de los estratos rocoso que puedan contener agua, reacomodo de la grava entre el diámetro de perforación (8") y diámetro del ademe (4").

Las pruebas de bombeo a caudal escalonado, se estableció en 6 horas en 5 diferentes caudales: 10 gpm, 20 gpm, 30 gpm, 40 gpm y 62 gpm y prueba de bombeo a caudal constante en 42 gpm por 24 horas, para un total de 30 horas de duración de las pruebas de bombeo.

- **Equipo empleado:**

Bomba motora sumergible de 3HP, CTD:450 pies, Q=35 gpm, marca Franklin electric 1/60/230 V.

Camión plataforma 4.50 toneladas 1 generador de combustible diésel, sonda eléctrica de 500 pies trípode de 9.50 de altura tubería hierro galvanizada de diámetro 1"-1/2" Tubería PVC diámetro 3/4."

Las pruebas de bombeo se realizaron del día 24 al 25 de junio del año 2022.

El rendimiento del acuífero del "pozo escuela La Habana" es de 42 gpm, los resultados de las pruebas de bombeo se presentan en el anexo 2.

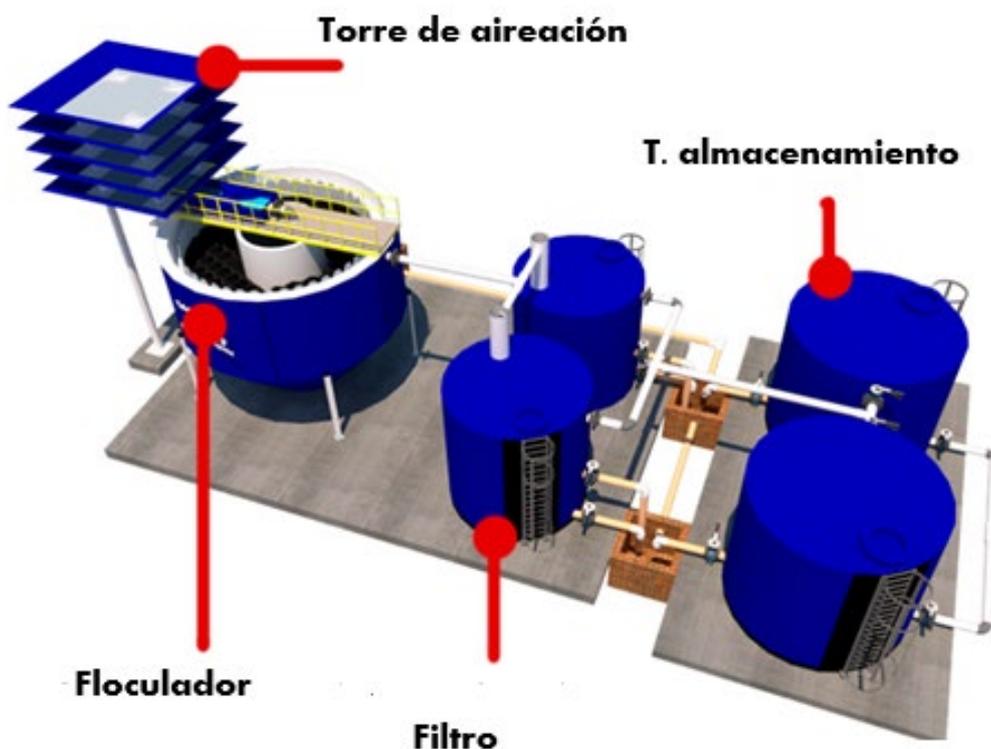
4.4. Calidad del agua

Por tanto, según los resultados presentados en el anexo 3 se concluye que: el análisis físico-químico, bacteriológico y de arsénico, obtenidos en la muestra de agua subterránea "pozo perforado escuela La Habana- comunidad La Habana, indican que los recursos hídricos corresponden a aguas duras, que desde el punto de vista sanitario pueden ser acondicionadas con un sistema de tratamiento para eliminar el hierro y manganeso del agua por lo que se propone lo siguiente:

4.4.1.1. Sistema de tratamiento del agua

Se propone un sistema de aireación, filtración y desinfección para garantizar la debida potabilización del agua, los detalles se presentan en la figura 20.

figura 20: Propuesta de planta de tratamiento para eliminar exceso de hierro y manganeso

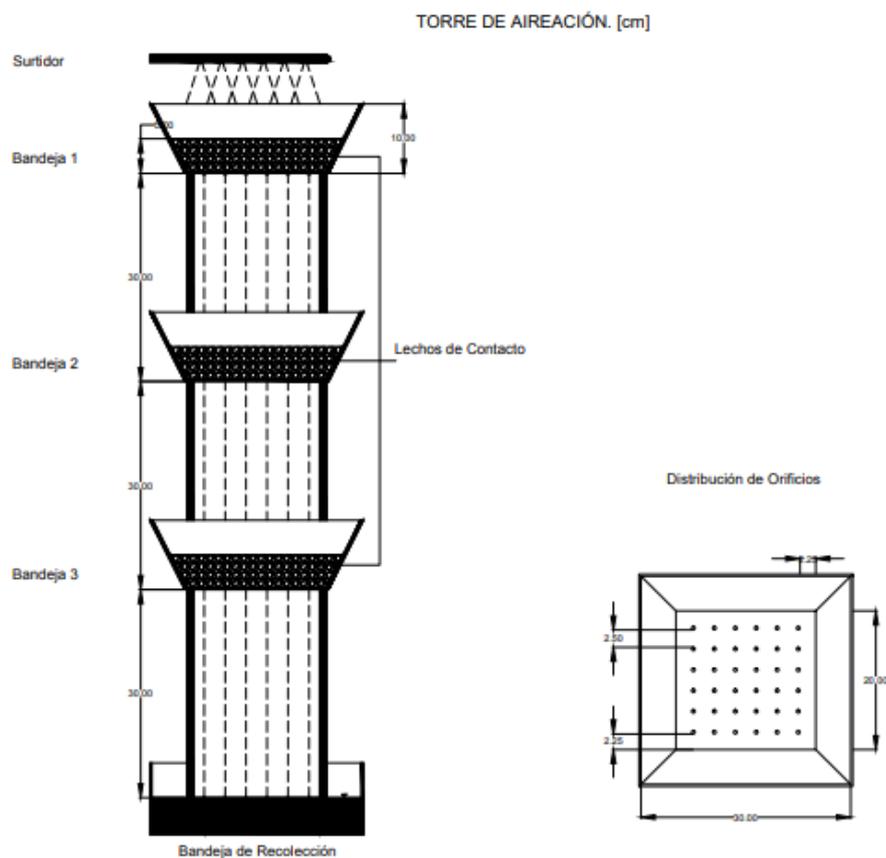


- Sistema de aireación

La aireación es el proceso en el cual el agua debe ponerse en contacto con el aire con la finalidad de modificar las concentraciones de sustancias volátiles contenidas en ella y se recomienda utilizar este proceso con el objetivo de oxidar el hierro (Fe) y manganeso (Mn).

Altura: recomendada para la aireación del hierro se halla entre 2-2.5 m, recomendado para una eficiencia del 90% por lo que se adopta una altura de 2.5m, con un caudal de diseño: 1 l/s, los detalles se presentan en la figura 21.

figura 21: Diseño de planta y perfil de la torre aireadora



Torres de aireación: Está conformada por bandejas que son las encargadas de realizar el proceso de aireación el cual pone en contacto directo el agua con las partículas de aire, para incrementar el porcentaje de oxígeno disuelto, y eliminar olores y sabores que pueda contener el agua. Las bandejas cuentan con un área de contacto de 400 cm² (20 cm x 20 cm), esta área se encuentra perforada por 36 orificio de 5 mm de diámetro, que permiten el paso del agua. Las bandejas tienen una forma trapezoidal la cual permite disminuir el desperdicio de agua por

salpicadura. Cada bandeja cuenta con un lecho de contacto de espesor de 5 cm. Este lecho es de carbón activado tipo coque. La torre de aireación debe cumplir con una separación entre bandejas de 30 cm, para que cumpla las especificaciones técnicas. A continuación, se presenta el modelo propuesto.

- Floculador

Se utilizará con el fin de desestabilizar las partículas coloidales causadas por la presencia de coagulantes neutralizando sus cargas electroestáticas haciendo que las partículas tiendan a unirse y ayude a remover impurezas en el agua.

- Filtro:

El filtro que se usará está compuesto por una columna de resina intercambiadora de iones, la cual tiene la capacidad de atraer y retener determinados iones presentes en el agua. Se utilizarán dos filtros con el propósito de garantizar el correcto funcionamiento en los mantenimientos periódicos que deben hacerse en estos.

Uno de los principales beneficios de utilizar un filtro de resina es que puede reducir la cantidad de minerales disueltos en el agua, lo que puede cambiar su sabor y apariencia. Además, también puede reducir la cantidad de agua dura en el hogar.

4.5. Diseño del acueducto

Se adoptó una tasa de crecimiento del 2.5%, debido a que la tasa del último censo municipal en el año 2012, respecto censo realizado en el año 2022 revela un crecimiento poblacional de 0.6%, inferior al mínimo recomendado por la norma NTON 09 007-19 (MIFIC, 2019, P.8). A continuación, se presentan dichos cálculos.

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

$$r = \left(\frac{346 \text{ hab}}{368 \text{ hab}} \right)^{1/10} - 1$$

$$r = 0.006 = 0.6\%$$

4.5.1. Población y demanda

Con los datos anteriores se procedió a cálculo de la población de diseño, siendo este un parámetro fundamental para el funcionamiento del acueducto.

Se adoptó un periodo de diseño de 20 años el cual corresponde a pozos perforados de acuerdo a lo recomendado por la norma NTON 09 007-19 (MIFIC, 2019, P.13).

La población de diseño se calculó con la ecuación 2, tomándose como referencia los 368 habitantes que se obtuvieron mediante la realización de un censo, se determinó una población a servir de 603 habitantes.

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

$$P_n = 368 \text{ hab} \times (1 + 0.025)^{20} = 603 \text{ hab}$$

4.5.1.1. Consumo doméstico

El consumo doméstico se calculó con la ecuación 4 adoptándose una dotación de 80 lppd que corresponde a población rural dispersa, encontrándose un valor de 0.56 l/s como se muestra a continuación.

$$CD = \frac{P_f \times \text{dotacion}}{86,400}$$

$$CD = \frac{603 \text{ hab} \times 80 \text{ lppd}}{86,400} = 0.56 \text{ l/s}$$

4.5.1.2. Consumo institucional o público

Para el cálculo de los factores de la demanda únicamente se tomó en cuenta el consumo público o institucional tomando un 7% del consumo doméstico debido a la presencia de instituciones públicas en la comunidad. Según el plan de desarrollo comunal no se prevé que en los próximos 20 años se desarrollen zonas comerciales o industriales. El cálculo de consumo institucional o público se realizó con la ecuación 5 obteniéndose un resultado de 0.04 l/s el resultado se muestra a continuación.

$$CPI = \frac{7}{100} \times CD$$

$$CPI = \frac{7}{100} \times 0.56 \text{ l/s} = 0.04 \text{ l/s}$$

4.5.1.3. Consumo promedio diario

El consumo promedio diario se calculó con la ecuación 6 obteniendo un resultado de 0.60 l/s como se describe a continuación.

$$CPD = CD + CPI + CC + Cind$$

$$CPD = 0.56 \text{ l/s} + 0.04 \text{ l/s} + 0 + 0 = 0.60 \text{ l/s}$$

4.5.1.4. Pérdidas o fugas en el sistema

Para el cálculo de las fugas se utilizó la ecuación 7 en la cual se adopta un 15% del consumo promedio diarios debido a que en la comunidad existen menos de 500 viviendas.

$$Fugas = \frac{15}{100} \times CPD$$

$$Fugas = \frac{15}{100} \times 0.60 \text{ l/s} = 0.09 \text{ l/s}$$

4.5.1.5. Consumo máximo diario

El consumo máximo diario fue calculado con la ecuación 8 con la cual se obtuvo un resultado de 0.99 l/s el cual se muestra a continuación.

$$CMD = 1.5 \times CP + Fuga$$

$$CMD = 1.5 \times 0.60 \text{ l/s} + 0.09 \text{ l/s} = 0.99 \text{ l/s}$$

4.5.1.6. Consumo máximo horario

El consumo máximo horario fue calculado con la ecuación 9 obteniéndose un valor de 1.59 l/s que se muestra a continuación.

$$CMH = 2.5 \times CPD + Fuga$$

$$CMH = 2.5 \times 0.60 \text{ l/s} + 0.09 \text{ l/s} = 1.59 \text{ l/s}$$

4.5.2. Diseño hidráulico del sistema

A continuación, se describe el diseño hidráulico de los diferentes elementos del MABE que incluyen: columna de bombeo, sarta, línea de impulsión. La línea de impulsión inicia en la estación 0+000 y finaliza en la estación 0+311.06, a partir de esta última estación, se diseñó una línea de conducción por gravedad iniciando en una tanquilla localizada en la estación 0+311.06 y finalizando en la

estación 1+964.54 en un tanque de almacenamiento, a partir del cual se incorpora la red de distribución.

4.5.2.1. Columna de bombeo

- Diámetro de la columna de bombeo

El diámetro de la columna de bombeo se seleccionó tomando en cuenta el caudal del consumo máximo diario y la tabla que relaciona caudal con diámetros descrita en la NTON 09 007-19 (MIFIC, 2019, P.20).

Tomando en cuenta la tabla antes indicada se seleccionó el diámetro de 3 pulgadas a partir de la cual se seleccionó un diámetro comercial de tubería Hg clase 40, diámetro nominal de 80 mm con diámetro interno de 77.79 mm.

- Longitud de la columna de bombeo

El pozo tiene un nivel estático de 8.8 m y un nivel dinámico de 13.07 m, la longitud de la columna de bombeo se calculó sumando el nivel dinámico más la sugerencia de 6 metros NTON 09 007-19 (MIFIC, 2019, P.20) y 6 metros por variación estacional, la cual toma en cuenta las variaciones del nivel del pozo del periodo lluvioso y la época de estiaje, la longitud efectiva de la columna de bombeo fue de 25.07 m, cabe señalar que la profundidad del pozo es de 44.20 m.

- Velocidad de flujo en la columna de bombeo

La velocidad de flujo de la columna de bombeo se calculó con la ecuación 10 obteniéndose una velocidad de 0.21 m/s.

$$v = \frac{Q}{\pi \frac{D^2}{4}}$$

$$v = \frac{0.001 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi \frac{0.078\text{m}}{4}}$$

$$v = 0.21 \text{ m/s}$$

- Pérdida de carga por fricción en la columna de bombeo

Para el cálculo de pérdida de cargas por fricción se utilizó la ecuación 11 de Hazen-Williams encontrándose un valor de 0.023 m como se observa a continuación.

$$h_f = 10.679 \frac{Q^{1.85}}{C^{1.85} D^{4.87}} \times L$$

$$h_f = 10.679 \frac{(0.001m^3/s)^{1.85}}{130^{1.85} 0.078m^{4.87}} \times 25.07m = 0.023 m$$

Cumpliendo con la normativa de la NTOON 09 007-19 (MIFIC, 2019) la cual recomienda que la pérdida de carga debe ser inferior al 5% de la longitud de la columna de bombeo, teniendo en cuenta este criterio de diseño se puede mencionar que el diámetro de la tubería fue correctamente seleccionado debido a que la pérdida de carga es 0.023 m, el cual es un valor menor que 1.25 m que es la máxima pérdida de carga permitida por fricción en la columna de bombeo.

4.5.2.2. Sarta

- Diámetro

Para determinar el diámetro de la sarta se tomó en cuenta el consumo máximo diario como caudal de referencia para utilizar la tabla que relaciona los diámetros con el caudal recomendado por la norma NTOON 09 007-19 (MIFIC, 2019, P.22) de la cual se obtuvo un diámetro teórico de 2 pulgadas, a partir del cual se seleccionó un diámetro comercial de tubería Hg clase 40 de 50 mm con diámetro interno de 52.48 mm.

- Longitud

Se adoptó una longitud de 6 m la cual se recomienda en los planos típicos del nuevo FISE para tuberías menores a 3 pulgadas (plano 42/44).

- Velocidad

La velocidad fue calculada con la ecuación 9 obteniéndose un resultado de 0.47 m/s, cuyo valor es ligeramente inferior a 0.6 m/s, valor recomendado para velocidades en la sarta y línea de impulsión, según la NTON 09 007-19 P.25. A continuación, se presentan los resultados.

$$v = \frac{Q}{\pi \frac{D^2}{4}}$$

$$v = \frac{0.001 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi \frac{0.052 \text{ m}^2}{4}} = 0.47 \text{ m/s}$$

- Pérdida por fricción en la sarta

La pérdida de fricción en la sarta se calculó con la ecuación 11 de Hazen-Williams obteniéndose un resultado de 0.04 m como se muestra a continuación.

$$h_f = 10.679 \frac{Q^{1.85}}{C^{1.85} D^{4.87}} \times L$$

$$h_f = 10.679 \frac{0.001 \text{ m}^3/\text{s}^{1.85}}{130^{1.85} 0.052 \text{ m}^{4.87}} \times 6 = 0.04 \text{ m}$$

- Pérdidas locales en la sarta

En la tabla 19 se presentan los accesorios que se recomiendan para la sarta en la cual también se presentan los coeficientes de fricción por cada accesorio, obteniendo un total de coeficiente K de 14.7, valor que se aplicó a la ecuación 12 para determinar las pérdidas locales, obteniéndose un valor de 0.17 m.

Accesorios

Tabla 19: Accesorios de la sarta

tipo	cantidad	total	k	k total
Codo 45°	1	2	0.4	0.8
Codo 90°	1	1	0.9	0.9
Cruz	1	1	0.3	0.3
Unión	1	2	0.3	0.6
válvula chek	1	1	2.5	2.5
Válvula compuerta	1	1	0.2	0.2
Medidor	1	1	9.4	9.4
TOTAL, K				14.7

$$h_l = \sum_{k=1}^n k \frac{v^2}{2g}$$

$$h_l = \frac{14.7 \text{ m} \times 0.47 \text{ m/s}^2}{2 \times 9.81 \text{ m/s}^2}$$

$$h_l = 0.17 \text{ m}$$

- Pérdida total en la sarta

La pérdida total en la sarta tomando en cuenta la pérdida por fricción y las pérdidas locales alcanzaron un valor de 0.21m.

4.5.2.3. Línea de impulsión

- Diámetro

Para determinar el diámetro de la línea de impulsión primero se calculó el diámetro teórico con la ecuación 12 obteniéndose un diámetro de 0.04 m equivalente a 40 mm, a partir del cual se seleccionó un diámetro comercial en tubería PVC SDR 26 ASTM 2241 con diámetro nominal de 1 ½" y diámetro interior de 44.6 mm.

$$D = 0.9 \times Q^{0.45}$$

$$D = 0.9 \times 0.001 m^3/s^{0.45}$$

$$D = 0.04 m$$

$$D \text{ comercial} = 0.04m$$

- Longitud

La longitud total de la línea de conducción se obtuvo mediante el levantamiento topográfico que va desde la estación 0+000 en el punto donde se ubica la estación de bombeo, hasta la estación 1+964.54 donde se ubicó el tanque de almacenamiento.

- Pérdida por fricción

Una vez definido el diámetro comercial y la longitud total de la línea de impulsión se procedió a calcular con la ecuación 10 de Hazen Williams la pérdida de carga por fricción a lo largo de la tubería la cual fue diseñada de PVC SDR 26 diámetro interno de 44.6 mm y longitud de 311.06 m, con pérdida de carga por fricción de 3.34 m.

$$h_f = 10.679 \frac{Q^{1.85}}{C^{1.85} D^{4.87}} \times L$$

$$h_f = 10.679 \frac{0.001 m^3/s^{1.85}}{150^{1.85} 0.0446m^{4.87}} \times 311.06 m = 3.34 m$$

- **Carga dinámica total**

La carga dinámica total se calculó con la ecuación 14 la cual toma en cuenta la carga estática, la pérdida por fricción y las pérdidas locales. A continuación, se presentan los cálculos de la cota del nivel dinámico del agua del pozo y la cota de la descarga del tanque.

Cota del pozo: 912.91 m

Cota del nivel dinámico: $912.91 \text{ m} - 13.07 \text{ m} = 899.84 \text{ m}$

Cota de la descarga en la tanquilla: 925.54 m

$$H_g = \text{cota tanquilla} - \text{cota NDA}$$

$$H_g = 925.54 \text{ m} - 899.84 \text{ m} = 25.7 \text{ m}$$

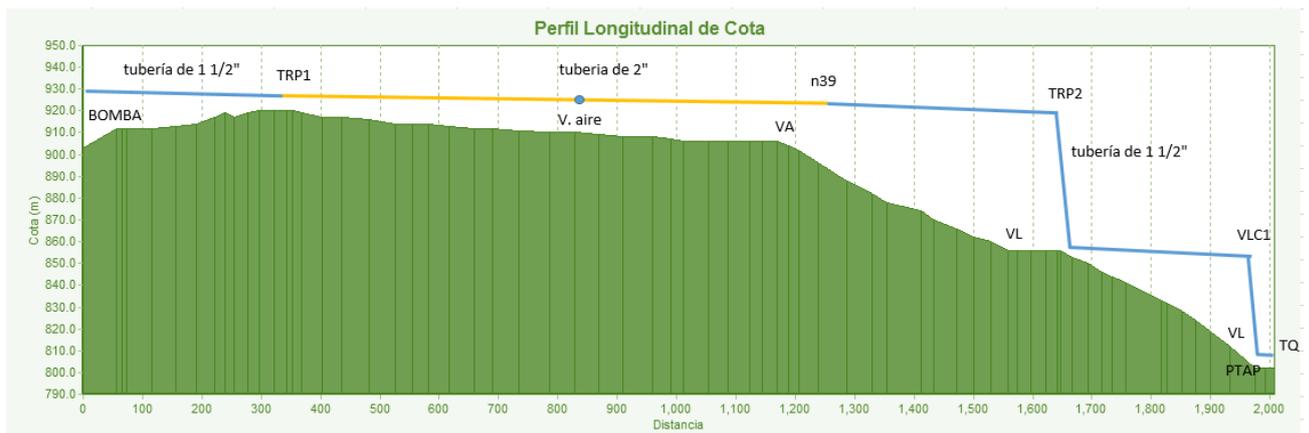
$$CDT = H_g + H_f + H_l$$

$$CDT = 25.7 \text{ m} + (0.023 \text{ m} + 0.04 \text{ m} + 3.34 \text{ m}) + 0.17 \text{ m}$$

$$CDT = 29.27 \text{ m}$$

Se presentan las alturas piezométricas de la línea de impulsión y aducción correspondientes a la conducción del agua del pozo hacia el tanque de almacenamiento, los detalles en la figura 22 que se muestra a continuación.

figura 22: Perfil de línea de impulsión y aducción con su respectiva línea piezométrica



4.5.2.4. Línea por gravedad

Como se mencionó anteriormente la línea de conducción por gravedad inicia en la estación 0+311.06 con cota de 925.54 m y finaliza en la estación 1+964.54 con una cota de 802 m, lo que representa una carga estática de 123.54 m.

Debido al valor de la carga estática se dividió la línea por gravedad en dos tramos, el primer tramo que inicia en la estación 0+311.06 hasta la estación 1+629.52 con una cota de 853 m, lográndose una carga estática de 72.54 m, el

segundo tramo que inicia en la estación 1+629.52 y finaliza en la estación 1+954.54 donde colocó una válvula limitadora de caudal (VLC) con una cota de 802 m y una carga estática de 51 m, esta válvula servirá para regular la llena del tanque de almacenamiento.

- Tramo por gravedad número 1

Longitud: PVC SDR 26 de 2" = 887.82 m

Longitud: PVC SDR 26 de 1 1/2" = 430.64 m

Carga estática(Hg): 72.54 m

Hf para 2" = 3.43 m

Hf para 1 1/2" = 4.62 m

$$h_f = 10.679 \frac{Q^{1.85}}{C^{1.85} D^{4.87}} \times L$$

$$h_{f1} = 10.679 \frac{0.001 \text{ m}^3/\text{s}^{1.85}}{150^{1.85} 0.055 \text{ m}^{4.87}} \times 887.82 \text{ m} = 3.43 \text{ m}$$

$$h_{f2} = 10.679 \frac{0.001 \text{ m}^3/\text{s}^{1.85}}{150^{1.85} 0.0446 \text{ m}^{4.87}} \times 430.64 \text{ m} = 4.62 \text{ m}$$

Hf tramo = $Hf = 3.43 + 4.62 = 8.05 \text{ m}$

Altura piezométrica

$$Hpz = cota + Hg - Hf$$

$$Hpz = 853 \text{ m} + 72.54 \text{ m} - 8.05 \text{ m} = 917.49 \text{ m}$$

Presión

$$\frac{P}{\gamma} = Hpz - cota$$

$$\frac{P}{\gamma} = 917.49 \text{ m} - 853 \text{ m} = 64.49 \text{ m}$$

Regulación por TRP: el agua al estar en contacto con la atmosfera y controlar la velocidad al ingresar a la TRP la presión se redujo a cero.

- Tramo por gravedad número 2

Longitud: PVC SDR 26 de 1 1/2" = 325.03 m

Carga estática (Hg): 51 m

Hf tramo 2 = 3.48 m

$$h_f = 10.679 \frac{0.001 \text{ m}^3/\text{s}^{1.85}}{150^{1.85} 0.0446 \text{ m}^{4.87}} \times 325.03 \text{ m} = 3.48 \text{ m}$$

Altura piezométrica

$$H_{pz} = cota + H_g - H_f$$

$$H_{pz} = 802 \text{ m} + 51 \text{ m} - 3.48 \text{ m} = 849.52 \text{ m}$$

Presión

$$\frac{P}{\gamma} = H_{pz} - cota$$

$$\frac{P}{\gamma} = 849.52 \text{ m} - 802 \text{ m} = 47.52 \text{ m}$$

Regulación de la válvula limitadora de caudal: 46.48 m se pierden en la válvula, llegando el agua con una presión de 1.04 m a la entrada del tanque de almacenamiento.

4.5.2.5. Golpe de Ariete

El golpe de Ariete se calculó para tres tramos, del pozo a la primera tanquilla rompe presión (TRP) ubicada en la línea de conducción, el segundo de la primer TRP a la TRP número 2 y un tercero de la TRP-2 a la válvula que se colocó a la entrada del tanque de almacenamiento usando la misma celeridad de la onda de presión para los tres cálculos debido a que en todas las circunstancias se utilizó la misma tubería PVC SDR 26.

- Celeridad de la onda de presión

La celeridad de la onda para tubería PVC se calculó con la ecuación 15 obteniéndose un valor de 339.20 m/s característico de la tubería SDR 26, a continuación, se presentan los cálculos.

$$k = \frac{10^{10}}{\epsilon}$$

$$\epsilon = 3 \times 10^8 \text{ kg/m}^2$$

$$k = \frac{10^{10} \text{ kg/m}^2}{3 \times 10^8 \text{ kg/m}^2} = 33.33$$

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

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 33.33 \frac{44.6 \text{ mm}}{1.85 \text{ mm}}}} = 339.20 \text{ m/s}$$

- Tiempo del ciclo de la onda de presión en el tramo del pozo a la PRP1

También se calculó el tiempo del ciclo de la onda de presión utilizando la ecuación 16, obteniéndose un resultado de 1.83 s. a continuación se presentan los resultados.

$$t = \frac{2L}{a}$$

$$t = \frac{2 \times 311.06 \text{ m}}{339.20 \text{ m/s}}$$

$$t = 1.83 \text{ s}$$

- Tiempo de parada de la válvula

El tiempo de parada de la válvula se refiere al instante en que se cierra la válvula check cuando la bomba se apaga o deja de funcionar por corte de energía. Para el cálculo se utilizó la ecuación 17 de Mendiluce obteniéndose un resultado de 2.36 s. el procedimiento de cálculo se presenta a continuación.

$$T = C + \frac{K \times L \times v}{g \times H_m}$$

$$T = 1 + \frac{2 \times 311.06 \text{ m} \times 0.63 \text{ m/s}}{9.81 \text{ m/s}^2 \times 29.27 \text{ m}}$$

$$T = 2.36 \text{ s}$$

De acuerdo a los resultados del tiempo de ciclo de la onda de presión cuyo valor fue de 1.83 s y el tiempo de parada que fue de 2.36 s, dado que el tiempo de parada fue mayor que el tiempo del ciclo de la onda de presión se considera un cierre lento.

Tipo de cierre: cierre lento $T > t$

- longitud crítica

la longitud critica se calculó con la ecuación 18 obteniéndose un valor de 400.25 m, este valor es mayor que la longitud de la tubería de impulsión por lo que se considera una impulsión corta como a continuación se muestra.

$$L_c = \frac{a \times T}{2}$$

$$L_c = \frac{339.20 \text{ m/s} \times 2.36 \text{ s}}{2} = 400.25 \text{ m}$$

$L < L_c$ es impulsión corta

- Cálculo de sobrepresión en la tubería

Debido a que tenemos un cierre lento y una impulsión corta utilizamos la ecuación de Michaud, a como se muestra a continuación.

$$\Delta H = \frac{2 \times L \times v}{g \times T}$$

$$\Delta H = \frac{2 \times 311.06 \text{ m} \times 0.63 \text{ m/s}}{9.81 \text{ m/s}^2 \times 2.36 \text{ s}} = 16.92 \text{ m}$$

- Presión máxima en la tubería

A continuación, se presenta la presión máxima a la que será sometida la tubería, alcanzando un valor máximo de 46.19 m o su equivalente a 53.29 psi, se utilizará PVC SDR 26 la cual resiste una presión máxima de 160 psi.

$$H = \Delta H + H_g$$

$$H = 16.92 \text{ m} + 29.27 \text{ m} = 46.19 \text{ m}$$

$$H = 46.19 \text{ m} \times 1.42 = 53.29 \text{ psi}$$

Golpe de ariete en el tramo de la TRP1 a la TRP2

- Celeridad de la onda de presión

La celeridad de la onda para tubería PVC se calculó con la ecuación 15 obteniéndose un valor de 339.20 m/s característico de la tubería SDR 26, se utilizó el mismo cálculo del tramo anterior

- Tiempo del ciclo de la onda de presión en el tramo de la PRP1 a la PRP2

Se calculó el tiempo del ciclo de la onda de presión utilizando la ecuación 16, obteniéndose un resultado de 7.77 s. a continuación se presentan los resultados.

$$t = \frac{2L}{a}$$
$$t = \frac{2 \times 1318.46 \text{ m}}{339.20 \text{ m/s}} = 7.77 \text{ s}$$

- Tiempo de parada de la válvula

El tiempo de parada de la válvula se refiere al instante en que se cierra la válvula de seguridad cuando la pila se rebosado para obtener el valor es necesario calcular la velocidad ponderada debido a que la tubería presenta dos diámetros diferentes. Para el cálculo se utilizó la ecuación 17 de Mendiluce obteniéndose un resultado de 2.31 s. el procedimiento de cálculo se presenta a continuación.

$$\frac{L}{v} = \frac{l_1}{v_1} + \frac{l_2}{v_2} + \frac{l_3}{v_3} + \dots$$
$$\frac{L}{v} = \frac{887.82 \text{ m}}{0.42 \text{ m/s}} + \frac{430.64 \text{ m}}{0.64 \text{ m/s}} = 2786.73$$
$$v = \frac{L}{\sum \frac{L}{v}}$$
$$v = \frac{1318.46 \text{ m}}{2786.73} = 0.47 \text{ m/s}$$
$$T = C + \frac{K \times L \times v}{g \times H_m}$$
$$T = 1 + \frac{1.5 \times 1318.46 \text{ m} \times 0.47 \text{ m/s}}{9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 72.54 \text{ m}} = 2.31 \text{ s}$$

Los datos indican que el cierre es rápido debido a que el tiempo de cierre de la válvula de control de nivel es menor que el tiempo del ciclo de la onda de presión, por lo que se cumple la expresión siguiente: $T < t$ cierre rápido.

- longitud crítica

la longitud crítica se calculó con la ecuación 18 obteniéndose un valor de 391.77 m, este valor es menor que la longitud de la tubería de impulsión por lo que se considera una impulsión larga como a continuación se muestra.

$$L_c = \frac{a \times T}{2}$$

$$L_c = \frac{339.20 \text{ m/s} \times 2.31 \text{ s}}{2} = 391.77 \text{ m}$$

Mediante los cálculos anteriores se pudo constatar que el sistema será de Impulsión larga, debido a que la longitud del tramo es mayor que la longitud crítica cumpliéndose la siguiente expresión: $L > L_c$.

Por tanto, el sistema funcionara como cierre rápido e impulsión larga por lo que se utilizara la ecuación 20 de Allievi para determinar la presión en la tubería ejercida por el fenómeno de golpe de Ariete, cuya sobrepresión alcanza un valor de 16.25 m como se observa a continuación.

$$\Delta H = \frac{a \times v}{g}$$

$$\Delta H = \frac{339.20 \text{ m/s} \times 0.47 \text{ m/s}}{9.81 \text{ m/s}^2} = 16.25 \text{ m}$$

- Presión máxima en la tubería

$$H = \Delta H + H_g$$

$$H = 16.25 \text{ m} + 72.54 \text{ m} = 88.79 \text{ m}$$

$$H = 88.79 \text{ m} \times 1.42 = 126 \text{ psi}$$

La tubería será expuesta a una presión máxima de 126 PSI, utilizando tubería PVC SDR 26, la cual está diseñada para resistir una presión máxima de 160 psi.

Golpe de ariete en el tramo de la TRP2 a la válvula limitadora de caudal ubicada a la entrada del tanque de almacenamiento

Debido a que la tubería PVC SDR 26 es similar a la del primer tramo, la velocidad de la onda de presión también será la misma, teniendo esta un valor de 339.20 m/s y una velocidad de 0.64 m/s.

También se calculó el tiempo del ciclo de la onda de presión utilizando la ecuación 16, obteniéndose un resultado de 1.92 s. A continuación, se presentan los resultados.

$$t = \frac{2L}{a}$$
$$t = \frac{2 \times 325.03 \text{ m}}{339.20 \text{ m/s}} = 1.92 \text{ s}$$

- Tiempo de cierre de la válvula

El tiempo de cierre de la válvula se adopta en 30s debido a que la válvula limitadora de caudal se cierra mediante una válvula de compuerta localizada antes de la descarga al tanque, por esta razón se considera un cierre lento debido a que se cumple la expresión siguiente: $T > t$, $30\text{s} > 1.86\text{s}$.

Además, se calculó la longitud crítica con la ecuación 18 obteniéndose un valor de 5,088 m el cual es mayor que la longitud del tramo cuyo valor es de 325.03 m por lo que se considera una impulsión corta que cumple la expresión siguiente: $L_c > L$, $5,088 \text{ m} > 325.03 \text{ m}$.

$$L_c = \frac{a \times T}{2}$$
$$L_c = \frac{339.20 \text{ m/s} \times 30}{2} = 5,088 \text{ m}$$

Por tanto, el sistema de conducción en este tramo se comporta con cierre lento e impulsión corta por lo que se utilizará la ecuación 19 de Michaud para el cálculo de la sobrepresión, cuyo resultado fue de 1.41m y los cálculos se presentan a continuación.

$$\Delta H = \frac{2 \times L \times v}{g \times T}$$

$$\Delta H = \frac{2 \times 325.03 \text{ m} \times 0.64 \text{ m/s}}{9.81 \text{ m/s}^2 \times 30 \text{ s}} = 1.41 \text{ m}$$

A continuación, se presenta un resumen de las sobrepresiones presentadas a lo largo de la línea de conducción que en su totalidad tiene 1964.54 m, en la tabla 20 se presentan los resultados resumidos.

Tabla 20: Características hidráulicas por el golpe de ariete

tramo	t, s	T, s	l, m	lc, m	cierre e impulsión	ecuación	Δh, m
1, bombeo	1.83	2.36	311.06	400.25	Cierre lento-impulsión corta	Michaud	16.92
2, gravedad	7.77	2.31	1318.46	391.77	Cierre rápido-impulsión larga	Allievi	16.25
3, gravedad	1.92	30	325.03	5088	Cierre lento-impulsión corta	Michaud	1.41

4.5.2.6. Potencia de la bomba

$$P = \frac{\gamma \times H_m \times Q}{746 \times 0.75}$$

$$P = \frac{9810 \times 24.2 \text{ m} \times 0.001 \text{ m}^3/\text{s}}{746 \times 0.75} = 0.42 \text{ hp}$$

Se seleccionó una bomba comercial marca Grundfos modelo 22SQE05-80 con una potencia nominal de 0.939 hp y requerida por la bomba de 1.23 hp que genera un caudal de 1 l/s con una carga dinámica de 29.27 m. la característica de la bomba se presenta en las figuras 23 y 24.

figura 23: Características de la bomba seleccionada



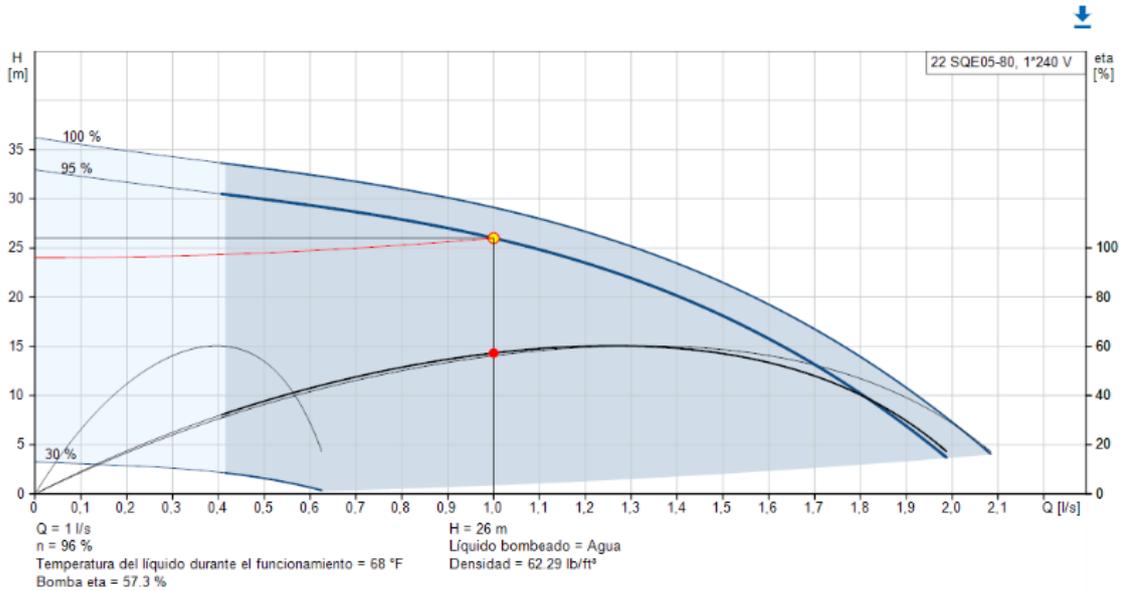
Empresa:
Creado Por:
Teléfono:

Datos: 02/07/2023

Contar	Descripción
1	<p>Potencia nominal - P2: 0.939 HP Potencia (P2) requerida por la bomba: 1.23 HP Frecuencia de red: 60 Hz Tensión nominal: 1 x 200-240 V Factor de servicio: 1.85 Intensidad nominal: 5.2 A Factor de potencia: 1.00 Velocidad nominal: 10700 rpm Tipo de arranque: directo Grado de protección (IEC 34-5): IP68 Clase de aislamiento (IEC 85): F Longitud de cable: 4.92 ft Motor N.º: 96160539</p> <p>Otros: Peso neto: 10.6 lb Peso bruto: 12.1 lb País de origen.: MX Tarifa personalizada n.º: 84137004</p>

figura 24: Rendimiento de la bomba

RENDIMIENTO



4.5.3. Tanque de almacenamiento

A continuación, se presentan los cálculos para el dimensionamiento del tanque basado en la norma NTON 09 007-19 PP. 32 -33, tomando en consideración el CPD y un periodo de bombeo de 16 horas. En el anexo 5 se presentan los cálculos del volumen de almacenamiento hasta el año 2043. El volumen compensador fue de 8.64 m³ mientras que el volumen de reserva fue de 5.18 m³ para un requerimiento total de almacenamiento de 13.82 m³ o aproximadamente 14 m³, a continuación, se muestran los cálculos para el último año del periodo de diseño.

Volumen compensador:

$$V_c = \frac{25}{100} \times CPD \times 16h \times 3600/1000$$
$$V_c = \frac{25}{100} \times 0.6 \frac{l}{s} \times 16h \times \frac{3600 s}{1h} \frac{1}{1000 l}$$
$$V_c = 8.64 m^3$$

Volumen de reserva:

$$V_R = \frac{15}{100} \times 0.6 \frac{l}{s} \times 16h \times \frac{3600s}{1h} \frac{1}{1000 l}$$
$$V_R = 5.18 m^3$$

Volumen del tanque:

$$V_T = V_C + V_R$$
$$V_T = 8.64 m^3 + 5.18 m^3$$
$$V_T = 13.82 m^3$$

Tipo de tanque:

Se adoptó un tanque de polietileno de alta densidad de 15 metros cúbicos el cual satisface el volumen calculado para el tanque el cual es de aproximadamente 14 metros cúbicos.

Ubicación del tanque

El tanque de almacenamiento se encuentra a una altura de 802 msnm, a continuación, en la tabla 21, se presentan las coordenadas donde se construirá la caseta de protección.

Tabla 21: Coordenadas del tanque de almacenamiento

cuadro de construcción del tanque de almacenamiento						
lado		rumbo	distancia	v	coordenadas	
est	pv				y	x
				141	1,437,232.628	578,422.74
1	2	N 11° 31' 27.558" W	12	142	1,437,243.310	578,420.57
2	3	N 78° 06' 00.052" E	15	143	1,437,246.150	578,434.04
3	4	S 11° 31' 27.558" E	12	144	1,437,235.468	578,436.22
4	1	N 78° 06' 00.052" E	15	141	1,437,232.628	578,422.74

4.5.4. Desinfección

Capacidad de cloro para la estación: adoptando una dosis de 2.1 mg/l se encontró una capacidad de cloro de 0.12 kg cloro/día como se muestra a continuación.

$$Ca = \frac{Q \times C}{1000}$$

$$Ca = \frac{56.78 \text{ m}^3 \times 2.1 \text{ mg/l}}{1000} = 0.12 \text{ kg}$$

Cantidad de cloro comercial requerida: considerando hipoclorito de sodio comercial al 12% se determinó que la cantidad necesaria de cloro líquido por día fue de 1 litro.

Hipoclorito de sodio 12% = 120 gr/l.

$$\text{Capacidad de cloro} - \text{día} = 0.12 \text{ kg} \times \frac{1000 \text{ gr}}{1 \text{ kg}} = 120 \text{ gr}$$

$$\text{litros de cloro por día} = \frac{\text{capacidad de cloro}}{\text{cloro comercial}}$$

$$\text{litros de cloro por día} = \frac{120 \text{ gr/l}}{120 \text{ gr}} = 1 \text{ l}$$

Dilución de cloro al 2%: Según la norma se recomienda diluir el cloro entre el 1% y el 3% por lo que se adoptó una dilución de cloro al 2% obteniéndose 6 litros de cloro diluidos a aplicarse en 9 horas mediante hipoclorador de carga constante.

$$\text{cloro al 2\%} = \frac{1 \text{ l} \times 0.12}{0.02} = 6 \text{ l}$$

Tomando en cuenta que 20 gotas corresponden a un ml y que los 6 litros se aplicaran en 9 horas el hipoclorador será calibrado a 222 gotas por minuto.

4.5.5. Simulación hidráulica

La simulación hidráulica se hizo en todo el sistema, el cual tienen una longitud total de 5749.9 m, en la cual se identifica una línea de conducción por bombeo de 311.06 m que inicia en el pozo con el nodo BOM1 y finaliza en el nodo n13 a partir del cual el flujo se realiza por gravedad en un tramo de 1653 m hasta el tanque de almacenamiento en el nodo TQ, a partir del cual se diseñó una línea de tubería principal con una longitud de 1983 m a la cual se unen 7 tramos secundarios con una topología de red abierta como se muestra en la figura 25 y 26 en la cual se observa las presiones y velocidades de flujo para el caudal de diseño de 1.59 l/s que representa en CMH.

figura 25: Variación de presiones en el sistema hidráulico

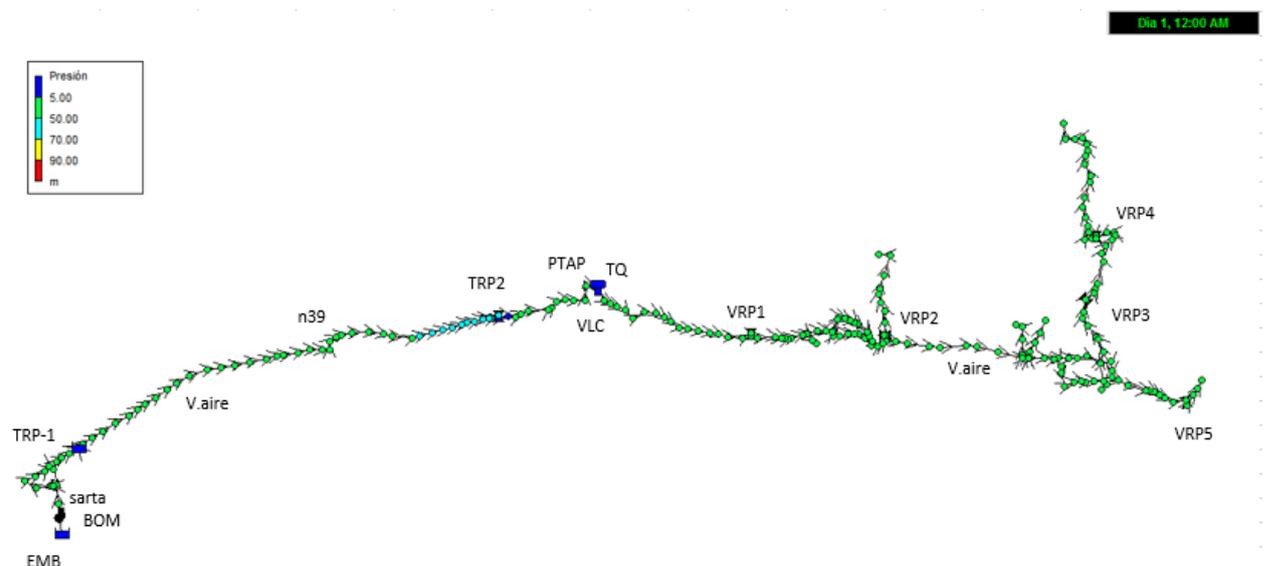
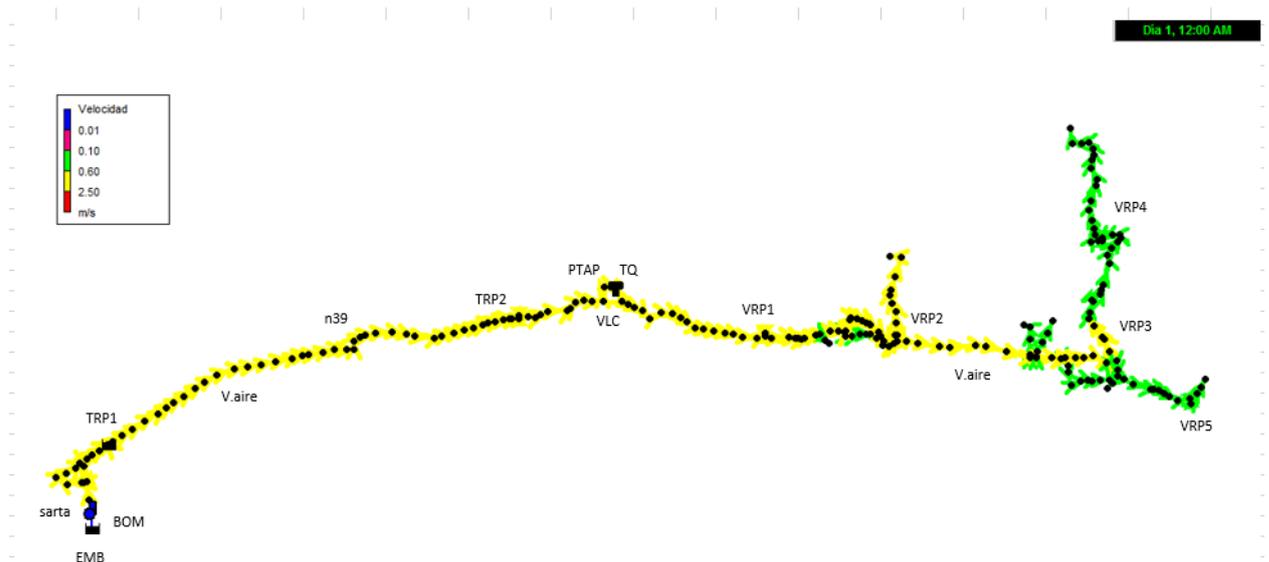


figura 26: Variación de velocidades en el sistema hidráulico



4.5.5.1. Simulación hidráulica consumo igualado a cero

Mediante la realización de la simulación con un consumo cero se pudo determinar que la variación de presiones en el sistema excede únicamente 4.7 m de los 50 m establecido por la norma NTOON 09 007-19 obteniéndose una presión de 54.7 m en puntos donde no hay consumo, una presión mínima de 2.71 m en donde se plantea ubicar válvula de limpieza para garantizar una libre circulación del fluido, a como se aprecia en la figura 27.

En la figura 28 se pueden apreciar las velocidades en el sistema para un caudal de cero consumos, las cuales se ven reflejadas únicamente hasta el tanque de almacenamiento razón de que no se está estimando consumo en la red de distribución, obteniéndose un valor mínimo de 0.41 m/s en un tramo de la línea de conducción, lugar donde se ubicará una válvula de limpieza y válvulas de aire para mantener el ritmo libre del fluido y un valor máximo de 0.64 m/s.

figura 27: Variación de presiones en el sistema hidráulico sin consumo

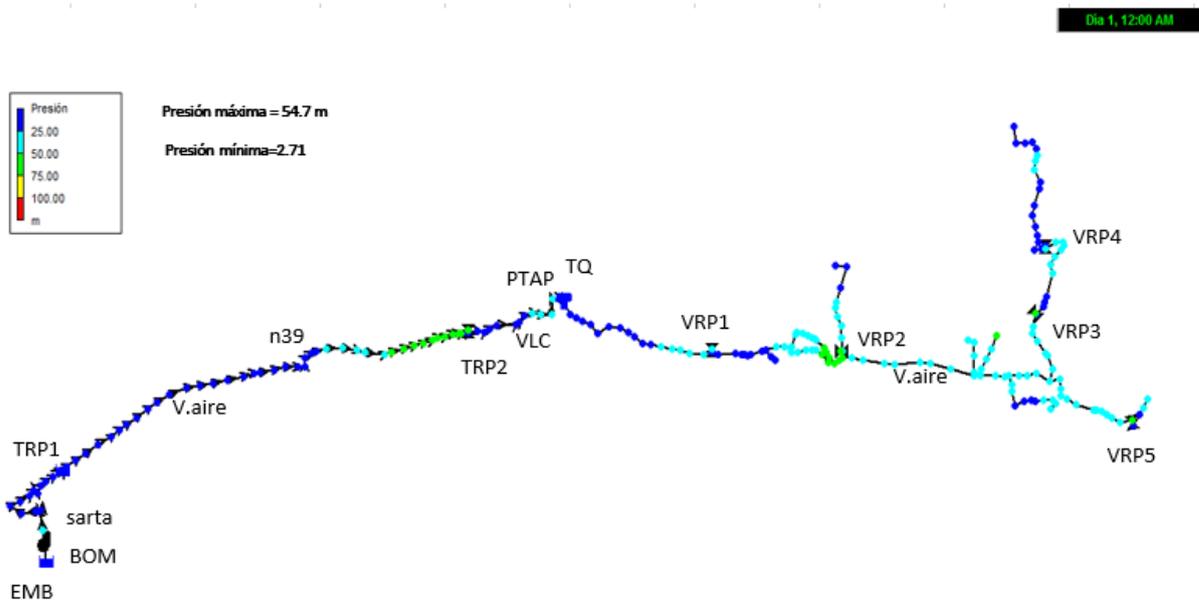
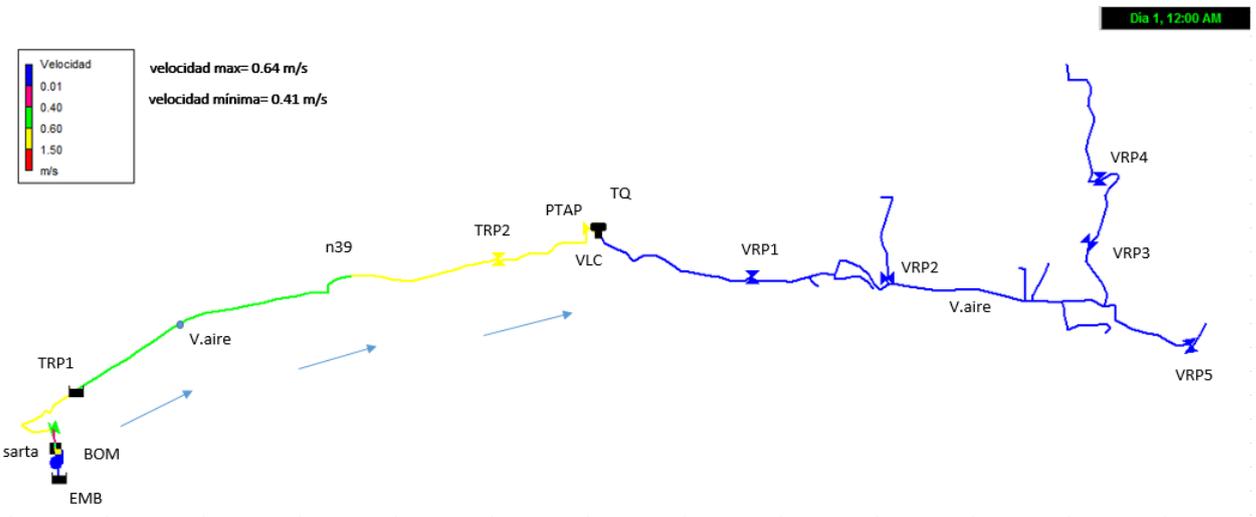


figura 28: Variación de velocidades en el sistema hidráulico sin consumo



4.5.5.2. Línea de conducción

La línea de conducción de 1,958.54 m, más 31.07 m son de tubería HG clase 40 para la columna de bombeo y la sarta, así mismo se encuentran 1958.54 m con tubería PVC SDR 26 ASTM 2241 para la línea de impulsión. Las tuberías transportan un caudal de 1 l/s, con velocidad de flujo de 0.21 m/s, 0.64 m/s y 0.41 m/s, para la columna de bombeo, sarta, línea de impulsión respectivamente y como se observa en la tabla 22.

Tabla 22: Características hidráulicas en tuberías de línea de conducción

ID Línea	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Rugosidad	Caudal (LPS)	Velocidad (m/s)	Pérdida Unit. m/km
Bomba 1	No Disponible	No Disponible	No Disponible	1	0	-25.07
Tubería columna	25.07	77.92	130	1	0.21	0.9
Tubería sarta	6	52.48	130	1	0.46	32.95
Tubería p1	10.96	44.6	150	1	0.64	10.52
Tubería p2	42.18	44.6	150	1	0.64	10.52
Tubería p3	41.61	44.6	150	1	0.64	10.52
Tubería p4	33.12	44.6	150	1	0.64	10.52
Tubería p5	31.94	44.6	150	1	0.64	10.52
Tubería P6	15.97	44.6	150	1	0.64	10.52
Tubería p7	27.23	44.6	150	1	0.64	10.52
Tubería P8	27.23	44.6	150	1	0.64	10.52
Tubería p9	19.2	44.6	150	1	0.64	10.52
Tubería p10	23.8	44.6	150	1	0.64	10.52
Tubería p11	21.62	44.6	150	1	0.64	10.52
Tubería p12	10.2	44.6	150	1	0.64	10.52
TRP1	No Disponible	55.7	No Disponible	1	0.41	5.68
Tubería 12.5	1	55.7	150	1	0.41	3.57
Tubería p13	14.59	55.7	150	1	0.41	3.55
Tubería p14	35.72	55.7	150	1	0.41	3.56
Tubería p15	33.41	55.7	150	1	0.41	3.55
Tubería p16	46.18	55.7	150	1	0.41	3.55
Tubería p17	42.77	55.7	150	1	0.41	3.56
Tubería p18	29.28	55.7	150	1	0.41	3.56
Tubería p19	26.64	55.7	150	1	0.41	3.55
Tubería p20	36.11	55.7	150	1	0.41	3.56
Tubería p21	41.29	55.7	150	1	0.41	3.56
Tubería p22	31.55	55.7	150	1	0.41	3.55
Tubería p23	44.31	55.7	150	1	0.41	3.56
Tubería p24	52.16	55.7	150	1	0.41	3.56
Tubería p25	42.33	55.7	150	1	0.41	3.56
Tubería p26	40.25	55.7	150	1	0.41	3.56
Tubería p27	40.53	55.7	150	1	0.41	3.55
Tubería p28	50.64	55.7	150	1	0.41	3.56
Tubería p29	30.55	55.7	150	1	0.41	3.55
Tubería p30	28.23	55.7	150	1	0.41	3.56
Tubería p31	34.05	55.7	150	1	0.41	3.56
Tubería p32	32.51	55.7	150	1	0.41	3.55

ID Línea	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Rugosidad	Caudal (LPS)	Velocidad (m/s)	Pérdida Unit. m/km
Tubería p33	38.14	55.7	150	1	0.41	3.55
Tubería p34	20.54	55.7	150	1	0.41	3.56
Tubería p35	24.75	55.7	150	1	0.41	3.55
Tubería p36	19.61	55.7	150	1	0.41	3.56
Tubería p37	17.16	55.7	150	1	0.41	3.56
Tubería p38	33.52	55.7	150	1	0.41	3.55
Tubería p39	49.2	44.6	150	1	0.64	10.5
Tubería p40	41.75	44.6	150	1	0.64	10.5
Tubería p41	25.97	44.6	150	1	0.64	10.5
Tubería p42	57.27	44.6	150	1	0.64	10.5
Tubería p43	22.18	44.6	150	1	0.64	10.5
Tubería p44	39.05	44.6	150	1	0.64	10.5
Tubería p45	29.32	44.6	150	1	0.64	10.5
Tubería p46	29.67	44.6	150	1	0.64	10.5
Tubería p47	27.53	44.6	150	1	0.64	10.5
Tubería p48	16.13	44.6	150	1	0.64	10.5
Tubería p49	22.58	44.6	150	1	0.64	10.5
Tubería p50	25.54	44.6	150	1	0.64	10.49
Tubería p51	18.45	44.6	150	1	0.64	10.5
Tubería p52	6.767	44.6	150	1	0.64	10.49
Tubería p53	19.23	44.6	150	1	0.64	10.5
TRP2	No Disponible	44.6	No Disponible	1	0.64	64.86
Tubería p54	27.7	44.6	150	1	0.64	10.5
Tubería p55	23.99	44.6	150	1	0.64	10.5
Tubería p56	17.14	44.6	150	1	0.64	10.49
Tubería p57	22.64	44.6	150	1	0.64	10.5
Tubería p58	59.52	44.6	150	1	0.64	10.5
Tubería p59	9.927	44.6	150	1	0.64	10.5
Tubería p60	25.72	44.6	150	1	0.64	10.49
Tubería p61	24.08	44.6	150	1	0.64	10.5
Tubería p62	25.63	44.6	150	1	0.64	10.5
Tubería p63	32.99	44.6	150	1	0.64	10.5
Tubería p64	55.69	44.6	150	1	0.64	10.5
V.LIMITADORA 1	No Disponible	44.6	No Disponible	1	0.64	46.48
Tubería p65	10	44.6	150	1	0.64	10.5
TOTAL	1964.54					

En la figura 29 se presenta el terreno natural y las líneas piezométricas observándose que la bomba genera una altura manométrica de 29.27 m, con la cual se logra la energía necesaria para impulsar el flujo desde el pozo hasta la TRP-1 ubicado en el nodo n13. En la mencionada ilustración, así como en la figura 30, también se observa que a partir de la TRP-1 en el nodo n13 se da un flujo por gravedad, donde se coloca una TRP-2 en el nodo n54, a partir del cual se dirige el flujo hasta el tanque de almacenamiento.

figura 29: Perfil de cotas en línea de conducción

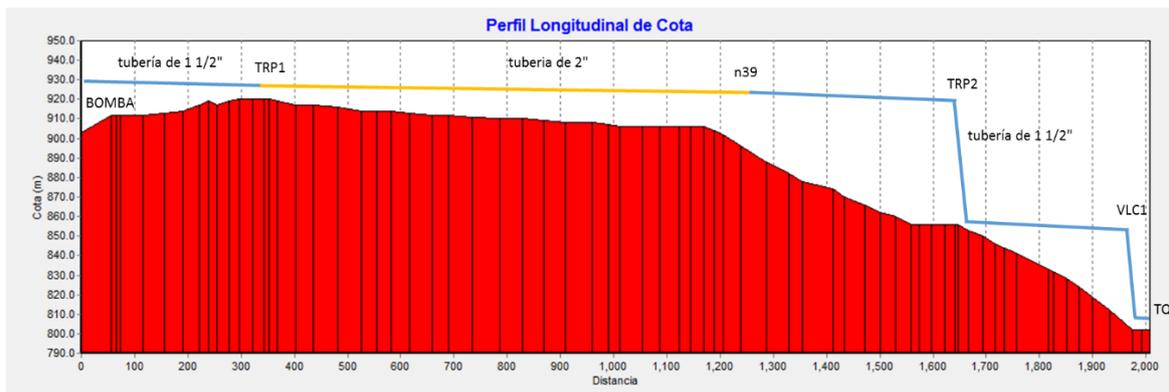
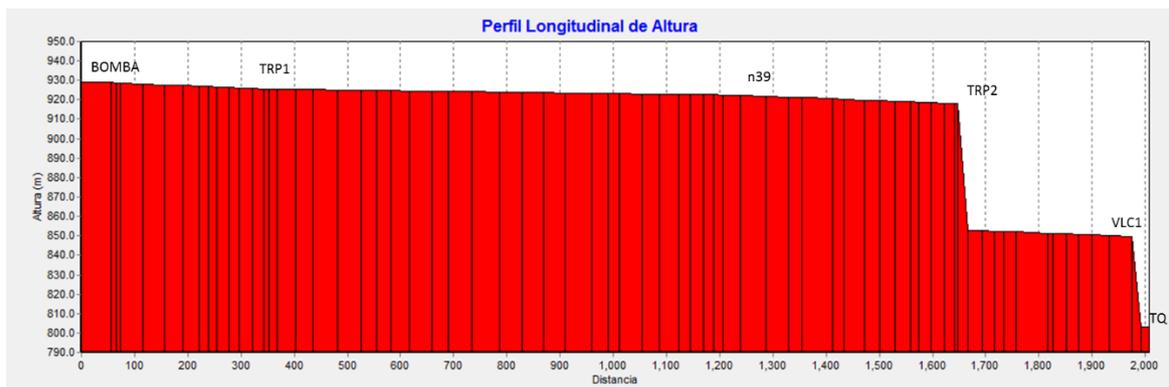


figura 30: Perfil de alturas en línea de conducción



En la figura 31 se muestran las presiones observándose al inicio del perfil en el nodo BOM1 la altura manométrica de 29.27 m generada por la bomba, así mismo en el nodo n13, se presenta una presión de en descenso que corresponde a una TRP-1 a partir del cual se inicia la conducción por gravedad donde la presión alcanza un valor máximo de 64.86 m, punto donde se coloca una TRP para alcanzar la presión atmosférica en el nodo n54, posteriormente la presión se incrementa hasta 47.52 m en el nodo n64 y luego se reduce en una válvula reductora de presión que se coloca a la entrada del tanque de almacenamiento

en el nodo TQ. En la tabla 24 se presentan las presiones de todos los nodos, así como las cotas y alturas piezométricas.

figura 31: Perfil de presiones en línea de conducción

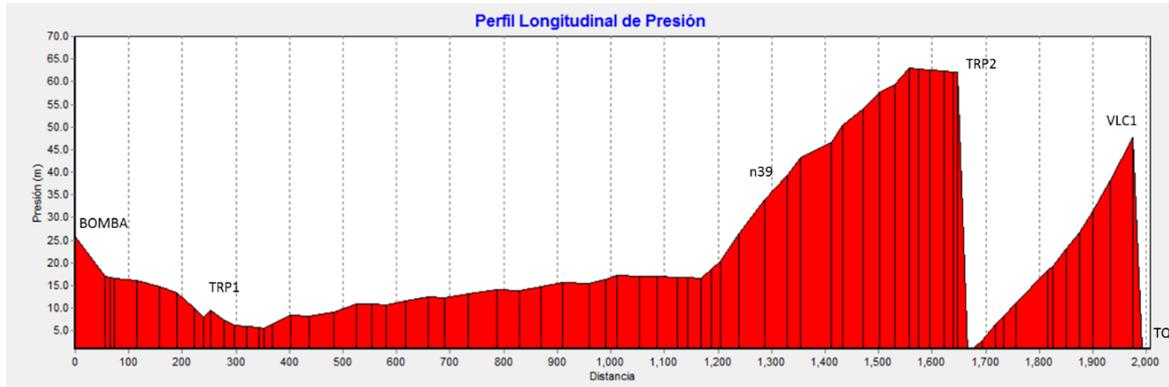


Tabla 23: Características de nodos en línea de conducción

ID Nudo	Cota (m)	Demanda (LPS)	Altura piezométrica (m)	Presión (m)
TRP 1	903.19	-1	903.19	0
Conexión BOM1	903.19	0	928.99	25.8
Conexión n1	912	0	928.97	16.97
Conexión n1S	912	0	928.77	16.77
Conexión n2	912	0	928.66	16.66
Conexión n3	912	0	928.22	16.22
Conexión n4	913	0	927.78	14.78
Conexión n5	914	0	927.43	13.43
Conexión n6	917	0	927.1	10.1
Conexión n7	919	0	926.93	7.93
Conexión n8	917	0	926.64	9.64
Conexión n9	919	0	926.36	7.36
Conexión n10	920	0	926.16	6.16
Conexión n11	920	0	925.91	5.91
Conexión n12	920	0	925.68	5.68
N13 TRP1	925.54	0	925.54	0
Conexión n13	920	0	920	0
Conexión n14	919	0	919.95	0.95
Conexión n15	917	0	919.82	2.82
Conexión n16	917	0	919.7	2.7
Conexión n17	916	0	919.54	3.54
Conexión n18	914	0	919.39	5.39
Conexión n19	914	0	919.28	5.28
Conexión n20	914	0	919.19	5.19
Conexión n21	913	0	919.06	6.06
Conexión n22	912	0	918.91	6.91
Conexión n23	912	0	918.8	6.8

ID Nudo	Cota (m)	Demanda (LPS)	Altura piezométrica (m)	Presión (m)
Conexión n24	911	0	918.64	7.64
Conexión n25	910	0	918.46	8.46
Conexión n26	910	0	918.31	8.31
Conexión n27	909	0	918.16	9.16
Conexión n28	908	0	918.02	10.02
Conexión n29	908	0	917.84	9.84
Conexión n30	907	0	917.73	10.73
Conexión n31	906	0	917.63	11.63
Conexión n32	906	0	917.51	11.51
Conexión n33	906	0	917.39	11.39
Conexión n34	906	0	917.26	11.26
Conexión n35	906	0	917.18	11.18
Conexión n36	906	0	917.1	11.1
Conexión n37	904	0	917.03	13.03
Conexión n38	902	0	916.97	14.97
Conexión n39	896	0	916.85	20.85
Conexión n40	888	0	916.33	28.33
Conexión n41	882	0	915.89	33.89
Conexión n42	878	0	915.62	37.62
Conexión n43	874	0	915.02	41.02
Conexión n44	870	0	914.79	44.79
Conexión n45	866	0	914.38	48.38
Conexión n46	862	0	914.07	52.07
Conexión n47	860	0	913.76	53.76
Conexión n48	856	0	913.47	57.47
Conexión n49	856	0	913.3	57.3
Conexión n50	856	0	913.06	57.06
Conexión n51	856	0	912.79	56.79
Conexión n52	856	0	912.6	56.6
Conexión n53	856	0	912.53	56.53
n54 TRP2	853	0	917.86	64.86
Conexión n54	853	0	853	0
Conexión n55	850	0	852.71	2.71
Conexión n56	846	0	852.46	6.46
Conexión n57	844	0	852.28	8.28
Conexión n58	841	0	852.04	11.04
Conexión n59	833	0	851.42	18.42
Conexión n60	832	0	851.31	19.31
Conexión n61	828	0	851.04	23.04
Conexión n62	824	0	850.79	26.79
Conexión n63	819	0	850.52	31.52
Conexión n64	812	0	850.17	38.17
Nudo TQVLC1	802	0	849.59	47.59

ID Nudo	Cota (m)	Demanda (LPS)	Altura piezométrica (m)	Presión (m)
Nudo TQVLC2	802	0	803.1	1.1
Depósito TQ	802	0	803	1

4.5.5.3. Red de distribución

Se diseñó una red de conducción abierta tomando en cuenta el consumo máximo horario de 1.59 l/s, conformada por 7 tramos, debido a la forma geométrica de las calles de la comunidad, la cual tiene una longitud de 3764.55 m. A continuación, se describen los tramos en que fue subdividida la red.

El caudal de diseño fue distribuido según las 3 zonas en que la población está concentrada a lo largo de los 7 tramos de la red. En la tabla 24 se muestran las 3 zonas las viviendas, caudales y nodos concentrados que fueron utilizados para la simulación con EPANET.

Tabla 24: Nudos de demanda

distribución	vivienda	caudal por zona (L/S)	caudal por nodo (L/S)	nodos
zona 1	25	0.600	0.365	c9
			0.235	r45
	2	0.030	0.030	r25.2
	6	0.100	0.100	b7
zona 2	38	0.552	0.138	d4
			0.138	e5
			0.138	f10
			0.138	r73
zona 3	27	0.310	0.155	g35
			0.155	g5
TOTAL	98	1.59	1.59	

- **Red tramo r, tramo principal**

El tramo r de la red, es el tramo principal y tiene una longitud de 2022.053 m con tubería PVC SDR 26 ASTM 2241 con diámetro comercial de 1 ½" y diámetro interno de 44.6 mm, la cual transporta un caudal máximo de 1.59 l/s, con velocidad de flujo de 1.02 m/s y un caudal mínimo de 0.14 l/s con velocidad de 0.09 m/s, siendo esta última velocidad inferior a la recomendada por la norma

NTON 09 007-19 P. 36, por lo cual en el diseño se incluirán válvulas de limpiezas para evitar la sedimentación de materiales suspendidos en el agua.

Debido a que el tramo r es el principal de la red abierta a este se conectan los siguientes 6 tramos. En la tabla 25 se presentan detalladamente todas las características hidráulicas de las tuberías expuestas al CMH.

Tabla 25: Características hidráulicas de tuberías en red tramo r, para el CMH

ID Línea	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Rugosidad	Caudal (LPS)	Velocidad (m/s)	Pérdida Unit. (m/km)
Tubería rt0.5	20	44.6	150	1.59	1.02	24.83
Tubería rt1	20.71	44.6	150	1.59	1.02	24.83
Tubería rt2	19.91	44.6	150	1.59	1.02	24.83
Tubería rt3	25.01	44.6	150	1.59	1.02	24.83
Tubería rt4	29.02	44.6	150	1.59	1.02	24.83
Tubería rt5	31	44.6	150	1.59	1.02	24.83
Tubería rt6	34.43	44.6	150	1.59	1.02	24.83
Tubería rt7	26.38	44.6	150	1.59	1.02	24.83
Tubería rt8	50.24	44.6	150	1.59	1.02	24.83
Tubería rt9	10	44.6	150	1.59	1.02	24.83
Tubería rt10	10.31	44.6	150	1.59	1.02	24.83
Tubería rt11	27.97	44.6	150	1.59	1.02	24.83
Tubería rt12	39.65	44.6	150	1.59	1.02	24.83
Tubería rt13	26.89	44.6	150	1.59	1.02	24.83
Tubería rt14	28.17	44.6	150	1.59	1.02	24.83
Tubería rt15	42.85	44.6	150	1.59	1.02	24.83
Tubería rt16	26.02	44.6	150	1.59	1.02	24.83
Válvula VRP1	Sin Valor	44.6	Sin Valor	1.59	1.02	20.67
Tubería rt17	19.36	44.6	150	1.59	1.02	24.83
Tubería rt18	50.03	44.6	150	1.59	1.02	24.83
Tubería rt19	18.39	44.6	150	1.59	1.02	24.83
Tubería rt20	10.54	44.6	150	1.59	1.02	24.83
Tubería rt21	10.01	44.6	150	1.59	1.02	24.83
Tubería rt22	8.603	44.6	150	1.59	1.02	24.83
Tubería rt23	34.63	44.6	150	1.59	1.02	24.83
Tubería rt24	11.94	44.6	150	1.59	1.02	24.83
Tubería rt24.1	23.57	44.6	150	0.03	0.02	0.02
Tubería rt24.2	15.48	44.6	150	0.03	0.02	0.01
Tubería rt25	33.33	44.6	150	1.56	1	23.97
Tubería rt26	24.3	44.6	150	1.56	1	23.97
Tubería rt27	18.76	44.6	150	1.56	1	23.97
Tubería rt28	4.274	44.6	150	1.46	0.94	21.21

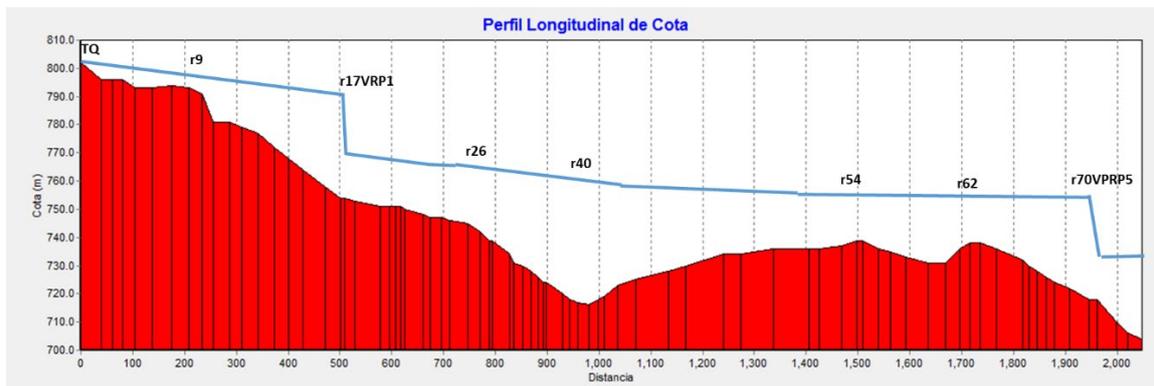
ID Línea	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Rugosidad	Caudal (LPS)	Velocidad (m/s)	Pérdida Unit. (m/km)
Tubería rt29	34.72	44.6	150	1.46	0.94	21.21
Tubería rt30	8.431	44.6	150	1.46	0.94	21.21
Tubería rt31	17.59	44.6	150	1.46	0.94	21.21
Tubería rt32	16.79	44.6	150	1.46	0.94	21.21
Tubería rt33	13.46	44.6	150	1.46	0.94	21.21
Tubería rt34	10.29	44.6	150	1.46	0.94	21.2
Tubería rt35	5.065	44.6	150	1.46	0.94	21.21
Tubería rt36	32.4	44.6	150	1.46	0.94	21.21
Tubería rt37	12.67	44.6	150	1.46	0.94	21.21
Tubería rt38	17.03	44.6	150	1.46	0.94	21.21
Tubería rt39	16	44.6	150	1.46	0.94	21.21
Tubería rt40	19.34	44.6	150	1.46	0.94	21.21
Tubería rt41	12.34	44.6	150	1.46	0.94	21.21
Tubería rt42	26	44.6	150	1.1	0.7	12.46
Tubería rt43	35.82	44.6	150	1.1	0.7	12.46
Tubería rt44	62.92	44.6	150	1.1	0.7	12.46
Tubería rt45	35.08	44.6	150	0.86	0.55	7.97
Tubería rt46	100	44.6	150	0.86	0.55	7.97
Tubería rt47	32.32	44.6	150	0.86	0.55	7.97
Tubería rt48	62.81	44.6	150	0.86	0.55	7.97
Tubería rt49	68.68	44.6	150	0.86	0.55	7.97
Tubería rt50	19.68	44.6	150	0.72	0.46	5.77
Tubería rt51	44.03	44.6	150	0.59	0.38	3.9
Tubería rt52	28.35	44.6	150	0.59	0.38	3.9
Tubería rt53	13.54	44.6	150	0.59	0.38	3.9
Tubería rt54	28.15	44.6	150	0.45	0.29	2.37
Tubería rt55	24.73	44.6	150	0.45	0.29	2.37
Tubería rt56	29.37	44.6	150	0.45	0.29	2.37
Tubería rt57	46.79	44.6	150	0.45	0.29	2.37
Tubería rt58	28.2	44.6	150	0.14	0.09	0.27
Tubería rt59	28.52	44.6	150	0.14	0.09	0.27
Tubería rt60	19.63	44.6	150	0.14	0.09	0.27
Tubería rt61	19.08	44.6	150	0.14	0.09	0.27
Tubería rt62	31.59	44.6	150	0.14	0.09	0.27
Tubería rt63	52.26	44.6	150	0.14	0.09	0.27
Tubería rt64	11.21	44.6	150	0.14	0.09	0.27
Tubería rt65	15.12	44.6	150	0.14	0.09	0.27
Tubería rt66	17.92	44.6	150	0.14	0.09	0.27
Tubería rt67	17.1	44.6	150	0.14	0.09	0.27
Tubería rt68	28.14	44.6	150	0.14	0.09	0.27
Tubería rt69	39.58	44.6	150	0.14	0.09	0.27

ID Línea	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Rugosidad	Caudal (LPS)	Velocidad (m/s)	Pérdida Unit. (m/km)
Válvula VRP5	Sin Valor	44.6	Sin Valor	0.14	0.09	21.36
Tubería rt70	38.74	44.6	150	0.14	0.09	0.27
Tubería rt71	20.91	44.6	150	0.14	0.09	0.27
Tubería rt72	27.88	44.6	150	0.14	0.09	0.27
TOTAL	2022.05					

En la figura 32 y en la tabla 26 se presenta el terreno natural y las líneas piezométricas, en la cual se observa una presión mínima de 5.38 m en el nodo r6, también en el nodo r17 se colocó una válvula rompe presión (VRP) para reducir la presión a 16.7 m, en el nodo 40 se presentó la mayor presión, la cual alcanzo un valor de 44.81 m, seguidamente se colocó otra VRP en el nodo r70 reduciendo la presión hasta 16 m terminando con una presión de 29.98 m en el nodo r73.

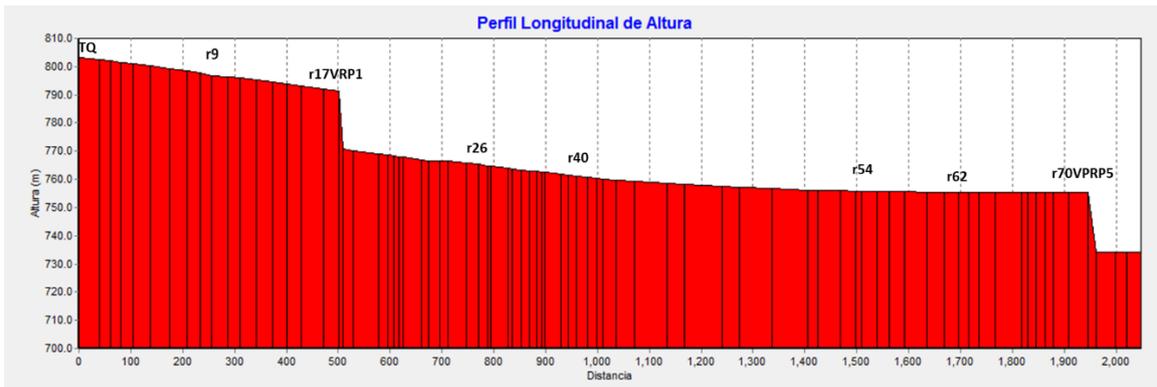
Basado en los resultados anteriores puede comprobarse que las presiones en el tramo de red r se encuentran en el rango de 5 m a 50 m recomendados por la norma NTON 09 007 19 P.36.

figura 32: Perfil de cotas en red tramo r



En la figura 33 y la tabla 26 se presentan las alturas piezométricas observándose en ella también la gradiente hidráulica y los cambios que se presentan por la presencia de 2 VRP en los nodos r17 y r70 respectivamente y las variaciones de caudales según la demanda de los ramales y nodos conectados al tramo r.

figura 33: perfil de alturas en red tramo r



En la figura 34 y en la tabla 26 se observan las presiones, notándose una presión mínima de 5.38 m en el nodo r6 y una máxima de 44.06 m, también se observan la reducción de presiones en las 2 VRP correspondientes a los nodos r17 y r70. todas las presiones cumplen con la norma NTON 09 007 19 P.36.

figura 34: Perfil de presiones en red tramo r

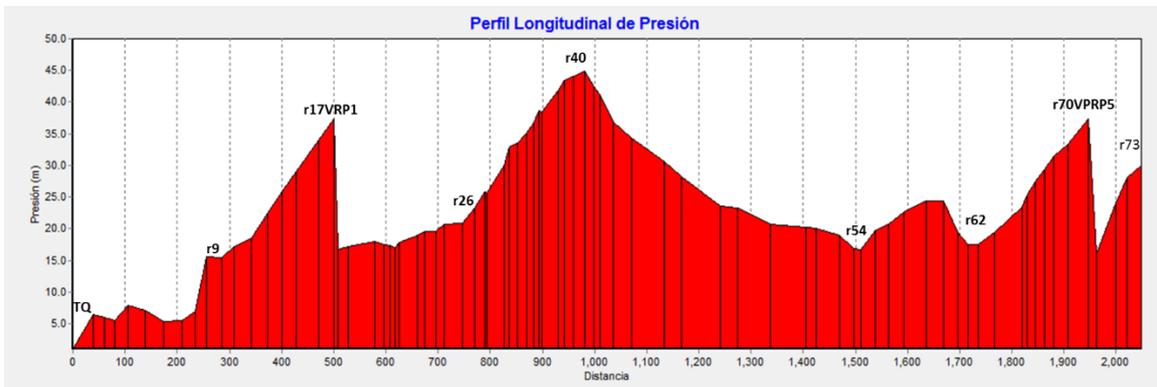


Tabla 26: Características de nudos en red tramo r

ID Nudo	Cota (m)	Demanda (LPS)	Altura piezométrica (m)	Presión (m)
Nudo r1	796	0	802.5	6.5
Nudo r2	796	0	801.99	5.99
Nudo r3	796	0	801.49	5.49
Nudo r4	793	0	800.87	7.87
Nudo r5	793	0	800.15	7.15
Nudo r6	794	0	799.38	5.38
Nudo r7	793	0	798.53	5.53
Nudo r8	791	0	797.87	6.87
Nudo r9	781	0	796.63	15.63
Nudo r10	781	0	796.38	15.38
Nudo r11	779	0	796.12	17.12
Nudo r12	777	0	795.43	18.43

ID Nudo	Cota (m)	Demanda (LPS)	Altura piezométrica (m)	Presión (m)
Nudo r13	772	0	794.44	22.44
Nudo r14	768	0	793.77	25.77
Nudo r15	764	0	793.08	29.08
Nudo r16	758	0	792.01	34.01
Nudo r17VRP1	754	0	791.37	37.37
Nudo r17	754	0	770.7	16.7
Nudo r18	753	0	770.22	17.22
Nudo r19	751	0	768.98	17.98
Nudo r20	751	0	768.52	17.52
Nudo r21	751	0	768.26	17.26
Nudo r22	751	0	768.01	17.01
Nudo r23	750	0	767.8	17.8
Nudo r24	748	0	766.94	18.94
Nudo r25	747	0	766.64	19.64
Nudo r25.1	747	0	766.64	19.64
Nudo r25.2	746	0.03	766.64	20.64
Nudo r26	745	0	765.84	20.84
Nudo r27	742	0	765.26	23.26
Nudo r28	739	0	764.81	25.81
Nudo r29	739	0	764.72	25.72
Nudo r30	734	0	763.98	29.98
Nudo r31	731	0	763.8	32.8
Nudo r32	730	0	763.43	33.43
Nudo r33	728	0	763.07	35.07
Nudo r34	726	0	762.79	36.79
Nudo r35	724	0	762.57	38.57
Nudo r36	724	0	762.46	38.46
Nudo r37	720	0	761.78	41.78
Nudo r38	718	0	761.51	43.51
Nudo r39	717	0	761.15	44.15
Nudo r40	716	0	760.81	44.81
Nudo r41	718	0	760.4	42.4
Nudo r42	719	0	760.13	41.13
Nudo r43	723	0	759.81	36.81
Nudo r44	725	0	759.36	34.36
Nudo r45	728	0.23	758.58	30.58
Nudo r46	730	0	758.3	28.3
Nudo r47	734	0	757.5	23.5
Nudo r48	734	0	757.25	23.25
Nudo r49	736	0	756.75	20.75
Nudo r50	736	0	756.2	20.2
Nudo r51	736	0	756.08	20.08

ID Nudo	Cota (m)	Demanda (LPS)	Altura piezométrica (m)	Presión (m)
Nudo r52	737	0	755.91	18.91
Nudo r53	739	0	755.8	16.8
Nudo r54	739	0	755.75	16.75
Nudo r55	736	0	755.68	19.68
Nudo r56	735	0	755.62	20.62
Nudo r57	733	0	755.55	22.55
Nudo r58	731	0	755.44	24.44
Nudo r59	731	0	755.44	24.44
Nudo r60	736	0	755.43	19.43
Nudo r61	738	0	755.42	17.42
Nudo r62	738	0	755.42	17.42
Nudo r63	736	0	755.41	19.41
Nudo r64	732	0	755.4	23.4
Nudo r65	730	0	755.39	25.39
Nudo r66	728	0	755.39	27.39
Nudo r67	726	0	755.38	29.38
Nudo r68	724	0	755.38	31.38
Nudo r69	722	0	755.37	33.37
Nudo r70VRP5	718	0	755.36	37.36
Nudo r70	718	0	734	16
Nudo r71	710	0	733.99	23.99
Nudo r72	706	0	733.98	27.98
Nudo r73	704	0.14	733.98	29.98

- **Red tramo b**

El tramo b de la red, tiene una longitud de 137.42 m con tubería PVC SDR 26 ASTM 2241 con diámetro comercial de 1 ½" y diámetro interno de 44.6 mm, la cual transporta un caudal de 0.1 l/s, con velocidad de flujo de 0.06 m/s. En la tabla 27 se presentan detalladamente todas las características hidráulicas de las tuberías.

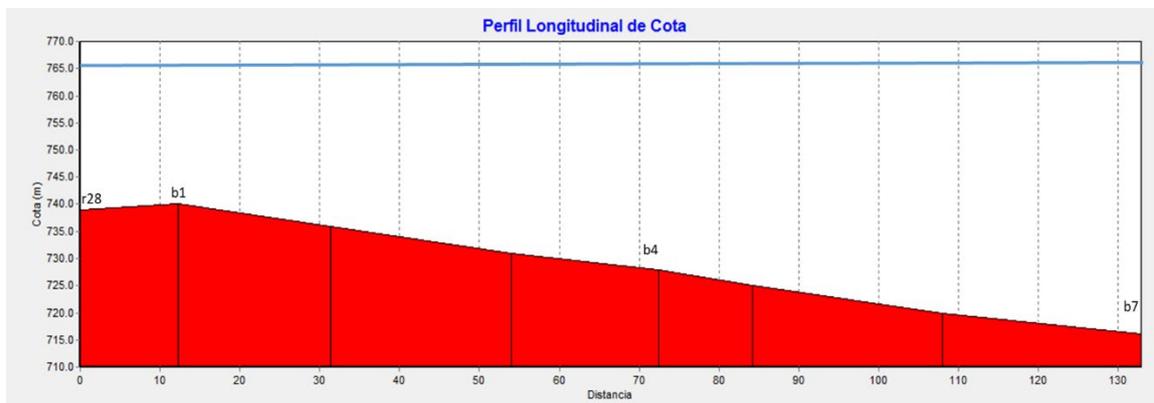
Tabla 27: Características hidráulicas de tuberías en red tramo b, para el CMH

ID Línea	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Rugosidad	Caudal (LPS)	Velocidad (m/s)	Pérdida Unit. (m/km)
Tubería bt1	12.77	44.6	150	0.1	0.06	0.15
Tubería bt2	20.14	44.6	150	0.1	0.06	0.15
Tubería bt3	23.24	44.6	150	0.1	0.06	0.15
Tubería bt4	16.91	44.6	150	0.1	0.06	0.15

ID Línea	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Rugosidad	Caudal (LPS)	Velocidad (m/s)	Pérdida Unit. (m/km)
Tubería bt5	12.75	44.6	150	0.1	0.06	0.15
Tubería bt6	24.26	44.6	150	0.1	0.06	0.15
Tubería bt7	27.35	44.6	150	0.1	0.06	0.15
TOTAL	137.42					

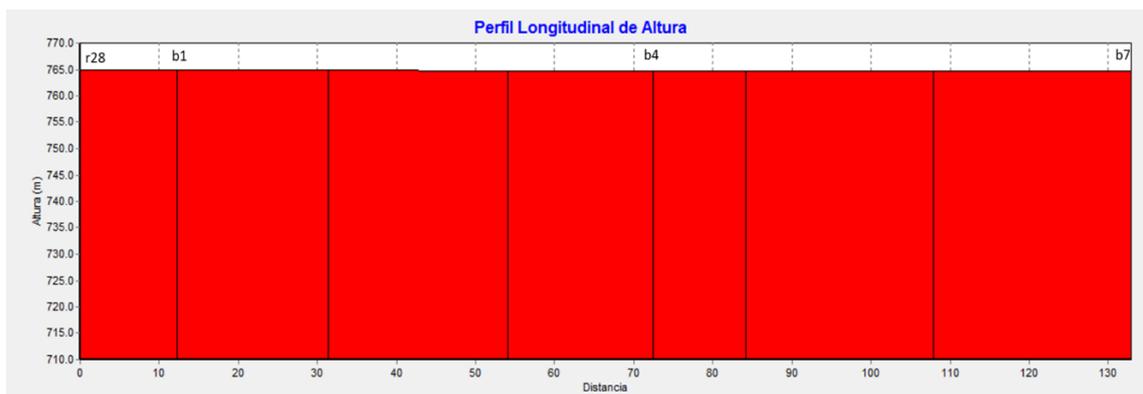
En la figura 35 y la tabla 28 se presenta el terreno natural y las líneas piezométricas, en la cual se observa una presión mínima de 24.81 m en el nodo b1, también en el nodo b7 se presentó la mayor presión, la cual alcanzo un valor de 48.79 m y corresponde a la cota más baja del terreno. Basado en los resultados anteriores puede comprobarse que las presiones en el tramo b de la red de distribución se encuentran en el rango de 5 m a 50 m recomendados por la norma NTON 09 007 19 P.36.

figura 35: Perfil de cotas en red tramo b



En la figura 36 y tabla 28 se presentan las alturas piezométricas observándose en ella también la gradiente hidráulica.

figura 36: Perfil de alturas en red tramo b



En la figura 37 y en la tabla 28 se observan las presiones, notándose una presión mínima de 24.8 m en el nodo b1 y una máxima de 36.8 m en el nodo b7, que corresponde a la cota más baja. Todas las presiones cumplen con la norma NTON 09 007 19 P.36.

figura 37: Perfil de presiones de red tramo b

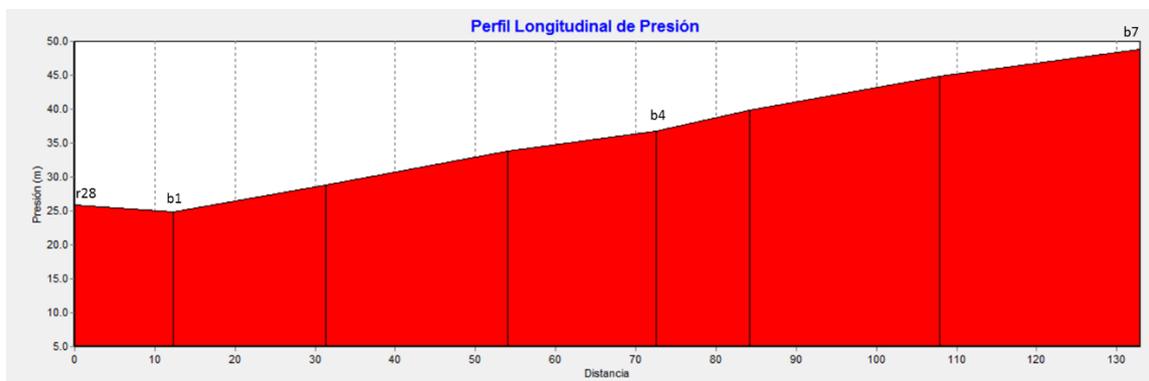


Tabla 28: Características hidráulicas de nodos en red tramo b

ID Nudo	Cota (m)	Demanda (LPS)	Altura piezométrica (m)	Presión (m)
Nudo b1	740	0	764.81	24.8
Nudo b2	736	0	764.8	28.8
Nudo b3	731	0	764.8	33.8
Nudo b4	728	0	764.8	36.8
Nudo b5	725	0	764.8	39.8
Nudo b6	720	0	764.79	44.79
Nudo b7	716	0.1	764.79	48.79

- **Red tramo c**

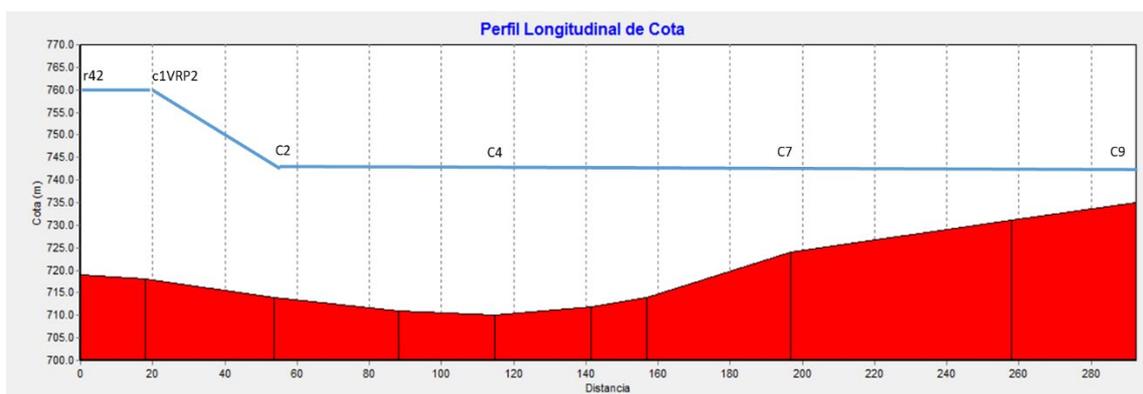
El tramo c de la red, tiene una longitud de 273.59 m con tubería PVC SDR 26 ASTM 2241 con diámetro comercial de 1 ½" y diámetro interno de 44.6 mm, la cual transporta un caudal de 0.37 l/s, con velocidad de flujo de 0.23 m/s. En la tabla 29 se presentan detalladamente todas las características hidráulicas de las tuberías.

Tabla 29: Características hidráulicas de tuberías en red tramo c, para el CMH

ID Línea	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Rugosidad	Caudal (LPS)	Velocidad (m/s)	Pérdida Unit. (m/km)
Tubería ct1	16.06	44.6	150	0.37	0.23	1.62
0000Válvula VRP2	Sin Valor	55.7	Sin Valor	0.37	0.23	17.11
Tubería ct2	16.01	44.6	150	0.37	0.23	1.62
Tubería ct3	34.68	44.6	150	0.37	0.23	1.62
Tubería ct4	26.8	44.6	150	0.37	0.23	1.62
Tubería ct5	26.58	44.6	150	0.37	0.23	1.62
Tubería ct6	15.52	44.6	150	0.37	0.23	1.63
Tubería ct7	41.24	44.6	150	0.37	0.23	1.62
Tubería ct8	60.89	44.6	150	0.37	0.23	1.62
Tubería ct9	35.81	44.6	150	0.37	0.23	1.63
TOTAL	273.59					

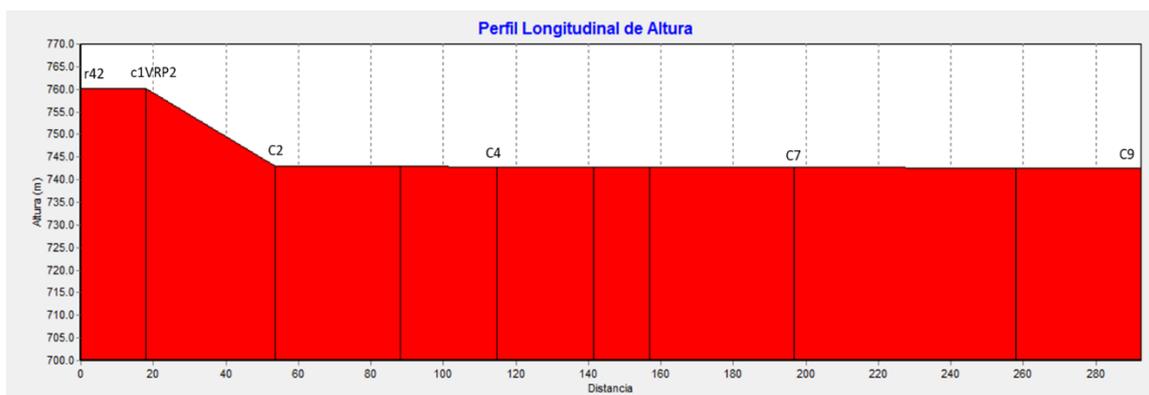
En la figura 38 se presenta el terreno natural y las líneas piezométricas, en la cual se observa una presión mínima de 7.58 m en el nodo c9, también en el nodo c1 se colocó una VRP para reducir la presión de 42.21 m a 25 m. Basado en los resultados anteriores puede comprobarse que las presiones en el tramo c de la red de distribución se encuentran en el rango de 5 m a 50 m recomendados por la norma NTON 09 007 19 P.36.

figura 38: Perfil de cotas en red tramo c



En la figura 39 se presentan las alturas piezométricas observándose en ella también la gradiente hidráulica y los cambios que se presentan por la presencia de una VRP y las variaciones de caudales de demanda.

figura 39: Perfil de alturas de red tramo c



En la figura 40 y en la tabla 30 se observan las presiones, notándose una presión mínima de 7.58 m en el nodo c9 y una máxima de 42.11 m en el nodo c1VRP2, la cual se redujo a 25 m colocando una VRP en el nodo. Todas las presiones cumplen con la norma NTON 09 007 19 P.36.

figura 40: Perfil de presiones de red tramo c



Tabla 30: Características hidráulicas de nudos en red tramo c

ID Nudo	Cota (m)	Demanda (LPS)	Altura piezométrica (m)	Presión (m)
Nudo c1VRP2	718	0	760.11	42.11
Nudo c1	718	0	743	25
Nudo c2	714	0	742.97	28.97
Nudo c3	711	0	742.92	31.92
Nudo c4	710	0	742.87	32.87
Nudo c5	712	0	742.83	30.83
Nudo c6	714	0	742.81	28.81
Nudo c7	724	0	742.74	18.74
Nudo c8	731	0	742.64	11.64
Nudo c9	735	0.37	742.58	7.58

- **Red tramo d**

El tramo d de la red, tiene una longitud de 109.034 m con tubería PVC SDR 26 ASTM 2241 con diámetro comercial de 1 ½” y diámetro interno de 44.6 mm, la cual transporta un caudal de 0.14 l/s, con velocidad de flujo de 0.09 m/s, siendo esta última velocidad inferior a la recomendada por la norma NTON 09 007-19 P. 36 por lo cual en el diseño se incluirán válvulas de limpiezas para evitar la sedimentación de materiales suspendidos en el agua. En la tabla 31 se presentan detalladamente todas las características hidráulicas de las tuberías.

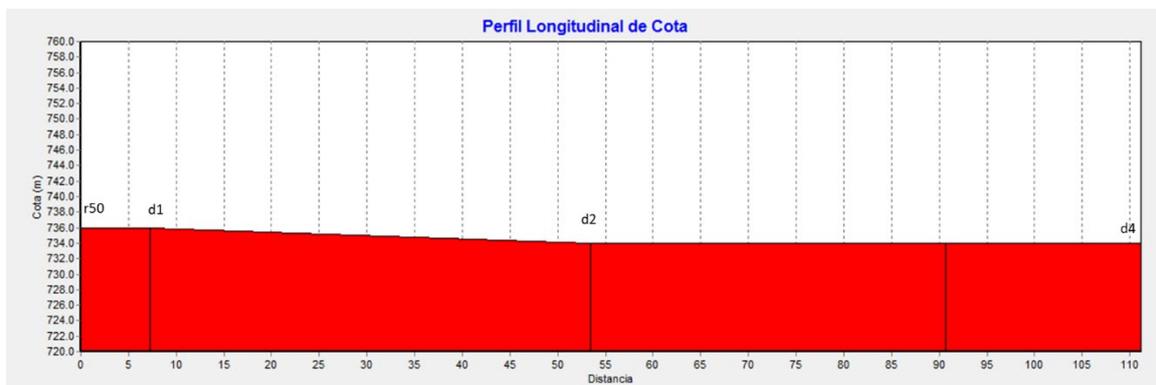
Tabla 31: Características hidráulicas de tuberías en red tramo d, para el CMH

ID Línea	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Rugosidad	Caudal (LPS)	Velocidad (m/s)	Pérdida Unit. (m/km)
Tubería dt1	5.144	44.6	150	0.14	0.09	0.27
Tubería dt2	46.14	44.6	150	0.14	0.09	0.27
Tubería dt3	37.25	44.6	150	0.14	0.09	0.27
Tubería dt4	20.5	44.6	150	0.14	0.09	0.27
TOTAL	109.03					

En la figura 41 y tabla 32 se presenta el terreno natural y las líneas piezométricas, en la cual se observa una presión mínima de 18.97 m en el nodo d1, en el nodo d2 se presentó la mayor presión, la cual alcanzo un valor de 20.96 m.

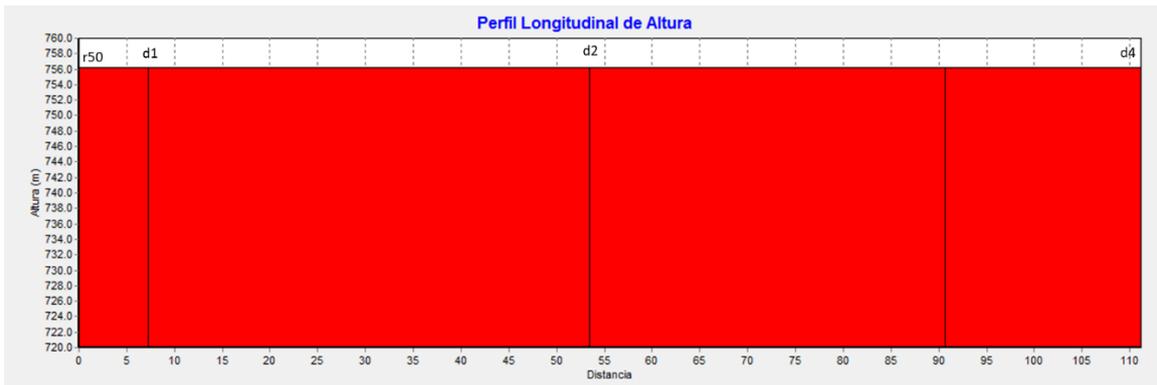
Basado en los resultados anteriores puede comprobarse que las presiones en el tramo d, la red de distribución se encuentran en el rango de 5 m a 50 m recomendados por la norma NTON 09 007 19 P.36.

figura 41: Perfil de cotas en red tramo d



En la figura 42 y tabla 32 se presentan las alturas piezométricas observándose en ella también la gradiente hidráulica.

figura 42: Perfil de alturas en red tramo d



En la figura 43 y en la tabla 32 se observan las presiones, notándose una presión mínima de 20.2 m en el nodo d1 y una máxima de 22.18 m en el nodo d2, que corresponde a la cota más baja. Todas las presiones cumplen con la norma NTON 09 007 19 P.36.

figura 43: Perfil de presiones en red tramo d

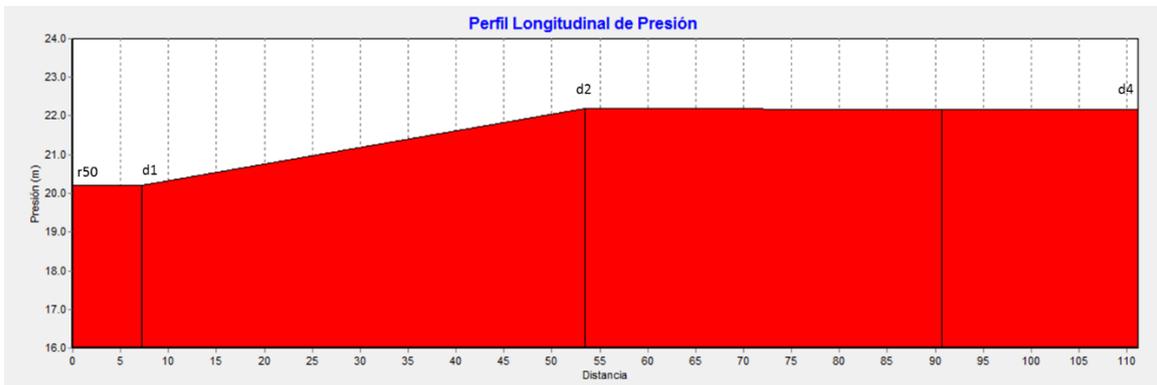


Tabla 32: Características hidráulicas de nodos en red tramo d

ID Nudo	Cota (m)	Demanda (LPS)	Altura piezométrica (m)	Presión (m)
Nudo d1	736	0	756.2	20.2
Nudo d2	734	0	756.18	22.18
Nudo d3	734	0	756.17	22.17
Nudo d4	734	0.14	756.17	22.17

- **Red tramo e**

El tramo e de la red, tiene una longitud de 120.08 m con tubería PVC SDR 26 ASTM 2241 con diámetro comercial de 1 ½" y diámetro interno de 44.6 mm, la cual transporta un caudal de 0.14 l/s con velocidad de 0.09 m/s, siendo esta última velocidad inferior a la recomendada por la norma NTOON 09 007 P.36,

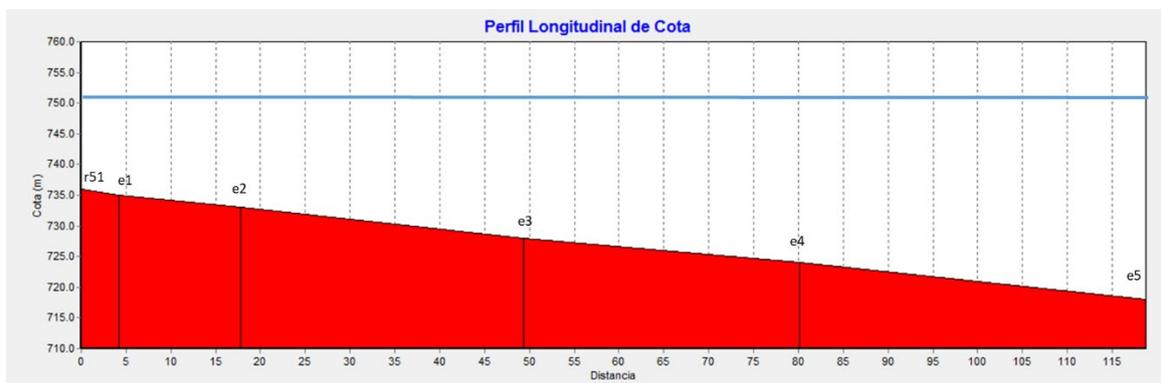
por lo cual en el diseño se incluirán válvulas de limpiezas para evitar la sedimentación de materiales suspendidos en el agua. En la tabla 33 se presentan detalladamente todas las características hidráulicas de las tuberías.

Tabla 33: Características hidráulicas de tuberías en red tramo e, para el CMH

ID Línea	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Rugosidad	Caudal (LPS)	Velocidad (m/s)	Pérdida Unit. (m/km)
Tubería et0.5	4.3	44.6	150	0.14	0.09	0.28
Tubería et1	13.67	44.6	150	0.14	0.09	0.27
Tubería et2	31.93	44.6	150	0.14	0.09	0.27
Tubería et3	31.18	44.6	150	0.14	0.09	0.27
Tubería et4	39	44.6	150	0.14	0.09	0.27
TOTAL	120.08					

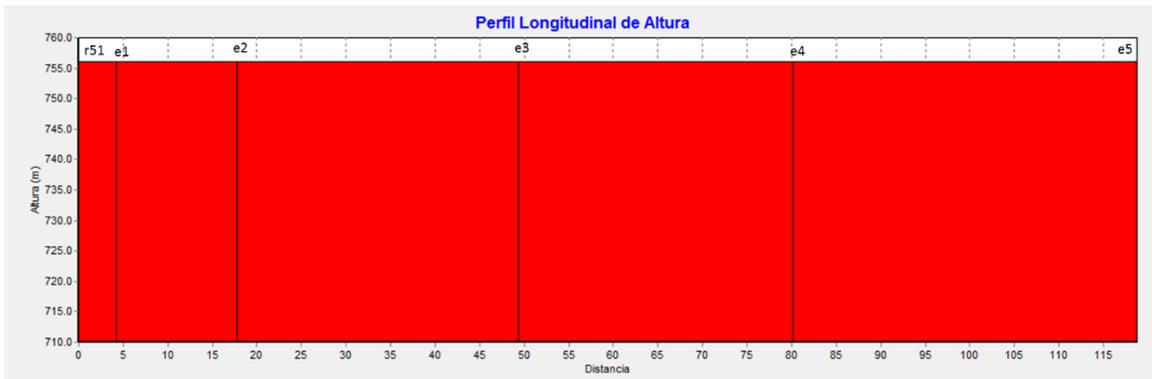
En la figura 44 y tabla 34 se presenta el terreno natural y las líneas piezométricas, en la cual se observa una presión mínima de 21.08 m en el nodo e1, en el nodo e5 se presentó la mayor presión, la cual alcanzo un valor de 38.05 m. Basado en los resultados anteriores puede comprobarse que las presiones en el tramo e de la red de distribución se encuentran en el rango de 5 m a 50 m recomendados por la norma NTON 09 007 19 P.36.

figura 44: Perfil de cotas en red tramo e



En la figura 45 y tabla 34 se presentan las alturas piezométricas observándose en ella también la gradiente hidráulica.

figura 45: Perfil de alturas en red tramo e



En la figura 46 y en la tabla 34 se observan las presiones, notándose una presión mínima de 21.08 m en el nodo e1 y una máxima de 38.05 m en el nodo e5, que corresponde a la cota más baja. Todas las presiones cumplen con la norma NTON 09 007 19 P.36.

figura 46: Perfil de presiones en red tramo e

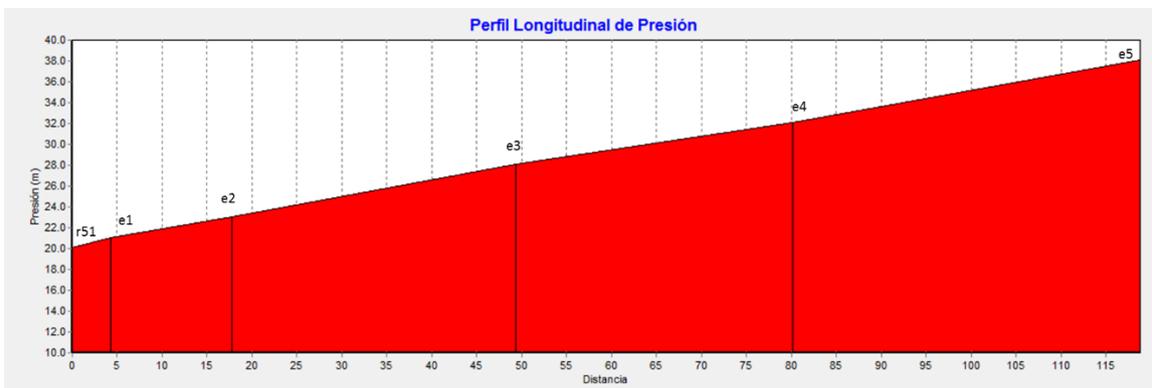


Tabla 34: Características hidráulicas de nodos en red tramo e

ID Nudo	Cota (m)	Demanda (LPS)	Altura piezométrica (m)	Presión (m)
Nudo e1	735	0	756.08	21.08
Nudo e2	733	0	756.08	23.08
Nudo e3	728	0	756.07	28.07
Nudo e4	724	0	756.06	32.06
Nudo e5	718	0.14	756.05	38.05

- **Red tramo f**

El tramo f de la red, tiene una longitud de 230.4 m con tubería PVC SDR 26 ASTM 2241 con diámetro comercial de 1 ½" y diámetro interno de 44.6 mm, la cual transporta un caudal de 0.14 l/s con velocidad de 0.09 m/s, siendo esta última velocidad inferior a la recomendada por la norma NTON 09 007 P.36 por

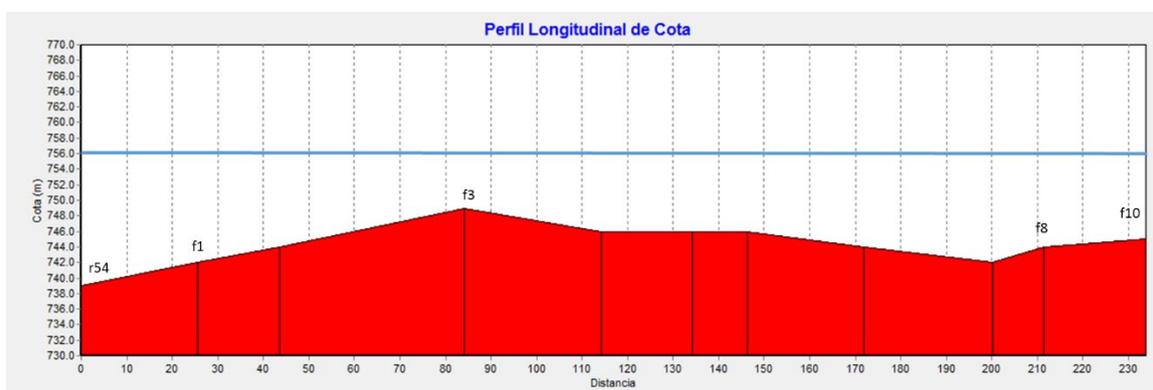
lo cual en el diseño se incluirán válvulas de limpiezas para evitar la sedimentación de materiales suspendidos en el agua. En la tabla 35 se presentan detalladamente todas las características hidráulicas de las tuberías.

Tabla 35: Características hidráulicas de tuberías en red tramo f, para el CMH

ID Línea	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Rugosidad	Caudal (LPS)	Velocidad (m/s)	Pérdida Unit. (m/km)
Tubería ft1	22.72	44.6	150	0.14	0.09	0.27
Tubería ft2	18.12	44.6	150	0.14	0.09	0.27
Tubería ft3	41.54	44.6	150	0.14	0.09	0.27
Tubería ft4	30.79	44.6	150	0.14	0.09	0.27
Tubería ft5	20.02	44.6	150	0.14	0.09	0.27
Tubería ft6	12.15	44.6	150	0.14	0.09	0.27
Tubería ft7	25.54	44.6	150	0.14	0.09	0.27
Tubería ft8	28.49	44.6	150	0.14	0.09	0.27
Tubería ft9	13.59	44.6	150	0.14	0.09	0.27
Tubería ft10	17.44	44.6	150	0.14	0.09	0.27
TOTAL	230.40					

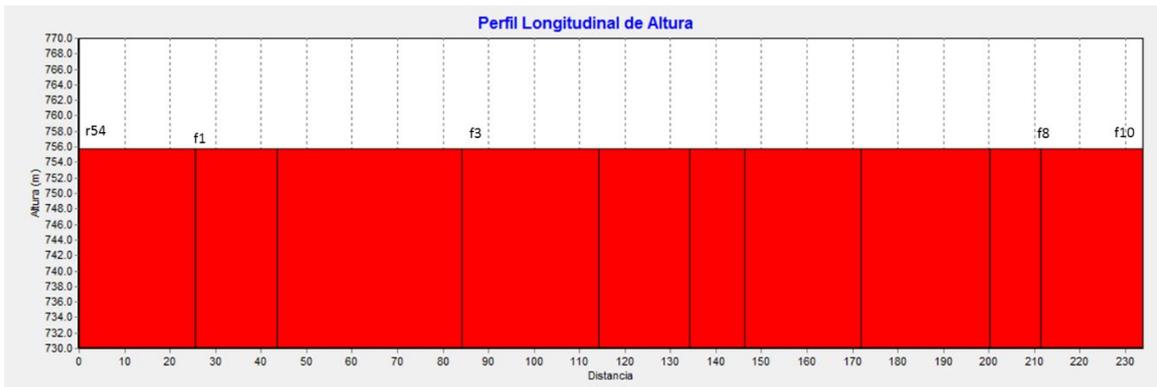
En la figura 47 y tabla 36 se presenta el terreno natural y las líneas piezométricas, en la cual se observa una presión mínima de 5.5 m en el nodo f3, en el nodo f1 se presentó la mayor presión, la cual alcanzo un valor de 12.52 m. Basado en los resultados anteriores puede comprobarse que las presiones en el tramo f de la red de distribución se encuentran en el rango de 5 m a 50 m recomendados por la norma NTON 09 007 19 P.36.

figura 47: Perfil de cotas en red tramo f



En la figura 48 y tabla 36 se presentan las alturas piezométricas observándose en ella también la gradiente hidráulica y las variaciones de caudales de demanda.

figura 48: Perfil de alturas en red tramo f



En la figura 49 y en la tabla 36 se observan las presiones, notándose una presión mínima de 6.73 m en el nodo f3 y una máxima de 13.74 m en el nodo f1, que corresponde a la cota más baja. Todas las presiones cumplen con la norma NTON 09 007 19 P.36.

figura 49: Perfil de presiones en red tramo f

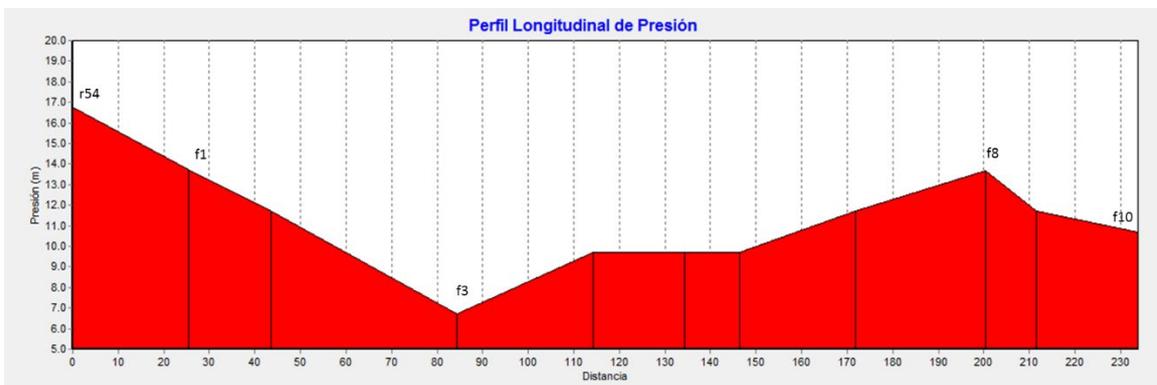


Tabla 36: Características hidráulicas de nudos en red tramo f

ID Nudo	Cota (m)	Demanda (LPS)	Altura piezométrica (m)	Presión (m)
Nudo f1	742	0	755.74	13.74
Nudo f2	744	0	755.74	11.74
Nudo f3	749	0	755.73	6.73
Nudo f4	746	0	755.72	9.72
Nudo f5	746	0	755.71	9.71
Nudo f6	746	0	755.71	9.71
Nudo f7	744	0	755.7	11.7
Nudo f8	742	0	755.7	13.7
Nudo f9	744	0	755.69	11.69
Nudo f10	745	0.14	755.69	10.69

- **Red tramo g**

El tramo g de la red tiene una longitud de 871.969 m y es el segundo en importancia, fue diseñado con tubería PVC SDR 26 ASTM 2241 con diámetro comercial de 1 ½" y diámetro interno de 44.6 mm, la cual transporta un caudal máximo de 0.31 l/s, con velocidad de flujo de 0.2 m/s y un caudal mínimo de 0.16 l/s con velocidad de 0.1 m/s, siendo esta última velocidad inferior a la recomendada por la norma NTOON 09 007 P.36, por lo cual en el diseño se incluirán válvulas de limpiezas para evitar la sedimentación de materiales suspendidos en el agua. En la tabla 37 se presentan detalladamente todas las características hidráulicas de las tuberías.

Tabla 37: Características hidráulicas de tuberías en red tramo g, para el CMH

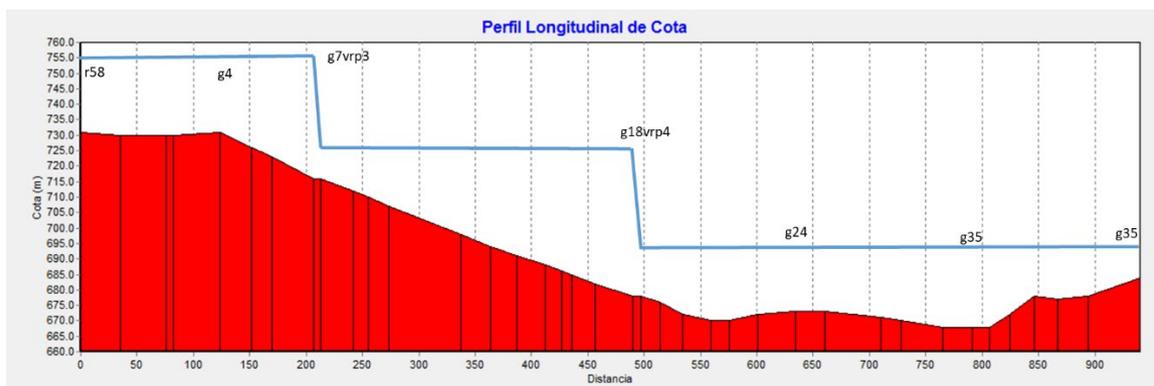
ID Línea	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Rugosidad	Caudal (LPS)	Velocidad (m/s)	Pérdida Unit. (m/km)
Tubería gt1	9.783	44.6	150	0.31	0.2	1.2
Tubería gt2	41.66	44.6	150	0.31	0.2	1.2
Tubería gt3	4.681	44.6	150	0.31	0.2	1.21
Tubería gt4	43.62	44.6	150	0.31	0.2	1.2
Tubería gt5	27.98	44.6	150	0.31	0.2	1.2
Tubería gt6	16.22	44.6	150	0.16	0.1	0.33
Tubería gt7	36.42	44.6	150	0.16	0.1	0.33
Válvula VRP3	Sin Valor	44.6	Sin Valor	0.16	0.1	29.27
Tubería gt8	31.25	44.6	150	0.16	0.1	0.33
Tubería gt9	9.524	44.6	150	0.16	0.1	0.34
Tubería gt10	19.66	44.6	150	0.16	0.1	0.33
Tubería gt11	47.25	44.6	150	0.16	0.1	0.33
Tubería gt12	42.44	44.6	150	0.16	0.1	0.33
Tubería gt13	22.34	44.6	150	0.16	0.1	0.33
Tubería gt14	25.76	44.6	150	0.16	0.1	0.33
Tubería gt15	15.6	44.6	150	0.16	0.1	0.33
Tubería gt16	7.101	44.6	150	0.16	0.1	0.34
Tubería gt17	22.04	44.6	150	0.16	0.1	0.33
Tubería gt18	31.02	44.6	150	0.16	0.1	0.33
Válvula VRP4	Sin Valor	44.6	Sin Valor	0.16	0.1	31.91
Tubería gt19	17.46	44.6	150	0.16	0.1	0.33
Tubería gt20	21.18	44.6	150	0.16	0.1	0.33
Tubería gt21	27.08	44.6	150	0.16	0.1	0.33
Tubería gt22	15.79	44.6	150	0.16	0.1	0.33
Tubería gt23	25.35	44.6	150	0.16	0.1	0.33

ID Línea	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Rugosidad	Caudal (LPS)	Velocidad (m/s)	Pérdida Unit. (m/km)
Tubería gt24	33.08	44.6	150	0.16	0.1	0.33
Tubería gt25	26.85	44.6	150	0.16	0.1	0.33
Tubería gt26	49.52	44.6	150	0.16	0.1	0.33
Tubería gt27	18.37	44.6	150	0.16	0.1	0.33
Tubería gt28	36.51	44.6	150	0.16	0.1	0.33
Tubería gt29	26.01	44.6	150	0.16	0.1	0.33
Tubería gt30	15.69	44.6	150	0.16	0.1	0.33
Tubería gt31	17.43	44.6	150	0.16	0.1	0.33
Tubería gt32	25.72	44.6	150	0.16	0.1	0.33
Tubería gt33	20.45	44.6	150	0.16	0.1	0.33
Tubería gt34	21.56	44.6	150	0.16	0.1	0.33
Tubería gt35	19.57	44.6	150	0.16	0.1	0.33
TOTAL	871.97					

En la figura 50 y tabla 38 se presenta el terreno natural y las líneas piezométricas, en la cual se observa una presión de 39.27 en el nodo g7VRP3, reduciéndose la presión en el nodo g7 mediante una VRP. A lo largo de la línea la presión volvió a incrementarse hasta un máximo de 47.91 en el nodo g18VRP4 para reducirse hasta 16 m en el nodo g18 mediante una VRP, alcanzándose una presión mínima de 9.86 en el nodo g35.

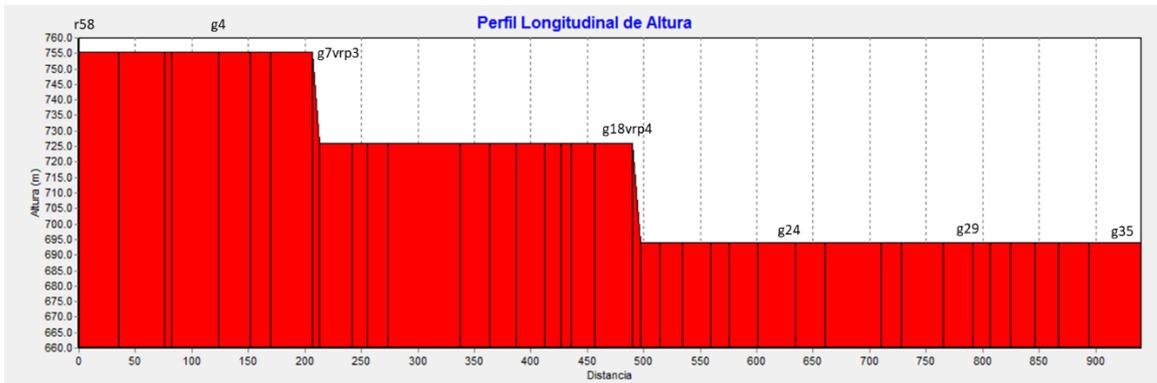
Basado en los resultados anteriores puede comprobarse que las presiones en el tramo de la red de distribución se encuentran en el rango de 5 m a 50 m recomendados por la norma NTON 09 007 19 P. 36.

figura 50: Perfil de cotas en red tramo g



En la figura 51 se presentan las alturas piezométricas observándose en ella dos VRP en los nodos g7 y g18 también la gradiente hidráulica y los cambios que se presentan por la presencia de 2 VRP y las variaciones de caudales de demanda.

figura 51: Perfil de alturas en red tramo g



En la figura 52 y en la tabla 38 se observan las presiones, notándose una presión mínima de 9.86 m en el nodo g35 y una máxima de 47.91 m en el nodo g18, también se observan la reducción de presiones en las 2 VRP correspondientes a los nodos g7 y g18. todas las presiones cumplen con la norma NTON 09 007 19 P.36.

figura 52: Perfil de presiones en red tramo

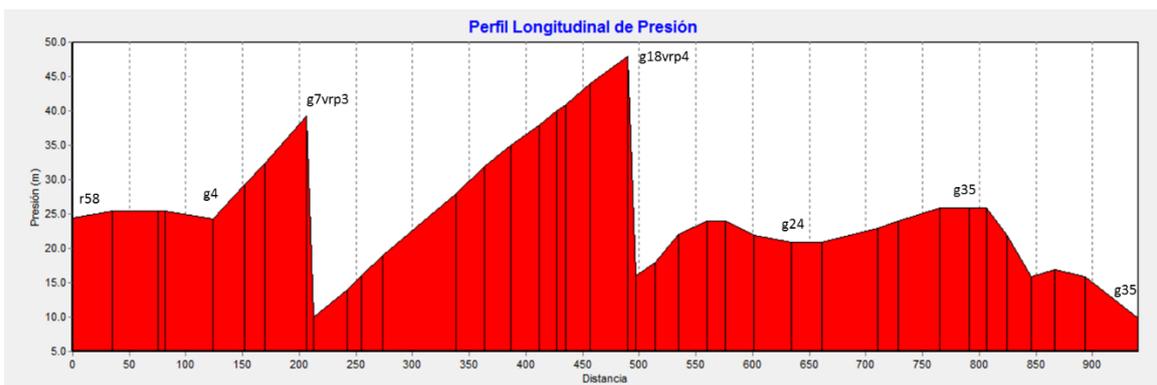


Tabla 38: Características hidráulicas de nudos en red tramo g

ID Nudo	Cota (m)	Demanda (LPS)	Altura piezométrica (m)	Presión (m)
Nudo g1	730	0	755.43	25.43
Nudo g2	730	0	755.38	25.38
Nudo g3	730	0	755.38	25.38
Nudo g4	731	0	755.32	24.32
Nudo g5	726	0.16	755.29	29.29
Nudo g6	723	0	755.28	32.28

ID Nudo	Cota (m)	Demanda (LPS)	Altura piezométrica (m)	Presión (m)
Nudo g7VRP3	716	0	755.27	39.27
Nudo g7	716	0	726	10
Nudo g8	712	0	725.99	13.99
Nudo g9	710	0	725.99	15.99
Nudo g10	707	0	725.98	18.98
Nudo g11	698	0	725.96	27.96
Nudo g12	694	0	725.95	31.95
Nudo g13	691	0	725.94	34.94
Nudo g14	688	0	725.93	37.93
Nudo g15	686	0	725.93	39.93
Nudo g16	685	0	725.93	40.93
Nudo g17	682	0	725.92	43.92
Nudo g18VRP4	678	0	725.91	47.91
Nudo g18	678	0	694	16
Nudo g19	676	0	693.99	17.99
Nudo g20	672	0	693.99	21.99
Nudo g21	670	0	693.98	23.98
Nudo g22	670	0	693.97	23.97
Nudo g23	672	0	693.96	21.96
Nudo g24	673	0	693.95	20.95
Nudo g25	673	0	693.94	20.94
Nudo g26	671	0	693.93	22.93
Nudo g27	670	0	693.92	23.92
Nudo g28	668	0	693.91	25.91
Nudo g29	668	0	693.9	25.9
Nudo g30	668	0	693.9	25.9
Nudo g31	672	0	693.89	21.89
Nudo g32	678	0	693.88	15.88
Nudo g33	677	0	693.87	16.87
Nudo g34	678	0	693.87	15.87
Nudo g35	684	0.16	693.86	9.86

4.5.6. Simulación de cloro

La simulación de cloro se hizo con una dosis de 2.1 mg/l como fue calculada en el inciso 4.4, se usó un coeficiente global con valor de menos uno debido a la presencia de hierro y manganeso, elementos que actúan en la reacción del cloro y la consecuente degradación de su efecto desinfectante.

El cloro se aplicó mediante hipoclorador de carga constante, el cual estará ubicado en el tanque de almacenamiento el cual funcionará por 9 horas consecutivas aplicando 222 gotas por minuto. En las figuras 53, 54 y 55 se presentan las concentraciones de cloro en la red de distribución en periodos de 8, 16 y 24 horas respectivamente. Se observa que a las 8 horas el cloro cumple casi la totalidad, a las 16 horas hay cobertura completa en la red, al igual que a las 24 horas, también se observa que la concentración mínima se dio a las 24 horas y su valor fue de 0.54 mg/l, este valor cumple con la norma CAPRE la cual establece que las concentraciones mínimas de cloro residual deben estar en un rango de 0.5 a 1 mg/l.

figura 53: Cloro residual a 8 horas

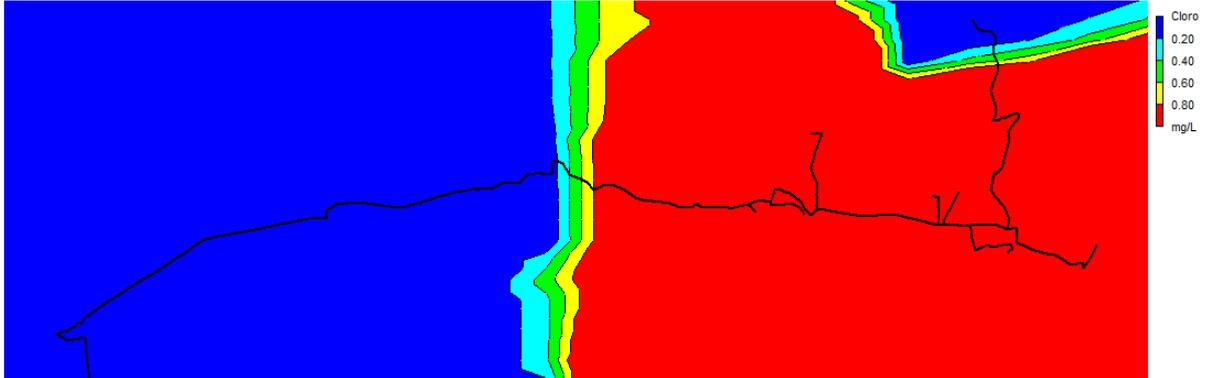


figura 54: Cloro residual a 16 horas

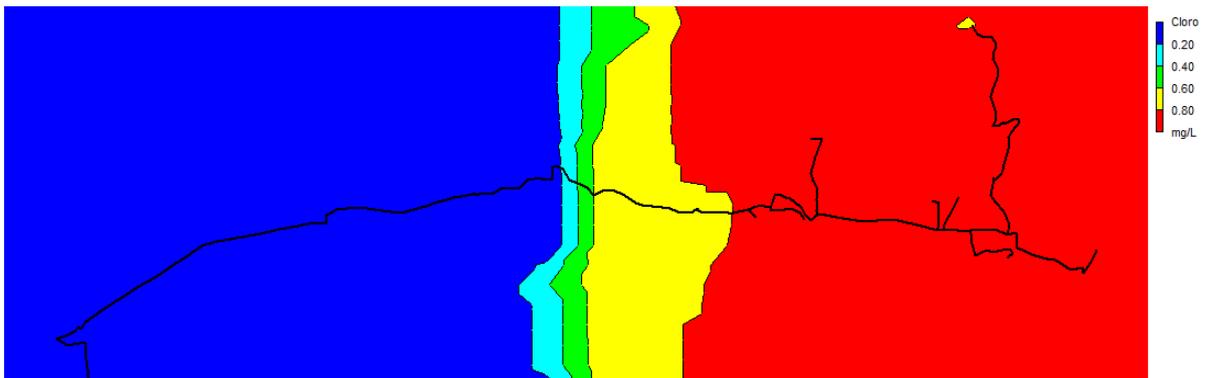
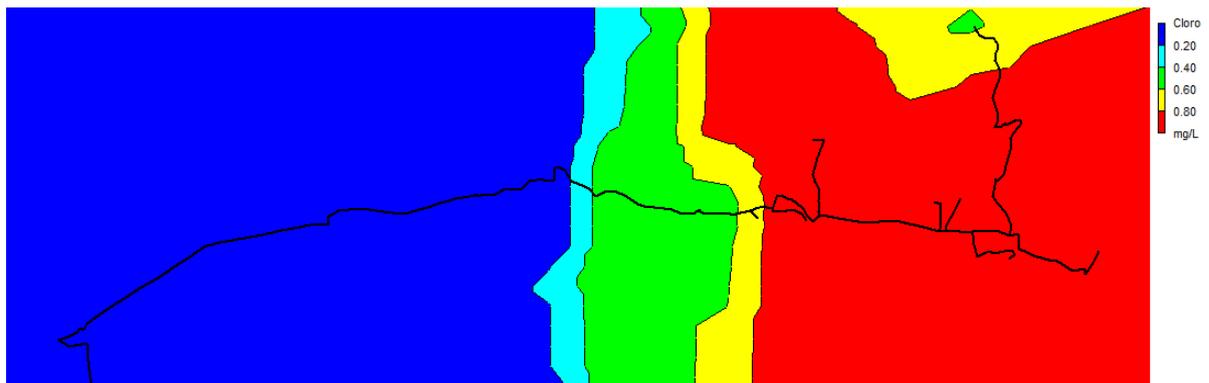


figura 55: Cloro residual a 24 horas



4.6. Presupuesto

El costo aproximado para la ejecución del proyecto sistema de agua potable y saneamiento en la comunidad La Concepción, municipio de La Trinidad, departamento de Estelí; tiene una estimación monto en córdobas de 15,426,940.77 lo que equivale a 425,101.7 dólares, a un cambio oficial de 36.29 córdobas por unidad de dólar. Los costos unitarios se obtuvieron por medio del catálogo FISE para el segundo semestre del año 2023 así mismo se estimó factor transporte, ubicación del proyecto y disponibilidad de los materiales a utilizarse para la ejecución de este, a continuación, en la tabla 39 se presenta el resumen de los costos de la obra y los cálculos pueden apreciarse en el anexo 4.

Tabla 39: Estimación de costos para el segundo semestre del año 2023

ESTIMACIONES DE COSTOS PROYECTO DE AGUA POTABLE - COMUNIDAD LA CONCEPCIÓN							
PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD LA CONCEPCIÓN, MUNICIPIO LATRINIDAD, DEPARTAMENTO ESTELÍ							
						FACTOR DE TRANSPORTE	1.0779
ETAPA	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA Y/O SUBETAPA	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	MANO DE OBRA	MATERIALES	TOTAL
310	PRELIMINARES	GBL	1.00	226,629.66	190,823.75	35,805.91	226,629.66
320	LINEA DE CONDUCCION	ML	2,574.62	1,097.13	1,198,201.05	1,626,494.70	2,824,695.75
330	RED DE DISTRIBUCION	ML	3,764.55	407.21	656,889.73	876,072.23	1,532,961.96
335	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE POLIETILENO 15,000 GALONES	GBL	1.00	243,963.68	4,136.87	239,826.81	243,963.68
340	FUENTE Y OBRAS DE TOMA POZO PERFORADO	GBL	1.00	749,599.72	442,628.03	306,971.69	749,599.72
680	POZOS PERFORADOS Y/O EXCAVADOS	GBL	1.00	240,115.22	12,498.25	227,616.97	240,115.22
	PLANTA DE PURIFICACIÓN	GBL	1	325,376.85	21,552.35	303,824.5	325,376.85
345	ESTACIÓN DE BOMBEO - AGUA POTABLE	C/U	1.00	1,367,811.45	9,670.10	1,358,141.35	1367,811.45
350	CONEXIONES	C/U	98.00	12,064.36	-	1,182,307.61	1182,307.61
365	MEDIDAS DE MITIGACION Y PREVENCION DE ACCIDENTES	GBL	1.00	90,000.00	90,000.00	-	90,000.00
370	LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA	GBL	1.00	23,880.70	9,692.00	14,188.70	23,880.70
COSTO TOTAL DIRECTO					2,636,092.05	6,171,250.25	8,807,342.55
COSTOS INDIRECTOS		16%			421,774.73	987,400.04	1,409,174.77
IMPREVISTOS		10%			263,609.21	617,125.03	880,734.23
GASTOS ADMINISTRATIVOS		10%			263,609.21	617,125.03	880,734.23
UTILIDADES		15%			395,413.81	925,687.54	1,321,101.35
SUB-TOTAL					3,980,499.0	9,318,587.88	13,299,086.87
IVA		15%			597,074.85	1,397,788.18	1,994,863.03
IM		1%			39,804.99	93,185.88	132,990.87
COSTO TOTAL DE LA OBRA					4,617,378.83	10,716,774.11	15,426,940.77

Conclusiones

- Con base en los resultados obtenidos del estudio socioeconómico, se pudo determinar que la mayor parte de la población de la comunidad La Concepción son de bajos recursos económicos, no obstante, se ha concluido mediante dichos estudios que les es posible sufragar la tarifa estipulada para el manejo y mantenimiento del MABE, por los próximos veinte años de vida útil del proyecto. Se estima que la población a servir al final del diseño será de 603 habitantes.
- Los datos topográficos obtenidos y procesados nos indican el correcto funcionamiento del MABE, el tanque de almacenamiento se ubicará en un punto que satisfaga los requerimientos técnicos del proyecto, así mismo se determinó un terreno bastante accidentado por ende es necesario ubicar válvulas de limpieza y válvulas de aire para evitar estancamientos en las tuberías.
- Según datos obtenidos en el aforo del pozo se comprobó que este compensa la demanda requerida para abastecer la población de diseño, se fijó un rendimiento máximo del acuífero de 42 gpm del cual se extraerán 20 gpm cuyo nivel estático del agua es de 8.8 metros y un nivel dinámico de 13.07 metros, recuperación que es considerada rápida.
- Mediante el análisis físico químico se encontró que los parámetros de hierro y manganeso no cumplen lo estipulado por la norma, no obstante, el agua puede ser tratada.
- La línea de conducción está compuesta por un sistema mixto de bombeo y gravedad, debido a las grandes diferencias de cotas existentes fue necesario instalar tanquillas rompe presión. En la red de distribución su diseño total fue por gravedad, se determinó que todos los datos obtenidos han cumplido con los niveles de presión y velocidades permisibles según las normas técnicas de diseño.
- El presupuesto o costo total del proyecto se ha estimado usando el catálogo de etapas y sub etapas del FISE con los costos actualizados para el segundo semestre del año 2023, tomando consideraciones tales como, ubicación del proyecto y distancias a transportar los materiales, obteniéndose un costo total de C\$15,426,940.77.

Recomendaciones

- Diseño e implementación de un programa de educación ambiental que involucre a las autoridades municipales, entidades gubernamentales, ONGs y consumidores del agua; con el propósito de promover el cuidado de los recursos hídricos en la comunidad y mitigar el daño ambiental durante y después de la ejecución del proyecto.
- Debido a la presencia de hierro y manganeso en el agua, será necesario procesarla con un sistema de aireación, filtración y desinfección para garantizar su debida potabilización.
- Es necesario una supervisión exhaustiva para garantizar que el diseño y planos propuestos se cumplan en su totalidad.
- Capacitación para los miembros del CAPS en tratamientos de agua, así como su uso y manejo con el fin de certificar agua segura para el consumo humano entre los habitantes de la comunidad.
- Es necesario considerar que los costos estipulados en el presupuesto aplican únicamente para el segundo semestre del año 2023, de no ejecutarse en esta fecha será necesario reconsiderar precios debido a la volatilidad de estos en el mercado.
- Se recomienda dar mantenimiento adecuado a todos los componentes que conforman dicho sistema, para prolongar la vida útil de estos y que alcancen ser productivos en los veinte años de diseño propuestos.

Bibliografía

- Bernis, J., & Franquet, M. (2010). *NIVELACIÓN DE TERRENOS POR REGRESIÓN TRIDIMENSIONAL*. España: UNED-Tortosa. Obtenido de eumed.net: <https://www.eumed.net/libros-gratis/2011b/967/el%20levantamiento%20topografico%20y%20la%20taquimetria.html>
- CAPRE. (1993). *Normas de calidad de agua para el consumo humano*. Santo domingo.
- CENEPRED. (2016). *Guía para elaborar el estudio socioeconómico, cultural y ambiental para el reasentamiento poblacional en zonas de muy alto riesgo no mitigable*. Lima: Biblioteca del centro nacional de estimación, prevención y reducción del riesgo de desastres.
- FAO. (2018). *encuestas de caracterización socioeconómica nacional en el sector forestal*. Roma: Estudio FAO Montes 179.
- INAA. (1999a). *Norma técnica obligatoria nicaragüense de diseño de abastecimiento de agua en medio rural*. Managua: ANA.
- INAA. (1999b). *Normas de diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable*. Managua: ANA.
- INAA. (2006). *Guías técnicas para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamiento de aguas residuales*. Managua: ANA.
- INIFOM. (2006). *Manual de presupuesto de obras municipales*. Managua: Departamento de inversión y servicios municipales.
- MIFIC. (2019). *Diseño de sistemas de agua potable NTON 09 007 19*. Managua: ANA.
- Villalva, M. A., Vargas, W. E., & Vergara, C. J. (2018). *Topografía conceptos y aplicaciones*. Colombia: ECOEEDICIONES.
- Villon Bejar, M. (2002). *Hidrología*. Cartago, Costa Rica : Instituto tecnológico de Costa Rica.

Anexos

Anexo 1: formato de encuesta tipo FISE

Esta encuesta está siendo realizada con el fin de conocer y analizar la población que habita la comunidad La Concepción, municipio de La Trinidad, departamento de Estelí, como parte del trabajo monográfico: "Diseño de sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad La Concepción-La Trinidad, departamento de Estelí."

a) Datos Personales

1. Nombre y Apellidos: _____

2. Edad: _____

3. Sexo: _____

4. N° de Encuesta: _____

b) Características de la vivienda

1. Nombre del jefe de familia: _____

2. Número de personas que habitan en la vivienda:

Niños _____ Adultos _____ Ancianos _____

3. Tenencia de la vivienda:

Propia: _____ Prestada: _____ Alquilada: _____

4. Materiales de las paredes:

Bloque: _____ Ladrillo: _____ Madera: _____ Adobe: _____

Otra: _____

5. Materiales del techo:

Zinc: _____ Teja: _____ Otro (especifique): _____

6. Material del piso:

7. Ladrillo: _____ Tierra: _____ Otro (especifique): _____

c) Economía

1. Número de personas que trabajan: _____

M _____ F _____

2. Ingresos económicos del mes:

Menos de C\$2000: _____ C\$2000-C\$4000: _____ C\$4000 a más:

3. Ocupación de personas del hogar:

Agricultura: _____ Ganadero: _____ Jornaleros: _____ Comercio:

_____ Otros: _____

4. Acceso a energía eléctrica:

Si: _____ No: _____

5. Nivel de escolaridad:

Primaria: _____ Secundaria: _____ Técnico: _____ Universidad: _____

d) Consumo de agua

1. Servicios Higiénicos:

Letrina: _____ Inodoro: _____ Otro (especifique): _____

2. Depósito de aguas servidas:

Riego: _____ Fosa: _____ La dejan correr: _____ Otro: _____

3. Servicio de agua:

Si: _____ No: _____

4. Tipo de sistema:

MAG: _____ MABE: _____ PPBM: _____ PEMBM: _____

5. Como se abastecen:

Río: _____ Quebrada: _____ Ojo de agua: _____ Lluvia: _____

6. Pagan:

Si: _____ No: _____

7. ¿Quién acarrea el agua?:

Hombres: _____ Mujeres: _____ Niños: _____

8. Tiempo invertido acarreado agua:

30 min: _____ 1 hora: _____ 2 horas: _____ Más de 2 horas:

9. ¿En qué almacenan el agua?

Barriles: _____ Bidones: _____ Pilas: _____

10. Calidad del agua consumida:

Buena: _____ Mala: _____

11. Aspecto del agua:

Mal sabor: _____ Mal olor: _____ Tiene color: _____

e) Enfermedades

1. Enfermedades más comunes:

1: _____ 2: _____ 3: _____ 4: _____

¿Quiénes las han padecido?

Niños: _____ Adultos: _____ Ancianos: _____

f) Condiciones demográficas

1. Escuela cercana:

Si: _____ No: _____

2. Acceso a la Vivienda:

Carretera: _____ Trocha: _____ Camino: _____ Otra (especifique):

Anexo 2: pruebas de bombeo



GARCIA Y ASOCIADOS S, A. (SOGASA)

Construcción de Obras Verticales y Horizontales, Vivienda, Adoquinados,
Movimiento de Tierras, Sistemas de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Pluvial,
Estructuras Metálicas, Caminos Puentes, Diseños y Supervisión

DATOS DE PRUEBA DE BOMBEO ESCALONADA (6 HORAS).

FECHA: 23 de junio del 2022.

HORA DE INICIO: 11:20 Am

LOCALIDAD: La Habana.

HORA FINAL: 12:50 Pm

MUNICIPIO: Estelí.

DIAMETRO REVESTIDO: 4" PVC SDR-26

LONGITUD DE COLUMNA: 120 pies.

DIAMETRO DEL ORIFICIO DE DESCARGA: 1 ¼ HG

PROFUNDIDAD DEL POZO: 145 pies.

NIVEL ESTÁTICO DEL AGUA: 28.9 pies.

EQUIPO DE BOMBEO: Bomba – Motor Sumergible de 3 HP, CTD = 450, Q =35gpm, 1/60/230 monofásico, Marca Franklin Electric.

HORA	TIEMPO	DESCENSO	ABATIMIENTO	Q=CAUDAL	DESCRIPCION
11:20 AM	0	28.9	0	10gpm	Los primeros 30 minutos agua limpia pero con sedimento grueso (la bomba-motor no se encontraba en la cámara de bomeo).
11:21 AM	1	28.9	0	10gpm	
11:22 AM	2	29	0.3	10gpm	
11:23 AM	3	29	0.3	10gpm	
11:24 AM	4	29	0.3	10gpm	
11:25 AM	5	29.2	0.5	10gpm	
11:26 AM	6	29.4	0.7	10gpm	
11:27 AM	7	29.4	0.7	10gpm	
11:28 AM	8	29.4	0.7	10gpm	
11:29 AM	9	29.4	0.7	10gpm	
11:30 AM	10	29.6	0.9	10gpm	
11:32 AM	12	29.6	0.9	10gpm	
11:34 AM	14	29.6	0.9	10gpm	
11:36 AM	16	29.6	0.9	10gpm	
11:38 AM	18	29.6	0.9	10gpm	
11:40 AM	20	29.6	0.9	10gpm	
11:45 AM	25	29.6	0.9	10gpm	
11:50 AM	30	29.6	0.9	10gpm	
11:55 AM	35	29.6	0.9	10gpm	
12:00 PM	40	29.6	0.9	10gpm	
12:05 PM	45	29.6	0.9	10gpm	
12:10 PM	50	29.6	0.9	10gpm	
12:15 PM	55	29.6	0.9	10gpm	
12:20 PM	60	29.6	0.9	10gpm	
12:30 PM	70	29.6	0.9	10gpm	
12:40 PM	80	29.6	0.9	10gpm	
12:50 PM	90	29.6	0.9	10gpm	



Dirección: Residencial Montecristi, de la Aguja 1 c. Abajo, 5c. al Lago, Casa Esquinera # 445.
Tels. 2293-5953, Celulares: 8993-5611; 8872-3477; 8964-3491
Correo Electrónico: so.gasa@hotmail.com
Managua, Nicaragua.



GARCIA Y ASOCIADOS S. A. (SOGASA)

Construcción de Obras Verticales y Horizontales, Vivienda, Adoquinados,
Movimiento de Tierras, Sistemas de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Pluvial,
Estructuras Metálicas, Caminos Puentes, Diseños y Supervisión

DATOS DE PRUEBA DE BOMBEO ESCALONADA (6 HORAS).

FECHA: 23 de junio del 2022.

HORA DE INICIO: 11:20 Am

LOCALIDAD: La Habana.

HORA FINAL: 12:50 Pm

MUNICIPIO: Estell.

DIAMETRO REVESTIDO: 4" PVC SDR-26

LONGITUD DE COLUMNA: 120 pies.

DIAMETRO DEL ORIFICIO DE DESCARGA: 1 1/2 HG

PROFUNDIDAD DEL POZO: 145 pies.

NIVEL ESTÁTICO DEL AGUA: 28.9 pies.

EQUIPO DE BOMBEO: Bomba – Motor Sumergible de 3 HP, CTD = 450, Q = 35gpm, 1/60/230 monofásico, Marca Franklin Electric.

HORA	TIEMPO	DESCENSO	ABATIMIENTO	Q=CAUDAL	DESCRIPCION
11:20 AM	0	28.9	0	10gpm	Los primeros 30 minutos agua limpia pero con sedimento grueso (la bomba-motor no se encontraba en la cámara de bomeo).
11:21 AM	1	28.9	0	10gpm	
11:22 AM	2	29	0.3	10gpm	
11:23 AM	3	29	0.3	10gpm	
11:24 AM	4	29	0.3	10gpm	
11:25 AM	5	29.2	0.5	10gpm	
11:26 AM	6	29.4	0.7	10gpm	
11:27 AM	7	29.4	0.7	10gpm	
11:28 AM	8	29.4	0.7	10gpm	
11:29 AM	9	29.4	0.7	10gpm	
11:30 AM	10	29.6	0.9	10gpm	
11:32 AM	12	29.6	0.9	10gpm	
11:34 AM	14	29.6	0.9	10gpm	
11:36 AM	16	29.6	0.9	10gpm	
11:38 AM	18	29.6	0.9	10gpm	
11:40 AM	20	29.6	0.9	10gpm	
11:45 AM	25	29.6	0.9	10gpm	
11:50 AM	30	29.6	0.9	10gpm	
11:55 AM	35	29.6	0.9	10gpm	
12:00 PM	40	29.6	0.9	10gpm	
12:05 PM	45	29.6	0.9	10gpm	
12:10 PM	50	29.6	0.9	10gpm	
12:15 PM	55	29.6	0.9	10gpm	
12:20 PM	60	29.6	0.9	10gpm	
12:30 PM	70	29.6	0.9	10gpm	
12:40 PM	80	29.6	0.9	10gpm	
12:50 PM	90	29.6	0.9	10gpm	



Dirección: Residencial Montecristí, de la Aguja 1 c. Abajo, 5c. al Lago, Casa Esquinera # 445.
Tels. 2293-5953, Celulares: 8993-5611; 8872-3477; 8964-3491
Correo Electrónico: so.gasa@hotmail.com
Managua, Nicaragua.



GARCIA Y ASOCIADOS S. A. (SOGASA)

Construcción de Obras Verticales y Horizontales, Vivienda, Adoquinados,
Movimiento de Tierras, Sistemas de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Pluvial,
Estructuras Metálicas, Caminos Puentes, Diseños y Supervisión

DATOS DE PRUEBA DE BOMBEO ESCALONADA (6 HORAS).

FECHA: 23 de junio del 2022.

HORA DE INICIO: 02:20 Pm

LOCALIDAD: La Habana.

HORA FINAL: 03:20 Pm

MUNICIPIO: Estelí.

DIAMETRO REVESTIDO: 4" PVC SDR-26

LONGITUD DE COLUMNA: 120 pies.

DIAMETRO DEL ORIFICIO DE DESCARGA: 1 1/4 HG

PROFUNDIDAD DEL POZO: 145 pies.

NIVEL ESTÁTICO DEL AGUA: 28.9 pies.

EQUIPO DE BOMBEO: Bomba – Motor Sumergible de 3 HP, CTD = 450, Q = 35gpm, 1/60/230 monofásico, Marca Franklin Electric.

HORA	TIEMPO	ABATIMIENTO	DESCENSO	Q=CAUDAL	DESCRIPCION
02:20 PM	0	31.4	2.7	30gpm	
02:21 PM	1	32.6	3.9	30gpm	
02:22 PM	2	33.2	4.5	30gpm	
02:23 PM	3	33.9	5.0	30gpm	
02:24 PM	4	33.9	5.0	30gpm	
02:25 PM	5	33.9	5.0	30gpm	
02:26 PM	6	33.9	5.0	30gpm	
02:27 PM	7	34	5.3	30gpm	
02:28 PM	8	34	5.3	30gpm	
02:29 PM	9	34.1	5.4	30gpm	
02:30 PM	10	34.1	5.4	30gpm	
02:32 PM	12	34.2	5.5	30gpm	
02:34 PM	14	34.3	5.6	30gpm	
02:36 PM	16	34.4	5.7	30gpm	
02:38 PM	18	34.4	5.7	30gpm	
02:40 PM	20	34.4	5.7	30gpm	
02:45 PM	25	34.4	5.7	30gpm	
02:50 PM	30	34.4	5.7	30gpm	
02:55 PM	35	34.4	5.7	30gpm	
03:00 PM	40	34.4	5.7	30gpm	
03:05 PM	45	34.4	5.7	30gpm	
03:10 PM	50	34.4	5.7	30gpm	
03:15 PM	55	34.4	5.7	30gpm	
03:20 PM	60	34.4	5.7	30gpm	



Dirección: Residencial Montecristí, de la Aguja 1 c. Abajo, 5c. al Lago, Casa Esquinera # 445.
Tels. 2293-5953, Celulares: 8993-5611; 8872-3477; 8964-3491
Correo Electrónico: so.gasa@hotmail.com
Managua, Nicaragua.



GARCIA Y ASOCIADOS S, A. (SOGASA)

Construcción de Obras Verticales y Horizontales, Vivienda, Adoquinados,
Movimiento de Tierras, Sistemas de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Pluvial,
Estructuras Metálicas, Caminos Puentes, Diseños y Supervisión

DATOS DE PRUEBA DE BOMBEO ESCALONADA (6 HORAS).

FECHA: 23 de junio del 2022.

LOCALIDAD: La Habana.

MUNICIPIO: Estelí.

LONGITUD DE COLUMNA: 120 pies.

PROFUNDIDAD DEL POZO: 145 pies.

NIVEL ESTÁTICO DEL AGUA: 28.9 pies.

EQUIPO DE BOMBEO: Bomba – Motor Sumergible de 3 HP, CTD = 450, Q =35gpm, 1/60/230 monofásico, Marca Franklin Eléctric.

HORA DE INICIO: 03:20 Pm

HORA FINAL: 04:40 Pm

DIÁMETRO REVESTIDO: 4" PVC SDR-26

DIÁMETRO DEL ORIFICIO DE DESCARGA: 1 ½ HG

HORA	TIEMPO	ABATIMIENTO	DESCENSO	Q=CAUDAL	DESCRIPCION
03:20 PM	0	34.4	5.7	40gpm	
03:21 PM	1	37.7	8.8	40gpm	
03:22 PM	2	37.7	8.8	40gpm	
03:23 PM	3	37.7	8.8	40gpm	
03:24 PM	4	37.7	8.8	40gpm	
03:25 PM	5	37.7	8.8	40gpm	
03:26 PM	6	37.7	8.8	40gpm	
03:27 PM	7	37.8	8.9	40gpm	
03:28 PM	8	37.8	8.9	40gpm	
03:29 PM	9	37.8	8.9	40gpm	
03:30 PM	10	37.8	8.9	40gpm	
03:32 PM	12	37.8	8.9	40gpm	
03:34 PM	14	37.8	8.9	40gpm	
03:36 PM	16	37.8	8.9	40gpm	
03:38 PM	18	37.8	8.9	40gpm	
03:40 PM	20	37.8	8.9	40gpm	
03:45 PM	25	38.2	9.3	40gpm	
03:50 PM	30	38.2	9.3	40gpm	
03:55 PM	35	38.2	9.3	40gpm	
04:00 PM	40	38.2	9.3	40gpm	
04:05 PM	45	38.2	9.3	40gpm	
04:10 PM	50	38.2	9.3	40gpm	
04:15 PM	55	38.2	9.3	40gpm	
04:20 PM	60	38.2	9.3	40gpm	
04:30 PM	70	38.2	9.3	40gpm	
04:40 PM	80	38.2	9.3	40gpm	



Dirección: Residencial Montecristi, de la Aguja 1 c. Abajo, 5c. al Lago, Casa Esquinera # 445.
Tels. 2293-5953, Celulares: 8993-5611; 8872-3477; 8964-3491
Correo Electrónico: so.gasa@hotmail.com
Managua, Nicaragua.



GARCIA Y ASOCIADOS S, A. (SOGASA)

Construcción de Obras Verticales y Horizontales, Vivienda, Adoquinados,
Movimiento de Tierras, Sistemas de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Pluvial,
Estructuras Metálicas, Caminos Puentes, Diseños y Supervisión

DATOS DE PRUEBA DE BOMBEO ESCALONADA (6 HORAS).

FECHA: 23 de Junio del 2022.

HORA DE INICIO: 04:40 Pm

LOCALIDAD: La Habana.

HORA FINAL: 05:20 Pm

MUNICIPIO: Estelí.

DIAMETRO REVESTIDO: 4" PVC SDR-26

LONGITUD DE COLUMNA: 120 pies.

DIAMETRO DEL ORIFICIO DE DESCARGA: 1 1/2 HG

PROFUNDIDAD DEL POZO: 145 pies.

NIVEL ESTÁTICO DEL AGUA: 28.9 pies.

EQUIPO DE BOMBEO: Bomba – Motor Sumergible de 3 HP, CTD = 450, Q = 35gpm, 1/60/230 monofásico, Marca Franklin Electric.

HORA	TIEMPO	ABATIMIENTO	DESCENSO	Q=CAUDAL	DESCRIPCION
04:40 PM	0	38.2	9.3	62gpm	
04:41 PM	1	41.6	12.9	62gpm	
04:42 PM	2	41.6	12.9	62gpm	
04:43 PM	3	41.9	13.0	62gpm	
04:44 PM	4	42.2	13.5	62gpm	
04:45 PM	5	42.3	13.6	62gpm	
04:46 PM	6	42.5	13.8	62gpm	
04:47 PM	7	42.6	13.9	62gpm	
04:48 PM	8	42.6	13.9	62gpm	
04:49 PM	9	42.6	13.9	62gpm	
04:50 PM	10	42.6	13.9	62gpm	
04:52 PM	12	42.6	13.9	62gpm	
04:54 PM	14	42.6	13.9	62gpm	
04:56 PM	16	42.6	13.9	62gpm	
04:58 PM	18	42.6	13.9	62gpm	
05:00 PM	20	42.6	13.9	62gpm	
05:05 PM	25	42.6	13.9	62gpm	
05:10 PM	30	42.6	13.9	62gpm	
05:15 PM	35	42.6	13.9	62gpm	
05:20 PM	40	42.6	13.9	62gpm	



Dirección: Residencial Montecristi, de la Aguja 1 c. Abajo, 5c. al Lago, Casa Esquinera # 445.
Tels. 2293-5953, Celulares: 8993-5611; 8872-3477; 8964-3491
Correo Electrónico: so.gasa@hotmail.com
Managua, Nicaragua.



GARCIA Y ASOCIADOS S. A. (SOGASA)

Construcción de Obras Verticales y Horizontales, Vivienda, Adoquinados,
Movimiento de Tierras, Sistemas de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Pluvial,
Estructuras Metálicas, Caminos Puentes, Diseños y Supervisión

RECUPERACION.

HORA	TIEMPO DE BOMBEO	ABATIMIENTO (PIE)	DESCENSO (PIE)	Q ^m CAUDAL (GPM)	RECUPERACION		
					TIEMPO MINUTOS	DESCENSO RESIDUAL (P)	RECUPERACION (P)
					0	42.7	13.8
					1	33	4.1
					2	32.9	4
					3	32.6	3.7
					4	32.5	3.6
					5	32.5	3.6
					6	32.5	3.6
					7	32.5	3.6
					8	32.5	3.6
					9	32.4	3.5
					10	32.3	3.4
					12	32.3	3.4
					14	32.3	3.4
					16	32.3	3.4
					18	32.1	3.2
					20	32.1	3.2
					25	31.9	3
					30	31.2	2.3
					35	30.5	1.6
					40	29.9	1
					45	29.9	1
					50	29.9	1
					55	29.9	1
					60	29.9	1
					70	29.9	1
					80	29.9	1
					90	29.9	1
					100	29.9	1
					110	29.9	1
					120	29.9	1
					150	29.9	1
					180	29.9	1
					240	29.9	1
					300	29.9	1
					360	29.9	1



Dirección: Residencial Montecristí, de la Aguja 1 c. Abajo, 5c. al Lago, Casa Esquinera # 445.
Tels. 2293-5953, Celulares: 8993-5611; 8872-3477; 8964-3491
Correo Electrónico: so.gasa@hotmail.com
Managua, Nicaragua.



GARCIA Y ASOCIADOS S. A. (SOGASA)

Construcción de Obras Verticales y Horizontales, Vivienda, Adoquinados,
Movimiento de Tierras, Sistemas de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Pluvial,
Estructuras Metálicas, Caminos Puentes, Diseños y Supervisión

DATOS DE PRUEBA DE BOMBEO CONTINUA (24 HORAS).

FECHA: 24-25 de junio del 2022.

HORA DE INICIO: 11:20 Pm

LOCALIDAD: La Habana.

HORA FINAL: 11:20 Pm

MUNICIPIO: Estell.

DIAMETRO REVESTIDO: 4" PVC SDR-26

LONGITUD DE COLUMNA: 120 pies.

DIAMETRO DEL ORIFICIO DE DESCARGA: 1 1/2 HG

PROFUNDIDAD DEL POZO: 145 pies.

NIVEL ESTÁTICO DEL AGUA: 28.9 pies.

EQUIPO DE BOMBEO: Bomba – Motor Sumergible de 3 HP, CTD = 450, Q = 35gpm, 1/60/230 monofásico, Marca Franklin Electric.

HORA	TIEMPO	ABATIMIENTO	DESCENSO	Q=CAUDAL	DESCRIPCION
11:20 PM	0	29.9	1.0	42gpm	
11:21 PM	1	36.3	8.6	42gpm	
11:22 PM	2	36.3	8.6	42gpm	
11:23 PM	3	36.3	8.6	42gpm	
11:24 PM	4	36.3	8.6	42gpm	
11:25 PM	5	36.3	8.6	42gpm	
11:26 PM	6	36.3	8.6	42gpm	
11:27 PM	7	36.5	8.8	42gpm	
11:28 PM	8	36.5	8.8	42gpm	
11:29 PM	9	36.5	8.8	42gpm	
11:30 PM	10	36.5	8.8	42gpm	
11:32 PM	12	36.5	8.8	42gpm	
11:34 PM	14	36.6	8.9	42gpm	
11:36 PM	16	36.6	8.9	42gpm	
11:38 PM	18	36.6	8.9	42gpm	
11:40 PM	20	36.6	8.9	42gpm	
11:45 PM	25	36.6	8.9	42gpm	
11:50 PM	30	36.6	8.9	42gpm	
11:55 PM	35	36.9	9.0	42gpm	
12:00 AM	40	36.9	9.0	42gpm	
12:05 AM	45	36.9	9.0	42gpm	
12:10 AM	50	36.9	9.0	42gpm	
12:15 AM	55	36.9	9.0	42gpm	
12:20 AM	60	37.0	9.3	42gpm	
12:30 AM	70	37.0	9.3	42gpm	
12:40 AM	80	37.1	9.4	42gpm	
12:50 AM	90	37.1	9.4	42gpm	
01:00 AM	100	37.1	9.4	42gpm	
01:10 AM	110	37.3	9.6	42gpm	
01:20 AM	120	37.5	9.8	42gpm	



Dirección: Residencial Montecristi, de la Aguja 1 c. Abajo, 5c. al Lago, Casa Esquinera # 445.
Tels. 2293-5953, Celulares: 8993-5611; 8872-3477; 8964-3491
Correo Electrónico: so.gasa@hotmail.com
Managua, Nicaragua.



GARCIA Y ASOCIADOS S. A. (SOGASA)

Construcción de Obras Verticales y Horizontales, Vivienda, Adoquinados,
Movimiento de Tierras, Sistemas de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Pluvial,
Estructuras Metálicas, Caminos Puentes, Diseños y Supervisión

DATOS DE PRUEBA DE BOMBEO CONTINUA (24 HORAS).

FECHA: 24-25 de junio del 2022.

HORA DE INICIO: 11:20 Pm

LOCALIDAD: La Habana.

HORA FINAL: 11:20 Pm

MUNICIPIO: Estelí.

DIAMETRO REVESTIDO: 4" PVC SDR-26

LONGITUD DE COLUMNA: 120 pies.

DIAMETRO DEL ORIFICIO DE DESCARGA: 1 ¼ HG

PROFUNDIDAD DEL POZO: 145 pies.

NIVEL ESTÁTICO DEL AGUA: 28.9 pies.

EQUIPO DE BOMBEO: Bomba – Motor Sumergible de 3 HP, CTD = 450, Q = 35gpm, 1/60/230 monofásico, Marca Franklin Eléctric.

HORA	TIEMPO	ABATIMIENTO	DESCENSO	Q=CAUDAL	DESCRIPCION
01:50 AM	150	37.9	10.0	42gpm	
02:20 AM	180	38.1	10.4	42gpm	
03:20 AM	240	38.6	10.9	42gpm	
04:20 AM	300	39.2	11.5	42gpm	
05:20 AM	360	39.9	12.0	42gpm	
06:20 AM	420	40.6	12.9	42gpm	
07:20 AM	480	40.9	13.0	42gpm	
08:20 AM	540	41.0	13.3	42gpm	
09:20 AM	600	41.5	13.8	42gpm	
10:20 AM	660	42.0	14.3	42gpm	
11:20 AM	720	42.4	14.7	42gpm	
12:20 PM	780	42.9	15.0	42gpm	
01:20 PM	840	42.9	15.0	42gpm	
02:20 PM	900	42.9	15.0	42gpm	
03:20 PM	960	42.9	15.0	42gpm	
04:20 PM	1020	43.0	15.3	42gpm	
05:20 PM	1080	43.2	15.5	42gpm	
06:20 PM	1140	43.2	15.5	42gpm	
07:20 PM	1200	43.2	15.5	42gpm	
08:20 PM	1260	43.2	15.5	42gpm	
09:20 PM	1320	43.2	15.5	42gpm	
10:20 PM	1380	43.2	15.5	42gpm	
11:20 PM	1440	43.2	15.5	42gpm	



Dirección: Residencial Montecristi, de la Aguja 1 c. Abajo, 5c. al Lago, Casa Esquinera # 445.
Tels. 2293-5953, Celulares: 8993-5611; 8872-3477; 8964-3491
Correo Electrónico: so.gasa@hotmail.com
Managua, Nicaragua.



GARCIA Y ASOCIADOS S, A. (SOGASA)

Construcción de Obras Verticales y Horizontales, Vivienda, Adoquinados,
Movimiento de Tierras, Sistemas de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Pluvial,
Estructuras Metálicas, Caminos Puentes, Diseños y Supervisión

RECUPERACION.

HORA	TIEMPO DE BOMBEO	ABATIMIENTO (PIE)	DESCENSO (PIE)	Q= CAUDAL (GPM)	RECUPERACION		
					TIEMPO MINUTOS	DESCENSO RESIDUAL (P)	RECUPERACION (P)
					0	43.2	14.3
					1	33	4.1
					2	32.9	4
					3	32.6	3.7
					4	32.5	3.6
					5	32.5	3.6
					6	32.5	3.6
					7	32.5	3.6
					8	32.5	3.6
					9	32.4	3.5
					10	32.3	3.4
					12	32.3	3.4
					14	32.3	3.4
					16	32.3	3.4
					18	32.1	3.2
					20	32.1	3.2
					25	31.9	3
					30	31.2	2.3
					35	30.5	1.6
					40	29.9	1
					45	29.9	1
					50	29.9	1
					55	29.9	1
					60	29.9	1
					70	29.9	1
					80	29.9	1
					90	29.9	1
					100	29.9	1
					110	29.9	1
					120	29.9	1
					150	29.9	1
					180	29.9	1
					240	29.9	1
					300	29.9	1
					360	29.9	1



Dirección: Residencial Montecristi, de la Aguja 1 c. Abajo, 5c. al Lago, Casa Esquinera # 445.
Tels. 2293-5953, Celulares: 8993-5611; 8872-3477; 8964-3491
Correo Electrónico: so.gasa@hotmail.com
Managua, Nicaragua.

Interpretación de Resultados

Prueba de Bombeo Escalonadas (6 Horas) y continua (24 Horas).

Abatimiento en Pies.

Caudal	Tiempo de Bombeo	NEA	Abatimiento	Estabilidad	Observaciones
10 gpm	1.5 horas	28.9	0.9	29.6	Agua Turbia los primeros 30 minutos de bombeo.
20 gpm	1.5 horas	29.6	2.7	31.4	Agua Limpia y Cristalina.
30 gpm	1 horas	31.4	5.7	34.4	Agua Limpia y Cristalina.
40 gpm	1.3 horas	34.4	9.3	38.2	Agua Limpia y Cristalina.
62 gpm	0.7 horas	38.2	13.9	42.6	Agua Limpia y Cristalina.
42 gpm	24 horas	29.9	15.5	43.2	Agua Limpia y Cristalina.

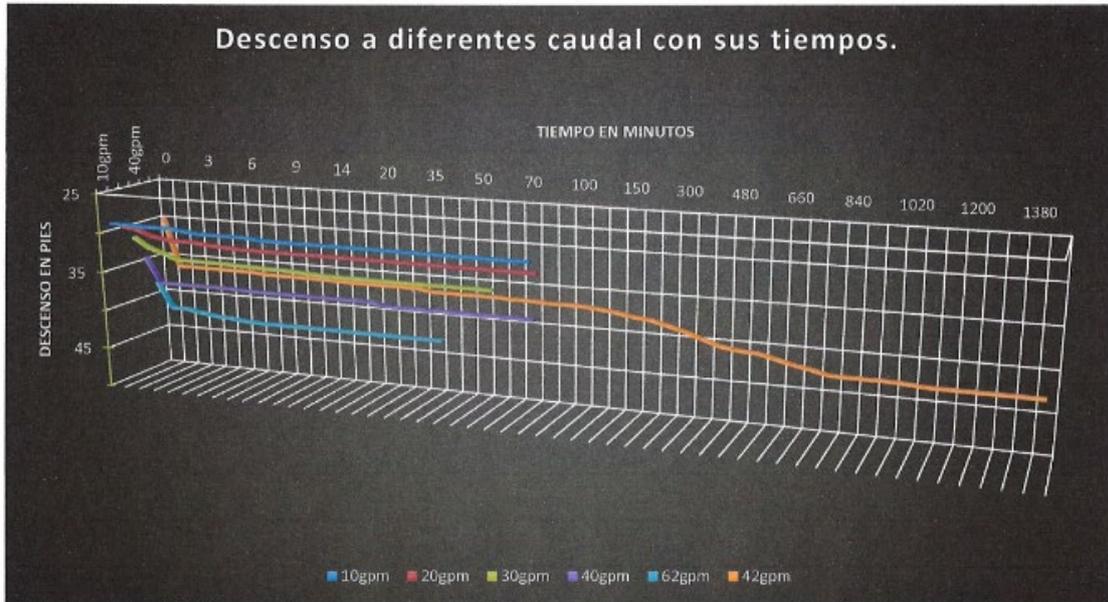
Tipo de Prueba	Galones por minuto	Tiempo de la Prueba	Galones
A - Escalonada	10 gpm	1.5 horas (90 minutos)	900 gls
B - Escalonada	20 gpm	1.5 horas (90 minutos)	1,800 gls
C - Escalonada	30 gpm	1 hora (60 minutos)	1,800 gls
D - Escalonada	40 gpm	1.3 horas (80 minutos)	3,200 gls
E - Escalonada	62 gpm	0.7 hora (40 minutos)	2,480 gls
CONTINUA	42 gpm	24 horas (1440 minutos)	60,480 gls
Total =		30 Horas (1,800 minutos)	70,660 gls





GARCIA Y ASOCIADOS S, A. (SOGASA)

Construcción de Obras Verticales y Horizontales, Vivienda, Adoquinados,
Movimiento de Tierras, Sistemas de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Pluvial,
Estructuras Metálicas, Caminos Puentes, Diseños y Supervisión



En el grafico es notable que el mayor descenso es sometido a 42 gpm debido al periodo de bombeo.



La recuperación del pozo no se completo pasados los 360 minutos de monitoreo debido a que llevo a su NEA real el excedente era por suspensión superficial.

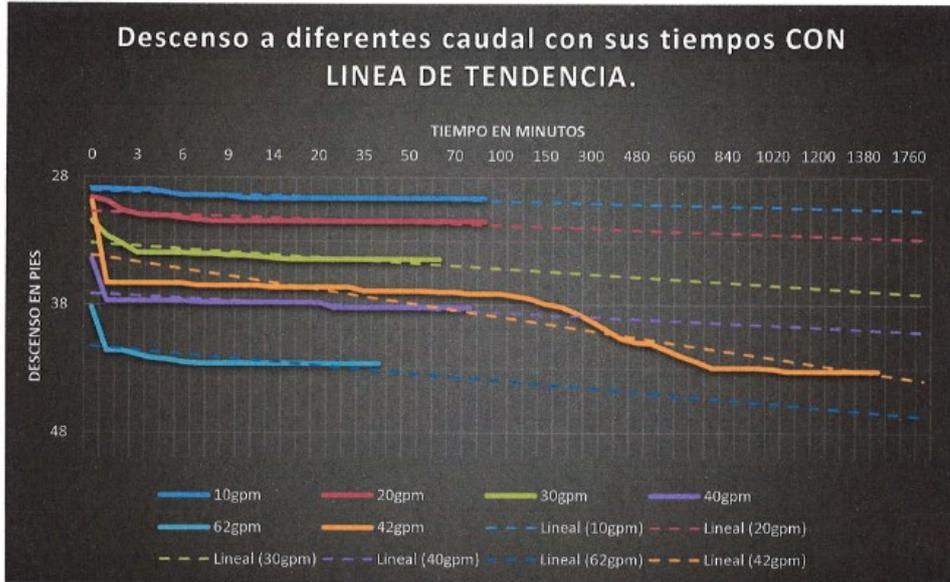
Dirección: Residencial Montecristi, de la Aguja 1 c. Abajo, 5c. al Lago, Casa Esquinera # 445.
Tels. 2293-5953, Celulares: 8993-5611; 8872-3477; 8964-3491
Correo Electrónico: so.gasa@hotmail.com
Managua, Nicaragua.



GARCIA Y ASOCIADOS S. A. (SOGASA)

Construcción de Obras Verticales y Horizontales, Vivienda, Adoquinados,
Movimiento de Tierras, Sistemas de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Pluvial,
Estructuras Metálicas, Caminos Puentes, Diseños y Supervisión

Las líneas de tendencia muestran con respecto a los tiempos un descenso más uniforme en los caudales escalonados sin embargo su bombeo eficiente es de 42 gpm.



CONCLUSIONES

- Las pruebas de bombeo en pozo conocido "POZO ESCUELA LA HABANA" nos brinda el siguiente comportamiento:

Caudal	Tiempo de Bombeo	NEA (Pies)	Abatimiento (pies)	Profundidad NDA (Pies)	Observaciones
10 gpm	1.5 horas	28.9	0.9	29.6	Agua Limpia
20 gpm	1.5 horas	29.6	2.7	31.4	Agua Limpia
30 gpm	1.0 horas	31.4	5.7	34.4	Agua Limpia
40 gpm	1.3 horas	34.4	9.3	38.2	Agua Limpia
62 gpm	0.7 horas	38.2	13.90	42.6	Agua Limpia
42 gpm	24 horas	29.9	15.50	43.2	Agua Limpia

Nota: NEA: Nivel Estático del Agua.

NDA: Nivel Dinámico del Agua.

- El rendimiento del acuífero del "POZO ESCUELA LA HABANA" es de **42 gpm**.
- La recuperación del NEA es rápida, en una hora recupero 12.80 pies.
- La estructura del pozo perforado carece en tubo engravador y tubo piezométrico. Con la limpieza y desarrollo efectuada por 6 horas se garantizo abertura de fisura en la roca, limpieza del agua y recomodo del filtro de grava.
- El nivel dinámico del agua (NDA) es de 28.90 pies con un caudal de 42 gpm, siendo su rebajamiento de 14.30 pies. Este Acuífero pude entregar más 30 gpm por más de 2 horas.

RECOMENDACIONES

- Aunque el rendimiento del pozo es de 42 gpm, debe monitorearse constantemente y evaluar el comportamiento con respecto a los resultados obtenidos.
- Cuando el pozo sea sometido a explotación, establecer un régimen de bombeo que incluya: Registro mensuales de los niveles de agua, horas de bombeo, caudal extraído y análisis de calidad de agua físico-químico en dos épocas del año (invierno y verano).
- Evitar la construcción de letrina en las cercanías del pozo en una distancia de 50 metros de radio.
- Evitar la construcción de pozo en un perímetro de 500 metros.
- El equipo de bombeo debe ser adecuado al caudal de explotación (42 gpm) y diámetro de ademe del pozo (escaso 4 pulgadas) y este equipo debe ubicar a 80 pies de profundidad.
- Equipar el pozo con tubo engravador y tubo piezométrico.



Dirección: Residencial Montecristó, de la Aguja 1 c. Abajo, 5c. al Lego, Casa Esquinera # 445
Tels. 2293-5953, Celulares: 8993-5611; 8872-3477; 8964-3491
Correo Electrónico: so.gasa@hotmail.com
Managua, Nicaragua.

Anexo 3: exámenes de calidad de agua



GARCIA Y ASOCIADOS S. A. (SOGASA)

Construcción de Obras Verticales y Horizontales, Vivienda, Adoquinados,
Movimiento de Tierras, Sistemas de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Pluvial,
Estructuras Metálicas, Caminos Puentes, Diseños y Supervisión

TABLA COMPARATIVA ENTRE LOS RESULTADOS DE LOS PARAMETROS DEL AGUA EXTRAIDA DE FUENTE SUBTERRANEA "Pozo Perforado "Escuela La Habana" Comunidad La Habana

Fuente Subterránea "Pozo Perforado "Escuela La Habana" Comunidad La Habana.

Parámetro	Parámetro del Agua de fuente Pozo "Escuela Habana" (Resultados del laboratorio BENGOCHEA S.A.)	NORMA NTON 05 007-98, Categoría 1A	NORMA CAPRE, Valor recomendado	CUMPLE / NO CUMPLE
Sodio	22.45 mg/l	200 mg/l	25 mg/l	Cumple
Potasio	0.54 mg/l	-	10 mg/l	Cumple
Calcio	63.90 mg/l	-	200 mg/l	Cumple
Magnesio	9.96 mg/l	-	30 mg/l	Cumple
Carbonatos	0.00 mg/l	-	-	Sin referencia
Bicarbonatos	252.91 mg/l	-	-	Sin referencia
Sulfatos	26.16 mg/l	250 mg/l	400.0 mg/l	Cumple
Cloruros	6.20 mg/l	250 mg/l	25.0 mg/l	Cumple
PH	7.72	Min. 6.0 y max 8.5		Cumple
Conductividad eléctrica	448.0 µS/cm	-	No aplicable	Cumple
Nitritos	0.08 mg/l	10.0 mg/l	25.0 mg/l	Cumple
Nitratos	3.10 mg/l		0.1 A 3.0 mg/l	Cumple
Dureza como carbonato de Calcio	201.0 mg/l	400 mg/l	1,000 mg/l	Cumple
Solidos Disueltos	367.50 mg/l		500 a 1500 mg/l	Cumple
Fluor	ND	Min. 0.7 y max 1.5	Min. 0.7 y máx. 1.5	Cumple
Color	ND	<15 U Pt-Co	1.0 Pt-Co	Cumple
Turbiedad	ND	<5 UNT	1 UNT	Cumple
Manganeso	0.23 mg/g	0.1 mg/l	0.1 a 0.50 mg/l	No Cumple
Hierro Total	0.83 mg/l	0.3 mg/l		No Cumple
Cianuro	ND mg/l	-	-	Sin referencia
Amonio	ND	-	-	Sin referencia
Arsénico total	0.31E-03		0.01 mg/l	Cumple
Coliformes totales	>8 NMP/100 ml	2000 NMP/100 ml	Ausencia	Cumple
Coliformes Fecales	1.1 NMP/100 MI	2000 NMP/100 ml	Ausencia	Cumple
Escherichia coli	1.1 NMP/100 MI	Ausencia	Ausencia	No Cumple

Nota: NC: No cuantificado, ND: No Detectado.

Por tanto, se concluye que: Los resultados del análisis físico-químico, análisis bacteriológico y de arsénico, obtenidos en la muestra de agua subterránea: "Pozo Perforado "Escuela La Habana" comunidad La Habana", indican que el recurso hídrico corresponde a Aguas Dura que desde el punto

Dirección: Residencial Montecristi, de la Aguja 1 c. Abajo, 5c. al Lago, Casa Esquinera # 445.
Tels. 2293-5953, Celulares: 8993-5611; 8872-3477; 8964-3491
Correo Electrónico: so.gasa@hotmail.com
Managua, Nicaragua.





LABORATORIOS BENGOCHEA, S.A.
 Km. 5 1/2 Carretera a Masaya, Managua, Nicaragua.
 Teléfono: 2277-2145 FAX: 2277-2144
 Web: www.labbengoechea.com.ni

CODIGO: LB-PG-7.8. R01
 REVISIÓN: 06
 FECHA: 2022/03/28
 Página 1 de 2

TITULO: INFORME DE RESULTADOS FISICOQUÍMICOS

LABORATORIO REGISTRADO BAJO EL # 719

ANÁLISIS INDUSTRIAL #: 32097	FECHA EMISIÓN DE RESULTADOS: 02/09/2022
MUESTRA/DESCRIPCIÓN: Agua procedente de Pozo Escuela La Habana Proyecto 19887. Agua y Saneamiento Comunidad La Concepción.	FECHA DE TOMA DE MUESTRA: 14/07/2022 FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS: DEL 18/07/2022 al 23/08/2022
FECHA DE RECEPCIÓN: 15/07/2022	HORA DE TOMA DE MUESTRA: 05:02 p.m.
n/Ref. LB: 60,568	MUESTRA TOMADA POR: Ing. Jonathan Gutiérrez Avilez.
EMPRESA: García y Asociados S.A. SOGASA. Dirección: Coordenadas UTM 576705E, 1436735N Proyecto 19887 Agua y Saneamiento Comunidad La Concepción la Trinidad Estelí.	LUGAR DE TOMA DE LA MUESTRA: Pozo Escuela La Habana.
PLAN DE MUESTREO TIPO: No Aplica FRECUENCIA: No Aplica	MÉTODO DE MUESTREO: No Aplica, Muestra Tomada Por El Cliente.
ANÁLISIS SOLICITADO POR: Ing. Jonathan Gutiérrez Avilez.	TEL.: 8658-1168

ANÁLISIS FISICO-QUÍMICO PARA POTABILIDAD

RESULTADOS			Valores Guías De Potabilidad – (O.M.S.)		MÉTODO SMWW, XXIII Edición
			Máxima Aceptable	Máxima Tolerable	
PARÁMETROS	VALOR	UNIDADES			
pH	7,72	Unidades	7,0–8,5 Unidades	6,5–9,2 Unidades	4500 H* B
Conductividad 25 °C	448,0	µS/cm	No aplicable		2510 B
Sólidos Disueltos	367,5	mg/L	500 mg/L	1,500 mg/L	2540 C
Dureza Total	201,0	mg CaCO ₃ /L	300 mg/L	1,000 mg/L	2340 C
CATIONES					
Calcio	3,20 meq/L	63,90 mg/L	75 mg/L	200 mg/L	3500 Ca B
Magnesio	0,82 meq/L	9,96 mg/L	50 mg/L	150 mg/L	3500 Mg B
Sodio	0,98 meq/L	22,45 mg/L	Hasta 200 mg/L	Hasta 200 mg/L	3500 Na B
Potasio	0,01 meq/L	0,54 mg/L	No Definido	No Definido	3500 K B
	5,01 meq/L				
ANIONES					
Carbonatos	0,00 meq/L	0,00 mg CO ₃ ²⁻ /L	No Definido	No Definido	2320 B
Bicarbonatos	4,14 meq/L	252,91 mg HCO ₃ ⁻ /L	No Definido	No Definido	2320 B
Cloruros	0,18 meq/L	6,20 mg/L	200 mg/L	200– 300 mg/L	4500 Cl* B
Sulfatos	0,55 meq/L	26,16 mg/L	200 mg/L	400 mg/L	4500 SO ₄ ²⁻ E
Nitratos	0,05 meq/L	3,10 mg/L	Hasta 45 mg/L	Hasta 45 mg/L	SMWW, XIV Edic. 419 N-(NO ₃) D
	4,92 meq/L				

Análisis de Agua Claras y Residuales - Análisis Químico Industrial, Materias Primas, Proceso y Productos Terminados.
 Análisis Microbiológico en Alimentos
 Fundado en 1931



LABORATORIOS BENGOCHEA, S.A.
Km. 5 ½ Carretera a Masaya, Managua, Nicaragua.
Teléfono: 2277-2145 FAX: 2277-2144
Web: www.labbengoechea.com.ni

CODIGO: LB-PG-7.8. R01

REVISIÓN: 06

FECHA: 2022/03/28

Página 2 de 2

TITULO: INFORME DE RESULTADOS FISICOQUÍMICOS

OTROS

		L.D.				
Flúor.	N.D.	0,07	mg/L	Hasta 1,5 mg/L	Hasta 1,5 mg/L	SMWW, XIV Edic. 414 F D
Hierro Total.	0,83 mg/L	0,02	mg/L	0,3 mg/L	1 - 3 mg/L	3500 Fe B
Manganeso.	0,23 mg/L	0,09	mg/L	0,1 mg/L	0,5 mg/L	3500 Mn B
Nitritos	0,08 mg/L	0,012	mg/L	---	---	4500 NO ₂ B
Color	N.D.	0,79	Pt/Co	---	---	2120 C
Turbidez	N.D.	0,75	NTU	---	---	2130 B
Amonio	N.D.	0,08	mg/L	---	---	4500 NH ₃ F
Cianuro	N.D.	0,07	mg/L	---	---	4500 CN C
METALES PESADOS						
Arsénico	0,31 E-02 mg/L	0,70 E-03	mg/L	---	0,01 mg/L	3113 B

- ✓ Los rangos señalados son extraídos de las Guías internacionales para Aguas Potables, según la O.M.S. IV edición. Según su dureza esta agua se clasifica como: **AGUA DURA.**
- ✓ L.D.: Límite de Detección.
- ✓ N.D.: No Detectado
- ✓ Se da fé únicamente de la Muestra Presentada.
- ✓ Todos los ensayos, se realizan según los procedimientos de la SMWW XXIII Edición, excepto el Nitrato y el Flúor, los cuales se realizan conforme la SMWW XIV Edición.

FIN DE ESTE INFORME



Ing. Jorge Bengoechea C.
Gerente General
Tel. 2277-2144/45
Managua, Nicaragua

Dr. Eudoro Trejos
Gerente de Lab. Ensayo Físico Químico

Ing. Rosa María Torrez
Resp. Técnico Lab. Físico Químico



LABORATORIOS BENGOCHEA, S.A.

Km. 5 ½ Carretera a Masaya, Managua, Nicaragua.
 Teléfono: 2277-2145, 2270-0450-52 FAX: 2277-2144
 Web: www.labbengoechea.com.ni

LABORATORIO REGISTRADO BAJO EL # 719

ANÁLISIS INDUSTRIAL #: MB 32,632	FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS: 20/07/2022
MUESTRA/DESCRIPCIÓN: Agua de Pozo Escuela La Habana Coordenadas UTM 576705 E; 1436735N	FECHA DE TOMA DE MUESTRA: 14/07/2022
FECHA DE RECEPCIÓN: 15/07/2022	HORA DE TOMA DE MUESTRA: 5:12pm.
n/Ref. LB: 60569	MUESTRA TOMADA POR: Ing. Jonathan Gutierrez Avilez
EMPRESA/CLIENTE: García y Asociados. S.A. SOGASA	LUGAR DE TOMA DE LA MUESTRA: Proyecto 19887 Agua y Saneamiento Comunidad La Concepción, La Trinidad Estelí. Pozo Escuela La Habana
ANÁLISIS SOLICITADO POR: Ing. Jonathan Gutierrez	Teléf.: 8658-1168

ANÁLISIS BACTERIOLOGICO-SANITARIO

Descripción de muestra	COLIFORMES NMP/100mL	
	Confirmatoria Coliformes Totales	Confirmado Fecal E.Coli
Agua de Pozo Coordenadas UTM 576705 E; 1436735N	>8	1.1

Un NMP x 100mL de Coliformes Confirmado, menor que 1.1 es satisfactoria para consumo humano.

NMP x 100 mL. significa : Número más probable de bacterias en referencia contenidas en 100 mL. de la muestra.

Método SMWW XXIII Edi. 9221 B, 9221C. (5 x 20ml)
 Normas O.M.S. III ed. Vigente.

Se da fe únicamente de la muestra presentada.

Ing. Jorge Bengoechea C.
 Gerente General
 cc:archivo.
 JR/mme.



Análisis de Agua Claras y Residuales - Análisis Químico Industrial, Materias Primas, Proceso y Productos Terminados - Análisis Microbiológico en Alimentos.
 Fundado en 1931

Anexo 4: presupuesto de proyecto de agua potable comunidad La Concepción costos correspondientes al segundo semestre del año 2023.

ESTIMACIÓN DE COSTOS DEL PROYECTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN LA COMUNIDAD LA CONCEPCIÓN								
PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD LA CONCEPCIÓN, MUNICIPIO LATRINIDAD, DEPARTAMENTO ESTELÍ								
					FACTOR TRANSPORTE		1.0779	
ETAPA	SUB ETAPA	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA Y/O SUBETAPA	UNIDAD	CANTIDAD	COSTOS			MATERIAL
					UNIT. FISE	UNITARIO	TOTAL	
310		preliminares	global	1.0	226,629.7		226,629.7	35,805.9
	1	limpieza inicial	m ²	800.0	24.2		19,384.0	0.0
	92224	limpieza manual inicial	m ²	800.0	24.2	24.2	19,384.0	
	2	trazo y nivelación	m	6,339.2	25.1		171,439.8	0.0
	92806	trazo y nivelación para tuberías (incl. estacas de madera + mano de obra topografía)	m	6,339.2	25.1	27.0	171,439.8	
	5	rótulo	c/u	1.0	33,218.2		35,805.9	35,805.9
	4277	rotulo tipo FISE de 1.22 m x 2.44 m (estructura metálica & zinc liso) con bases de concreto reforzado	c/u	1.0	33,218.2	35,805.9	35,805.9	35,805.9
320		línea de conducción	m	2,574.6			2824,695.8	1626,494.7
	1	excavación para tubería	m ³	4,730.3	127.9	127.9	605,144.7	0.0
	92227	excavación manual en terreno natural	m ³	4,730.3	127.9	127.9	605,144.7	
	15	tubería de 2" de diámetro	m	1,503.9	319.3	344.2	517,570.1	517,570.1
	96532	tubería de PVC d=2" (sdr-26) con empaque elastomérica	m	1,503.9	319.3	344.2	517,570.1	517,570.1
	14	tubería de 1 1/2" de diámetro	m	4,835.3			1011,453.5	1011,453.5

ESTIMACIÓN DE COSTOS DEL PROYECTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN LA COMUNIDAD LA CONCEPCIÓN

	96166	tubería de PVC d=1 1/2" (SDR-26) con empaque elastomérica	m	4,835.3	193.1	208.1	1006,216.7	1006,216.7
	93598	bloque de reacción de concreto c/ anclaje p/ accesorios de tubos	c/u	10.0	485.8	523.7	5,236.9	5,236.9
	11	relleno y compactación	m³	5,166.5	114.8	114.8	593,056.4	0.0
	92226	relleno y compactación manual	m ³	5,166.5	114.8	114.8	593,056.4	
	23	prueba hidrostática	c/u	21.0	648.7	648.7	13,623.1	0.0
	93282	prueba hidrostática (con bomba manual) en tubería de PVC D=hasta 4", l=hasta 300 m	c/u	21.0	648.7	648.7	13,623.1	
	25	válvulas y accesorios	c/u	15.0			97,471.1	97,471.1
	96394	codo liso de PVC D=2", 45° (SCH 40) (atm d2466) junta cementada	c/u	5.0	165.4	178.3	891.3	891.3
	94966	codo liso de PVC d=2", 90° (SCH 40) (atm d2466) junta cementada	c/u	5.0	198.1	213.6	1,067.8	1,067.8
	2269	válvula de pase de gaveta de bronce D=2" (incl. 1.00m tubería de hierro galvanizado y 4 bloques de reacción para limpieza	c/u	5.0	9,501.1	10,241.3	51,206.2	51,206.2
	3113	caja de concreto de 2500 psi sin ref. de 0.50mx0.50m, alto=0.50m/tapa lam.3/16" p/ proteger válvula	c/u	5.0	2,429.0	2,618.2	13,091.2	13,091.2
	3945	cruce de alcantarilla con tubería de hierro galvanizado D =2" (incluye pintura anticorrosiva en tubos	m	18.0	1,608.8	1,734.2	31,214.7	31,214.7

ESTIMACIÓN DE COSTOS DEL PROYECTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN LA COMUNIDAD LA CONCEPCIÓN								
330	-	red de distribución	m	3,764.6			1532,962.0	876,072.2
	1	excavación para tubería	m ³	2,551.3	127.9	127.9	326,389.1	0.0
	92227	excavación manual en terreno natural	m ³	2,551.3	127.9	127.9	326,389.1	
	14	tubería de 1 1/2" de diámetro	m	3,764.6			793,876.4	793,876.4
	96166	tubería de PVC d=1½" (sdr-26) (no incl. excavación) (junta cementada)	m	3,764.6	193.1	208.1	783,400.5	783,400.5
	93598	bloque de reacción de concreto c/ anclaje p/ accesorios de tubos	c/u	20.0	485.9	523.8	10,475.9	10,475.9
	9	relleno y compactación	m ³				321,410.4	0.0
	92226	relleno y compactación manual	m ³	2,800.0	114.8	114.8	321,410.4	
	33022	prueba hidrostática	m		648.7	699.3	9,090.3	0.0
	93282	prueba hidrostática (con bomba manual) en tubería de PVC D=hasta 4", l=hasta 300 m para proyectos de agua potable	c/u	13.0	648.7	699.3	9,090.3	
	23	válvulas y accesorios	c/u	44.0			82,195.8	82,195.8
	96394	codo liso de PVC D=1 1/2", 45° (s40)	c/u	10.0	165.4	178.3	1,782.5	1,782.5
	96193	codo liso de PVC D=1½", 90° (s40)	c/u	9.0	135.4	145.9	1,313.2	1,313.2
	93514	tapón hembra liso de PVC D=1½"	c/u	5.0	53.6	57.7	288.7	288.7
	96072	válvula de compuerta de bronce D=1½"	c/u	5.0	2,136.4	2,302.8	11,514.2	11,514.2
	96199	válvula de limpieza de hierro fundido D=1½"	c/u	3.0	14,122.0	15,222.1	45,666.3	45,666.3

ESTIMACIÓN DE COSTOS DEL PROYECTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN LA COMUNIDAD LA CONCEPCIÓN

	3113	caja de concreto de 2500 psi sin ref. de 0.50mx0.50m, alto=0.50m/tapa lam.3/16" p/proteger válvula	c/u	8.0	2,429.0	2,618.2	20,945.8	20,945.8
	96984	tee lisa de PVC D= 1 1/2"	c/u	4.0	158.9	171.3	685.0	685.0
335	-	tanque de almacenamiento concreto 4,000 galones	global	1.0			243,963.7	239,826.8
	1	movimiento de tierra para tanque de almacenamiento	m³	60.0			22,086.6	17,949.7
	92022	niveleta doble de 1.50m x 1.50m	c/u	4.0	222.0	239.3	957.2	957.2
	92227	excavación manual en terreno natural		30.0	127.9	137.9	4,136.9	
	93278	relleno y compactación (con vibro compactadora manual)	m³	65.0	171.3	184.7	12,003.3	12,003.3
	96129	relleno manual de material selecto debajo de fundaciones (incl. costo de material)	m³	15.0	308.6	332.6	4,989.3	4,989.3
	7	otro tipo de obras	global				74,393.8	74,393.8
	4001	canal de drenaje pluvial de media caña prefabricada de concreto D=15" (incl. excavación) sin acabados	m	50.0	722.7	779.0	38,952.1	38,952.1
	3070	caja de registro de concreto de 2500 psi ref. +concreto de 3000 psi de 2.00 m x 1.00 m, h =0.50 m	c/u	3.0	10,960.1	11,813.9	35,441.8	35,441.8
	8	cercas perimetrales y portones	m²	55.0			147,483.2	147,483.2
	92066	cercos de alambre de púas cal. 13, 10 hiladas c/poste de madera rustica a cada 2.50 m	m	55.0	313.3	337.7	18,572.7	18,572.7

ESTIMACIÓN DE COSTOS DEL PROYECTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN LA COMUNIDAD LA CONCEPCIÓN

	3544	portón de madera (roja) machimbrada, con marco de madera roja + bisagras	m ²	20.0	5,979.7	6,445.5	128,910.6	128,910.6	
340	-	fuelle y obras de toma pozo perforado	global	1.0			749,599.7	306,971.7	
	19	pozos perforados y/o excavados	c/u	1.0			749,599.7	306,971.7	
	60195	levantamiento y estudio geofísico con enfoque hidrogeológico por el método de geo resistivo	c/u	1.0	119,240.0	119,240.0	119,240.0		
	95029	perforación de pozo con maquina rotativa D. de perforación=8" a 12" en t. extrema dureza	pie	145.0	2,048.5	2,048.5	245,822.4		
	96402	tubería ranurada de PVC D=6" instalada en pozo con maquina rotativa	pie	40.0	4,914.6	5,297.4	211,897.0	211,897.0	
	94664	tubería ciega de PVC D=6 "instalada en pozo con tecla manual	pie	120.0	883.1	951.9	61,871.2	61,871.2	
	96166	tubería PVC D= 1 1/2" (SDR - 26) no incluye excavación	ml	32.0	193.1	208.1	6,659.2	6,659.2	
	96268	filtro de piedra triturada (grava) tamaño de 1/2"(13 mm) y 3/4"(19 mm)		2.4	901.7	972.0	2,323.0	2,323.0	
	2347	sellos sanitarios con gravilla de rio y relleno de material selecto (incl. acarreo de mat. 3 km)	m ³	pie	30.0	216.0	232.8	6,983.8	6,983.8
	95915	plato (platina) cuadrada de acero de 16" con orificio D=4", esp.=1" con	c/u	1.0	10,401.6	11,211.9	11,211.9	11,211.9	
	4996	bloque de concreto de 2500 psi sin ref. de 1.00mx1.00m, alto=1.00m formaleta de 4 caras	c/u	1.0	5,590.1	6,025.6	6,025.6	6,025.6	

ESTIMACIÓN DE COSTOS DEL PROYECTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN LA COMUNIDAD LA CONCEPCIÓN								
	4122	limpieza y desarrollo (por medio de presión de aire) en tubo de pozos	h	6.0	9,017.7	9,017.7	54,106.1	
	94646	prueba de bombeo (con bomba c/motor sumergible para caudal de 150 gpm)	h	24.0	977.5	977.5	23,459.5	
680		pozos perforados y/o excavados	global	1.0			240,115.2	227,617.0
	5	limpieza y desinfección de pozo	c/u	1.0			9,300.0	0.0
	40020	análisis biológicos-bacteriológico completo (bacterias coliformes fecales y totales, escherichia coli) de 1(una) muestra de agua para agua potable	c/u	1.0	3,100.0	3,100.0	3,100.0	
	40020	análisis fisicoquímico (20 parámetros: color, olor, sabor, turbiedad+ cianuros y gases disueltos: nitrógeno, amoniaco y metano) de 1(una) muestra de agua	c/u	1.0	3,100.0	3,100.0	3,100.0	
	40089	análisis químico del agua (arsénico) de 1(una) muestra de agua para agua potable	c/u	1.0	3,100.0	3,100.0	3,100.0	
	5	delantal y obras de drenaje	m²				230,815.2	227,617.0
	3730	bordillo de concreto de 2500 psi sin ref. ancho=0.15m, alto=0.20m con fino (incl. excavación y formación)	m	53.5	1,068.3	1,151.5	61,605.2	61,605.2
	3216	canal de drenaje pluvial de concreto de 2000 psi sin ref. ancho=0.30m, h=0.15m, e=0.10m con repello corriente (no incl. excavación.	m	12.0	1,179.5	1,271.4	15,256.2	15,256.2

ESTIMACIÓN DE COSTOS DEL PROYECTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN LA COMUNIDAD LA CONCEPCIÓN

	3843	delantal de piso de concreto de 2500 psi ref. varilla #2 en a/d cada 0.20 m, espesor= 0.10 m para pozo	m^2	48.0	1,444.4	1,556.9	74,732.6	74,732.6
	92227	excavación manual en terreno natural	m^3	25.0	127.9	127.9	3,198.3	
	95177	mezcla manual de suelo-cemento proporción 1:8 (1 de cemento y 8 de suelo)	m^3	38.0	1,856.0	2,000.6	76,023.0	76,023.0
360		planta de purificación	global	1.0			325,376.855778	303,824.5
	01	filtro	c/u	1.0			90,888.5	90,888.5
		filtro circular de resina iónica para la eliminación de hierro y manganeso	c/u	1.0	84,320	90,888.5	90,888.5	90,888.5
	03	equipo de cloración	c/u			0.0	17,597.7	17,597.7
	94624	hipoclorador de carga constante capacidad 250 L	c/u	1.0	16325.95	17,597.7	17,597.7	17,597.7
	06	cercas perimetrales	m			0.0	27,016.5	27,016.5
	92066	cercos de alambre de púas cal. 13, 10 hiladas c/poste de madera rustica a cada 2.50 m	m	80.0	313.3	337.7	27,016.5	27,016.5
	12	aireación con bandejas	c/u			0.0	80,480.0	80,480.0
	04009	torre de acero, rojas para instalar bandejas de aireación de agua	c/u	1.0	41315.52	44,534.0	44,534.0	44,534.0
	95067	bandejas de acero de 1.00 m x 1.00 m, alto=0.20m, esp. = ¼"	c/u	4.0	8337.04	8,986.5	35,946.0	35,946.0

ESTIMACIÓN DE COSTOS DEL PROYECTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN LA COMUNIDAD LA CONCEPCIÓN

	19	instalaciones eléctricas de baja tensión	global	1.0		0.0	109,394.1	87,841.8
	92737	acometida con tubo D=2" con calavera de emt D. =2" (no incluye conductor)	c/u	1.0	242.2	261.0	261.0	261.0
	96460	aislador dieléctrico para contactos de arrancadores (presentación en spray) contenido=400 ml	c/u	1.0	2,454.1	2,645.2	2,645.2	2,645.2
	92270	alambre eléctrico de cobre thhn cableado #12 awg	m	60.0	39.2	42.3	2,537.2	2,537.2
	93811	apagador doble de 15 amp/120v con placa de baquelita	c/u	2.0	395.4	426.2	852.5	852.5
	96774	bombillo espiral fluorescente (ahorrativo) de 15w-120v	c/u	4.0	210.0	226.4	905.5	905.5
	37596	brazo de tubo de hierro galvanizado para luminaria tipo cobra	c/u	4.0	210.0	226.4	905.4	905.4
	92698	breaker de 2x20 amperios	c/u	1.0	1,354.2	1,459.6	1,459.6	1,459.6
	94258	cable eléctrico sumergible #6x3	m	30.0	795.9	857.9	25,736.0	25,736.0
	92266	caja de registro de emt de 4" x 4"	c/u	1.0	192.8	207.8	207.8	207.8
	92268	canalización con tubo conducto de PVC D=½" (incl. bridas)	m	20.0	82.4	88.8	1,776.8	1,776.8
	96045	cepo de baquelita redondo para colocar bujía	c/u	4.0	97.9	105.5	422.1	422.1
	39795	cinta adhesiva ancho=1", L de rollo=30' color negra para trabajos eléctricos	rollo	2.0	213.0	229.6	459.2	459.2

ESTIMACIÓN DE COSTOS DEL PROYECTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN LA COMUNIDAD LA CONCEPCIÓN

	94107	estructura eléctrica ap-1: soporte de 6' para luminaria de alumbrado público	c/u	4.0	4,998.7	5,388.1	21,552.4	
	92697	lámpara (o luminaria) de mercurio de 175 watts/240 v	c/u	4.0	5,299.3	5,712.1	22,848.5	22,848.5
	93906	poste tronco cónico de concreto pretensado, alto=40' (12.20 m), D=4"(no incl. estructura electric	c/u	1.0	21,095.1	22,738.4	22,738.4	22,738.4
	93710	tomacorriente de fuerza de 20 amp/208 v con placa metálica de 2 hoyos	c/u	2.0	1,895.5	2,043.2	4,086.3	4,086.3
345		estación de bombeo - agua potable	c/u	1.0			1197,862.9	1188,192.8
	6	cercas perimetrales y portones	m²	400.0			64,672.0	64,672.0
	92066	cercos de alambre de púas cal. 13, 10 hiladas c/poste de madera rustica a cada 2.50 m	m	77.0	313.3	337.7	26,001.7	26,001.7
	3544	portón de madera (roja) machimbrada, con marco de madera roja + bisagras	m²	6.0	5,979.3	6,445.0	38,670.3	38,670.3
	3	equipos, tubería y accesorios	global				422,574.6	422,574.6
	95751	bomba c/motor sumergible de 2 hp, q=20 gpm marca Grundfos	c/u	3.0	78,833.2	254,922.9	254,922.9	254,922.9

ESTIMACIÓN DE COSTOS DEL PROYECTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN LA COMUNIDAD LA CONCEPCIÓN

	2394	sarta de hierro fundido D=2" (incl. 1 válvula de alivio de ho.fo.D=2"+2válvulas de compuerta de Ho.Fo+medidor maestro ho.D=2")p/equipo bombeo	global	1.0	116,384.2	125,450.5	125,450.5	125,450.5
	2146	tubería de hierro galvanizado D=2" (no incl. excavación) (incl. bloque de reacción)	m	24.0	943.8	1,017.3	24,414.7	24,414.7
	3145	válvula de compuerta de hierro fundido D=2" (incl. 1 bloque de reacción)	c/u	2.0	8,250.5	8,893.3	17,786.5	17,786.5
	1	caseta de control	m²	15.5			247,734.0	243,684.7
	4724	caseta de mampostería confinada +cubierta techo zinc + piso ladrillo gris a= 4.50 m x3.45 m= 15.52 m2	c/u	1.0	222,716.9	240,066.6	240,066.6	240,066.6
	92022	niveleta doble de 1.50m x 1.50m	c/u	4.0	222.0	239.3	957.2	957.2
	92227	excavación manual en terreno natural	m ³	10.0	127.9	127.9	1,279.3	
	93278	relleno y compactación (con vibro compactadora manual)	m ³	15.0	171.3	184.7	2,770.0	
	96129	relleno manual de material selecto debajo de fundaciones (incl. costo de material)	m ³	8.0	308.6	332.6	2,661.0	2,661.0
	4	instalaciones eléctricas	global	1.0			632,831.0	627,210.2
	92737	acometida con tubo D=2" con calavera de emt D. =2" (no incluye conductor)	c/u	1.0	242.2	261.0	261.0	261.0
	94972	adaptador hembra de PVC D=2"	c/u	1.0	105.8	114.1	114.1	114.1

ESTIMACIÓN DE COSTOS DEL PROYECTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN LA COMUNIDAD LA CONCEPCIÓN

	95081	aislador de tornillo de porcelana	c/u	1.0	207.3	223.5	223.5	223.5
	96460	aislador dieléctrico para contactos de arrancadores (presentación en spray) contenido=400 ml	c/u	1.0	2,454.1	2,645.2	2,645.2	2,645.2
	93812	alambre eléctrico de cobre desnudo cableado #4 awg	m	30.0	211.3	227.7	6,832.2	6,832.2
	92271	alambre eléctrico de cobre thhn #8 awg	m	30.0	87.0	93.8	2,814.3	2,814.3
	92270	alambre eléctrico de cobre thhn cableado #12 awg	m	100.0	39.2	42.3	4,228.6	4,228.6
	93811	apagador doble de 15 amp/120v con placa de baquelita	c/u	3.0	395.4	426.2	1,278.7	1,278.7
	96420	arrancador magnético (a tensión completa) p/motor de 3 hp, q=35 gpm, cdt=240'	c/u	1.0	58.2	62.7	62.7	62.7
	95787	banco de compensación de 20 amp/460 v (incl. condensador, contactar y guarda motor)	c/u	1.0	22,886.7	24,669.5	24,669.5	24,669.5
	96774	bombillo espiral fluorescente (ahorrativo) de 15w-120v	c/u	5.0	210.0	226.4	1,131.9	1,131.9
	37596	brazo de tubo de hierro galvanizado para luminaria tipo cobra	c/u	3.0	210.0	226.4	679.1	679.1
	92559	breaker de 1x15 amperios	c/u	2.0	646.9	697.2	1,394.5	1,394.5
	92558	breaker de 1x20 amperios	c/u	4.0	646.9	697.2	2,789.0	2,789.0
	93343	breaker de 2 polos x 15 amperios	c/u	1.0	1,003.0	1,081.1	1,081.1	1,081.1
	92698	breaker de 2x20 amperios	c/u	2.0	1,354.2	1,459.6	2,919.3	2,919.3
	22215	brida de emt D= 1/2" de dos orejas	c/u	20.0	2.0	2.2	43.1	43.1

ESTIMACIÓN DE COSTOS DEL PROYECTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN LA COMUNIDAD LA CONCEPCIÓN

93806	cable de aluminio triplex aa #4	m	30.0	167.3	180.3	5,409.3	5,409.3
93865	cable de aluminio triplex neutracen #4	m	166.0	204.3	220.2	36,548.5	36,548.5
93754	cable de cobre cableado desnudo #2	m	10.0	307.7	331.6	3,316.3	3,316.3
93562	cable eléctrico acsr #1/0	m	800.1	114.9	123.8	99,084.3	99,084.3
95340	cable eléctrico de cobre protoduro tsj 3x10	m	10.0	191.3	206.2	2,061.9	2,061.9
94838	cable eléctrico de cobre tsj 2x12	m	20.0	94.5	101.9	2,038.1	2,038.1
94258	cable eléctrico sumergible #6x3	m	25.0	795.9	857.9	21,446.7	21,446.7
92267	caja de registro de emt de 2" x 4"	c/u	6.0	117.4	126.5	759.2	759.2
92266	caja de registro de emt de 4" x 4"	c/u	6.0	192.8	207.8	1,246.9	1,246.9
94341	caja de registro de emt de 6" x 6" con tapa de emt de 6"x6" para intemperie	c/u	1.0	869.0	936.7	936.7	936.7
92268	canalización con tubo conducto de PVC D=1/2" (incl. bridas)	m	20.0	82.4	88.8	1,776.8	1,776.8
96045	cepo de baquelita redondo para colocar bujía	c/u	5.0	97.9	105.5	527.7	527.7
39795	cinta adhesiva ancho=1", L de rollo=30' color negra para trabajos eléctricos	rollo	1.0	213.0	229.6	229.6	229.6
96394	codo liso de PVC D=2", 45° (s40)	c/u	1.0	165.4	178.2	178.2	178.2
95597	codo radio largo (o curva) de PVC D= 1/2"	c/u	6.0	60.5	65.3	391.5	391.5
94844	conector conducto de PVC D=1/2"	c/u	6.0	50.7	54.7	328.0	328.0

ESTIMACIÓN DE COSTOS DEL PROYECTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN LA COMUNIDAD LA CONCEPCIÓN

96611	energizar acometida eléctrica e instalar cable de aluminio acsr en L de 0-4m entre banco de medición y mufa	c/u	1.0	974.7	1,050.6	1,050.6	1,050.6
94107	estructura eléctrica ap-1: soporte de 6' para luminaria de alumbrado público	c/u	3.0	4,998.7	5,388.1	16,164.3	16,164.3
96422	estructura eléctrica d1-1: retenida sencilla con perno guardacabo y ancla	c/u	1.0	6,250.8	6,737.8	6,737.8	6,737.8
94433	estructura eléctrica ha-100 b/c 14.4/24.9 kv (media tensión)	c/u	6.0	7,357.2	7,930.3	47,581.7	47,581.7
94901	estructura eléctrica j-8: unidad de construcción secundaria	c/u	1.0	1,559.4	1,680.9	1,680.9	1,680.9
94575	estructura eléctrica mt-601/c: montaje monofásico, alineamiento ángulo 0° á 5°	c/u	2.0	3,303.4	3,560.8	7,121.5	7,121.5
94576	estructura eléctrica mt-602/c: montaje monofásico, alineamiento ángulo 5° a 30°	c/u	1.0	4,079.8	4,397.6	4,397.6	4,397.6
94577	estructura eléctrica mt-603/c: montaje monofásico, alineamiento ángulo 30° a 60°	c/u	1.0	7,787.5	8,394.2	8,394.2	8,394.2
94578	estructura eléctrica mt-604/c: montaje monofásico, línea con ángulo de 61° a 90°	c/u	1.0	16,016.7	17,264.4	17,264.4	17,264.4
94579	estructura eléctrica mt-605/c: montaje monofásico - fin de línea	c/u	1.0	8,160.1	8,795.8	8,795.8	8,795.8
94597	estructura eléctrica mt-606/c: montaje monofásico doble terminal	c/u	1.0	17,393.8	18,748.8	18,748.8	18,748.8

ESTIMACIÓN DE COSTOS DEL PROYECTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN LA COMUNIDAD LA CONCEPCIÓN

94431	estructura eléctrica pr-101 c tierra 14.4/24.9 kv (media tensión)	c/u	3.0	2,048.3	2,207.9	6,623.6	6,623.6
94469	estructura eléctrica tr2-105/c estructura monofásica(no incl. transformador ni poste)	c/u	1.0	25,691.2	27,692.5	27,692.5	27,692.5
95025	estructura eléctrica va5-2: construcción derivación con cortocircuito fusible	c/u	1.0	15,392.1	16,591.1	16,591.1	16,591.1
92740	estructura eléctrica vm2-1: polo a tierra con varilla	c/u	1.0	5,530.9	5,961.8	5,961.8	5,961.8
96027	excavación manual aislada en terreno natural de 0.00 a mayor de 1.00mx1.00m, profundidad=de 1.00m a 2.00m	m ³	16.0	227.4	227.4	3,638.7	
92975	fusible primario slofast de 0.7 amperios	c/u	1.0	630.8	679.9	679.9	679.9
95963	Guarda nivel de 230 voltios con control de 2 electrodos de acero inoxidable (incl. caja para guarda nivel)	c/u	1.0	13,558.0	14,614.1	14,614.1	14,614.1
94819	hacer balance de carga en paneles	c/u	1.0	1,982.1	1,982.1	1,982.1	
92697	lámpara (o luminaria) de mercurio de 175 watts/240 v	c/u	3.0	5,299.3	5,712.1	17,136.4	17,136.4
95851	panel (o tablero) de control de bomba para motor de arranque de 3hp, monofásico 230 v, 60 Hz	c/u	1.0	11,431.8	12,322.4	12,322.4	12,322.4
94110	panel monofásico 12 espacios, 120/208 v	c/u	1.0	15,107.8	16,284.6	16,284.6	16,284.6

ESTIMACIÓN DE COSTOS DEL PROYECTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN LA COMUNIDAD LA CONCEPCIÓN								
	93906	poste tronco cónico de concreto pretensado, alto=40' (12.20 m), D=4"(no incl. estructura electric	c/u	2.0	21,095.1	22,738.4	45,476.8	45,476.8
	96773	supresor de sobre voltaje de 80 ka 120/240v monofásico para regular energía	c/u	1.0	25,606.1	27,600.8	27,600.8	27,600.8
	93710	tomacorriente de fuerza de 20 amp/208 v con placa metálica de 1 hoyo	c/u	1.0	1,895.5	2,043.2	2,043.2	2,043.2
	93687	tomacorriente doble polarizado de 15 amp/120 v	c/u	3.0	231.0	249.0	747.1	747.1
	93781	tomacorriente sencillo de 15 amp/120 v con placa de baquelita	c/u	1.0	489.3	527.4	527.4	527.4
	92802	transformador de 10 kva, 14.4/24.9 kv, 120/240 v (no incl. estructura)	c/u	1.0	60,264.9	64,959.5	64,959.5	64,959.5
	94845	unión conducto de PVC D= ½"	c/u	8.0	44.3	47.7	381.8	381.8
	95689	unión conducto de PVC D= ¾"	c/u	3.0	56.4	60.8	182.4	182.4
350		conexiones	c/u	98.0			1182,307.6	1182,307.6
	1	conexiones domiciliarias		98.0			1182,307.6	1182,307.6
	3931	conexión domiciliar de patio con tubo de PVC D= ½" (SDR-13.5)	c/u	98.0	4,973.0	5,360.4	525,323.1	525,323.1
	3113	caja de concreto de 2500 psi sin-ref. De 0.50mx0.50m, alto=0.50m/tapa lam.3/16"p/proteger válvula (i	c/u	98.0	2,429.0	2,618.2	256,586.5	256,586.5
	95061	medidor de agua potable D=1½"	c/u	98.0	3,790.4	4,085.7	400,398.0	400,398.0
365		medidas de mitigación y prevención de accidentes	global	1.0			90,000.0	0.0

ESTIMACIÓN DE COSTOS DEL PROYECTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN LA COMUNIDAD LA CONCEPCIÓN								
	1	medidas de mitigación	global	1.0	90,000.0	90,000.0	90,000.0	
370		limpieza final y entrega	global	1.0			23,880.7	14,188.7
	1	limpieza final	global	400.0			9,692.0	0.0
	92225	limpieza manual final	m ²	400.0	24.2	24.2	9,692.0	
	3	placa conmemorativa	c/u	1.0			14,188.7	14,188.7
	3392	pedestal de concreto de 2500 psi ref. para placa conmemorativa	c/u	1.0	3,766.1	4,059.4	4,059.4	4,059.4
	4189	placa conmemorativa de aluminio de 0.65m x 0.42m	c/u	1.0	9,397.2	10,129.3	10,129.3	10,129.3

Anexo 5: volumen de almacenamiento para el periodo de diseño (20 años)

tiempo	año	PF	CD	CPI L/S	CPD	P	CMD	CMH	VC m3	VR	VT
0	2023	368	0.34	0.02	0.36	0.05	0.59	0.95	5.18	3.11	8.29
1	2024	377	0.35	0.02	0.37	0.06	0.62	0.99	5.33	3.2	8.53
2	2025	387	0.36	0.03	0.39	0.06	0.65	1.04	5.62	3.37	8.99
3	2026	396	0.37	0.03	0.4	0.06	0.66	1.06	5.76	3.46	9.22
4	2027	406	0.38	0.03	0.41	0.06	0.68	1.09	5.9	3.54	9.44
5	2028	416	0.39	0.03	0.42	0.06	0.69	1.11	6.05	3.63	9.68
6	2029	427	0.4	0.03	0.43	0.06	0.71	1.14	6.19	3.72	9.91
7	2030	437	0.4	0.03	0.43	0.06	0.71	1.14	6.19	3.72	9.91
8	2031	448	0.41	0.03	0.44	0.07	0.73	1.17	6.34	3.8	10.14
9	2032	460	0.43	0.03	0.46	0.07	0.76	1.22	6.62	3.97	10.59
10	2033	471	0.44	0.03	0.47	0.07	0.78	1.25	6.77	4.06	10.83
11	2034	483	0.45	0.03	0.48	0.07	0.79	1.27	6.91	4.15	11.06
12	2035	495	0.46	0.03	0.49	0.07	0.81	1.3	7.06	4.23	11.29
13	2036	507	0.47	0.03	0.5	0.08	0.83	1.33	7.2	4.32	11.52
14	2037	520	0.48	0.03	0.51	0.08	0.85	1.36	7.34	4.41	11.75
15	2038	533	0.49	0.03	0.52	0.08	0.86	1.38	7.49	4.49	11.98
16	2039	546	0.51	0.04	0.55	0.08	0.91	1.46	7.92	4.75	12.67
17	2040	560	0.52	0.04	0.56	0.08	0.92	1.48	8.06	4.84	12.9
18	2041	574	0.53	0.04	0.57	0.09	0.95	1.52	8.21	4.92	13.13
19	2042	588	0.54	0.04	0.58	0.09	0.96	1.54	8.35	5.01	13.36
20	2043	603	0.56	0.04	0.6	0.09	0.99	1.59	8.64	5.18	13.82