



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

“Diseño de red de abastecimiento de agua potable en la comunidad La Rinconada, municipio de La Concordia departamento de Jinotega”

Para optar al título de Ingeniero Civil

Elaborado por

Br. César Danilo Caballero González

Br. Rigoberto José Salgado Martínez

Br. Jorge Luis Tercero Calderón

Tutor

M. Sc. Ing. Ricardo Javier Fajardo González

Managua, noviembre de 2019

Dedicatoria

Dedicamos el presente trabajo monográfico a Dios y nuestras familias, quienes en todo momento nos han apoyado en lo académico y personal, principalmente a nuestros padres quienes han sido un pilar fundamental en nuestra formación profesional y en todas nuestras etapas de la vida, sembrando buenos valores y buenas costumbres, ellos son los principales protagonistas de este sueño alcanzado.

Br. César Danilo Caballero González

Br. Rigoberto José Salgado Martínez

Br. Jorge Luis Tercero Calderón

Agradecimiento

Extendemos nuestro agradecimiento en primera instancia a Dios por iluminarnos en el transcurso de nuestra carrera otorgándonos salud, bienestar en las diferentes etapas de la vida; A nuestra familia por impulsarnos en cada obstáculo presentado y no dejarnos retroceder para alcanzar nuestro objetivo.

A nuestro tutor M. Sc. Ing. Ricardo Javier Fajardo González quien estuvo con nosotros asesorándonos para desarrollar nuestro proyecto de titulación.

Br. César Danilo Caballero González

Br. Rigoberto José Salgado Martínez

Br. Jorge Luis Tercero Calderón

Resumen

En el presente trabajo de investigación monográfica se describen cada uno de los aspectos necesarios para llegar al diseño del sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad La Rinconada, con un periodo de diseño de 20 años (2020-2040).

El sistema de abastecimiento de agua potable fue diseñado con las normas rurales del INAA (NTON 09 002-99) y las normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua (NTON 09 003-99).

El documento también posee una memoria de diseño y aspectos generales necesarios para los cálculos de la investigación.

Esta investigación cuenta con 5 capítulos los cuales son los siguientes:

Capítulo I: Generalidades.

Este capítulo detalla la introducción del tema con la justificación, antecedentes de la comunidad La Rinconada y los objetivos en los que se basa la investigación.

Capítulo II: Marco teórico.

Se describen conceptos importantes en base a cada uno de los objetivos por los cuales se guía este estudio monográfico.

Capítulo III: Diseño metodológico.

En este capítulo se plantean métodos y procedimientos necesarios para el desarrollo del estudio monográfico de acuerdo a los objetivos propuestos, de igual manera se tomaron en cuenta tablas y normas establecidas por el INAA.

Capítulo IV: Análisis y presentación de resultados.

Tomando en cuenta las fórmulas empleadas, se obtuvieron resultado de cálculos, tablas, gráficos y planos de diseño del estudio monográfico.

Estos análisis de resultados van detallados según al objetivo trabajado; dichos objetivos se desarrollan en el siguiente orden:

En el estudio socio económico se muestran los resultados obtenidos mediante la realización de encuestas en toda la comunidad, donde dichos datos fueron analizados y procesados.

Para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable se tomaron en cuenta cálculos y criterios de diseño para tener una propuesta adecuada según la demanda de la comunidad.

Para el costo y presupuesto se elaboró tomando en cuenta el catálogo de etapas y subetapas establecido por el FISE, así como los precios de materiales y mano de obra actuales.

Para el análisis del impacto ambiental se realizó tomando en cuenta las normas técnicas establecidas por el SISGA.

Índice

Capítulo I: Generalidades.....	1
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
1.5. Descripción del sitio	5
1.5.1. Macro localización.....	5
1.5.2. Micro localización.....	6
Capítulo II: Marco teórico	7
2.1. Diagnostico socioeconómico.....	7
2.2. Estudio topográfico.....	7
2.2.1. Fuente de abastecimiento (Pozo Perforado)	8
2.3. Estudio de la demanda.....	9
2.3.1. Tasa de crecimiento geométrico.....	9
2.3.2. Dotación	10
2.4. Estudios de agua	10
2.4.1. Calidad del agua.....	10
2.4.2. Control de calidad del agua	11
2.4.3. Control de procesos.....	11
2.4.4. Preservación de la calidad del agua.....	11
2.4.5. Rendimiento de la fuente.....	11
2.5. Diseño hidráulico.....	12

2.5.1.	Estación de bombeo	12
2.5.2.	Selección del equipo de bombeo.....	12
2.5.3.	Equipo eléctrico	13
2.5.4.	Tanques de almacenamiento	13
2.5.5.	Clase de tanque.....	15
2.5.6.	Tipo de tanques	15
2.5.7.	Línea de conducción.....	15
2.5.8.	Tratamiento y desinfección	17
2.5.9.	Red de distribución	17
2.5.10.	Parámetros de diseño.....	18
2.5.11.	Accesorios	21
2.6.	Elaboración del presupuesto.....	24
2.7.	Estudio de Impacto ambiental (EIA).....	25
Capítulo III: Diseño metodológico.....		26
3.1.	Diagnostico socioeconómico.....	26
3.2.	Levantamiento topográfico	26
3.3.	Cálculo de crecimiento poblacional.....	26
3.3.1.	Procedimiento del método geométrico	26
3.3.2.	Dotaciones.....	27
3.4.	Estudios de calidad del agua	27
3.4.1.	Prueba de bombeo	27
3.4.2.	Muestras de agua para laboratorio	27
3.5.	Diseño hidráulico.....	28
3.5.1.	Aforo de la fuente de abastecimiento de agua potable.....	28
3.5.2.	Línea de conducción por bombeo.....	28

3.5.3.	Equipo de bombeo.....	34
3.5.4.	Red de distribución	35
3.5.5.	Conexiones domiciliarias	38
3.6.	Elaboración de presupuesto.....	39
3.7.	Impacto ambiental.....	39
Capítulo IV: Análisis y presentación de resultados.....		40
4.1.	Descripción de la situación socioeconómica de la comunidad La Rinconada	40
4.1.1.	Diagnostico socioeconómico	40
4.2.	Estudio topográfico.....	49
4.2.1.	Levantamiento topográfico	49
4.3.	Estudio de la demanda.....	50
4.3.1.	Cálculo de crecimiento poblacional de la comunidad La Rinconada a través del método geométrico	50
4.4.	Estudios de calidad del agua	55
4.4.1.	Pruebas de bombeo	55
4.4.2.	Pruebas de calidad del agua de la fuente.....	58
4.5.	Diseño hidráulico.....	61
4.5.1.	Aforo de la fuente de abastecimiento de agua potable.....	61
4.5.2.	Línea de conducción por bombeo eléctrico	63
4.5.3.	Equipo de bombeo.....	69
4.5.4.	Red de distribución	69
4.5.5.	Diseño del sistema de la red de distribución de agua potable	94
4.6.	Costos y presupuestos.....	95
4.7.	Estudio de impacto ambiental (EIA)	100
Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones		105

5.1.	Conclusiones.....	105
5.2.	Recomendaciones.....	107
	Bibliografía	108
	Anexos	

Capítulo I: Generalidades

1.1. Introducción

La comunidad La Rinconada, municipio de la Concordia, departamento de Jinotega ya cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable, pero es ineficiente debido a que no satisface la demanda actual de la población, además, el agua no es apta para el consumo humano al no poseer un tratamiento previo. Ante esta problemática se diseñó el sistema de red de distribución de agua potable la cual abarca, pozo, tanque y red, con el fin de proporcionar todos los estudios con base, para gestionar los fondos para su construcción ya que con esto se estará beneficiando de manera directa a 317 personas que habitan en dicha comunidad.

La idea del diseño de la red de abastecimiento surge debido a la demanda de la población, la cual, si cuenta con una fuente de recurso hídrico amplio en toda la comunidad, pero no posee un sistema de distribución y tratamiento adecuado para esta fuente hídrica. Las y los pobladores de esta comunidad obtienen agua de un sistema de abastecimiento por gravedad, pero se obtiene el agua con diversos contaminantes ya que no posee ningún tipo de tratamiento, debido a la problemática mencionada anteriormente los pobladores están expuestos a enfermedades causadas por bacterias presentes en el agua sin tratar.

Se propone un sistema de agua potable tipo pozo-tanque-red partiendo desde la captación que iniciaría en el pozo perforado, de dicho pozo se bombeará el agua hacia el tanque de almacenamiento en el cual se aplicara el tratamiento requerido para que esta sea apta para el consumo humano, posteriormente el agua será conducida al punto de entrada a la red de distribución para suministrar el agua ya potable a los consumidores de la localidad, este diseño se realizó en correspondencia a normas vigentes en el país.

1.2. Antecedentes

La comunidad la Rinconada cuenta con un área geográfica de 62,690 m², en el municipio de la Concordia del departamento de Jinotega, la comunidad fue asentando sus raíces debido a la productividad de la tierra y esto venía muy bien con su fuente de trabajo que se basaba esencialmente en el cultivo de granos básicos.

Actualmente se abastecen mediante un sistema de distribución de agua potable por gravedad (MAG), captando el agua mediante un dique de contención, de una fuente superficial, proveniente de una quebrada ubicada al Suroeste del asentamiento principal.

Este proyecto fue llevado a cabo por los mismos pobladores, lo que generó que el sistema presentara deficiencias al momento de distribuir el agua y esta no lograra abastecer por completo a la comunidad debido a la falta de estudios correspondientes a la fuente de captación, la cual no posee un caudal óptimo para abastecer por completo a la comunidad.

1.3. Justificación

Un nuevo informe de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y UNICEF reveló que tres de cada diez personas (2,100 millones) no tienen acceso a agua potable y seis de cada diez (4,500 millones) carecen de saneamiento seguro. Las zonas rurales son las más afectadas ya que no son prioridad para las instituciones correspondientes.

La comunidad La Rinconada en la actualidad cuenta con una población de 317 habitantes, estos tienen un serio problema de desabastecimiento de agua potable, por lo tanto, esto conlleva a que cerca del 30% de los habitantes de la comunidad sufran diversas enfermedades gastrointestinales producidas por múltiples bacterias presentes en el agua no potable que se extrae y consume directamente desde su fuente de captación (Fuente superficial), con la que cuentan actualmente.

Debido a que el sistema que poseen no cuenta con los parámetros establecidos por las normativas vigentes en el país, se diseñó un sistema de abastecimiento de agua potable que permite satisfacer la demanda actual y futura de acuerdo a las normativas de proyección.

Al contar con este sistema de abastecimiento de agua potable la comunidad tendrá los siguientes beneficios:

1. Contaran con el vital líquido en toda la zona, con las condiciones higiénicas requerida, lo cual reducirá en gran medida la propagación de enfermedades debido a la contaminación de este recurso (Agua segura para el consumo).
2. Todos los habitantes dispondrán de este recurso de manera más fácil y rápida, reduciendo así el desgaste físico de los habitantes para obtener el vital líquido, especialmente a las mujeres encargadas del hogar.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Diseñar red de abastecimiento de agua potable (MABE) en la comunidad La Rinconada, municipio de la Concordia, departamento de Jinotega.

1.4.2. Objetivos específicos

1. Evaluar la realidad socioeconómica de la comunidad La Rinconada para el conocimiento del nivel de servicio de agua y saneamiento.
2. Realizar estudio topográfico por medio de estación total.
3. Calcular el estudio de la demanda para el abastecimiento de la comunidad La Rinconada, con una población de 317 habitantes, basado en la norma rural INAA.
4. Efectuar estudios de calidad del agua que validen la fuente de abastecimiento, basado en la norma CAPRE.
5. Realizar el diseño hidráulico del sistema de abastecimiento y sus componentes.
6. Elaborar presupuesto, para que sea tomado en cuenta en la gestión de proyectos.
7. Valorar el posible impacto ambiental producido por el proyecto.

1.5. Descripción del sitio

La comunidad La Rinconada con una población de 317 habitantes se encuentra en el municipio de La Concordia, ubicada a 28 km del departamento de Jinotega con coordenadas (latitud:13.1911 y longitud: -86.2341), la zona presenta un clima tropical, con una precipitación media anual de 1200 mm y la temperatura generalmente varía de 16 °C a 31 °C.

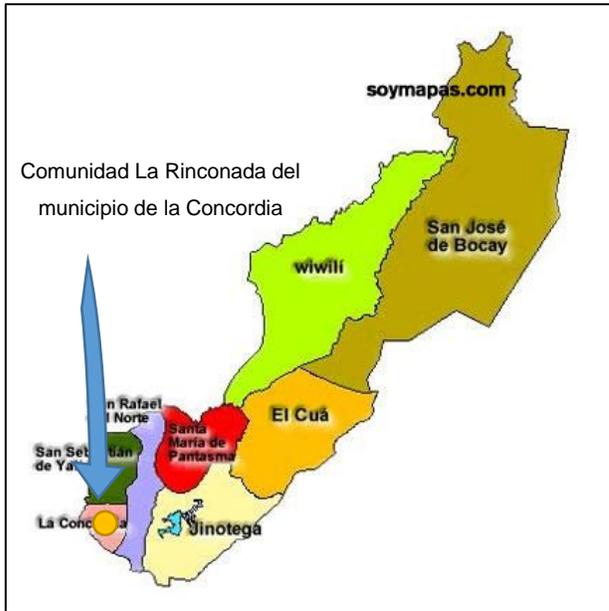
La economía se basa en el cultivo de diversos granos básicos como frijoles, cebollas, caña de azúcar y maíz, además una fuente de ingresos es laborar en la industria tabacalera; también las familias se ayudan mediante la economía de patio en lo que es la crianza de cerdos y gallinas.

1.5.1. Macro localización



Macro localización de la comunidad La Rinconada ubicada a 18 km del departamento de Jinotega.

1.5.2. Micro localización



Micro localización de la comunidad La Rinconada ubicada a 8 km del municipio de La Concordia.

Capítulo II: Marco teórico

Los ejes teóricos que guiarán este estudio monográfico son los siguientes: Estudios socioeconómico, estudios topográficos, cálculos de la demanda, estudios de calidad del agua, diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, elaboración del presupuesto del proyecto y el diagnóstico del impacto ambiental.

2.1. Diagnóstico socioeconómico

Es de suma importancia llevar a cabo el diagnóstico socioeconómico y una investigación muy completa y detallada, ya que con esta información se puede llegar a conocer los ingresos y egresos de cada familia de esta comunidad, partiendo de esto se determinará el tipo de proyecto que más les beneficie.

Para un buen desarrollo del proyecto es necesario un diagnóstico de las familias involucradas, conocimiento del área en la que se situará dicho proyecto, así como las condiciones, bienes y servicios en los que se intervendrá, de igual manera es necesario saber las alternativas que están implementando actualmente la población beneficiada, de esta manera se pudo hacer un adecuado diagnóstico situacional.

2.2. Estudio topográfico

Para (Cruz, 2008), la topografía estudia el conjunto de procedimientos para determinar la posición de un punto sobre la superficie terrestre, por medio de medidas según los tres elementos del espacio: Dos distancias y una elevación o una distancia, una elevación y una dirección. La teoría de la topografía se basa esencialmente en la geometría plana del espacio.

El motivo de la topografía plana consiste en el desarrollo de los levantamientos topográficos que tienen por finalidad el cálculo de la superficie o áreas, volúmenes,

distancias, direcciones, y la representación de las medidas tomadas en el campo mediante el diseño de los planos topográficos correspondientes.

Según (NTON 09 003-99), para el análisis y diseño de la red de distribución se requiere del conocimiento de la topografía del terreno de la ciudad, la ubicación de la fuente de agua (Pozo perforado) y del sitio del tanque a utilizarse; identificándose en consecuencia, los puntos de entrada de agua a la red de distribución. Los conductos y anillos principales de la red de distribución se diseñaron de acuerdo al sistema de abastecimiento estudiado considerado que es un sistema por bombeo.

2.2.1. Fuente de abastecimiento (Pozo Perforado)

Las características de éstas son las de bombear el agua de pozos perforados profundos. Los equipos usados normalmente son bombas turbinas de eje vertical o de motor sumergible.

El (NTON 09 002-99) establece los criterios esenciales para la realización de pozos perforados:

- El caudal de explotación será obtenido a través de una prueba de bombeo de un mínimo de 24 horas a caudal constante y de una prueba a caudal variable con mínimo de cuatro etapas de una hora cada una. La recomendación del caudal máximo de explotación se hará de acuerdo al análisis de la prueba.
- El caudal de explotación de bombeo estará en función de un período de bombeo mínimo de 12 horas y un máximo de 16 horas.
- El caudal máximo recomendado de la explotación de un pozo deberá ser igual o superior a 1.5 del consumo día promedio (QDP) + pérdidas de Q_{Fugas} .

2.3. Estudio de la demanda

El estudio de la demanda es el cálculo de la dotación necesaria para cubrir las necesidades básicas de cada una de las personas de esta comunidad, que se expresa en Litros/Habitantes/días.

Conociendo la dotación es necesario estimar el consumo promedio diario anual, el consumo máximo diario y el consumo máximo horario, el consumo promedio diario anual servirá para el cálculo del volumen del reservorio de almacenamiento y para estimar el consumo máximo diario y horario.

El valor del consumo máximo diario es utilizado para el cálculo hidráulico de la línea de conducción y el consumo máximo horario es utilizado para el cálculo hidráulico de la línea de aducción y red de distribución.

A continuación, se detallarán los métodos para el cálculo de estimación de la población futura según (NTON 09 003-99) :

2.3.1. Tasa de crecimiento geométrico

Este método es más aplicable a ciudades que no han alcanzado su desarrollo y que se mantienen creciendo a una tasa fija y es el de mayor uso en Nicaragua. Se recomienda usar las siguientes tasas en base al crecimiento histórico.

La tasa de crecimiento en cualquier localidad no puede ser mayor al 4% ni menor al 2.5%.

Si el promedio de la proyección de población por los dos métodos adoptados presenta una tasa de crecimiento:

- Mayor del 4%, la población se proyectará en base al 4%, de crecimiento anual.

- Menor del 2.5% la proyección final se hará basada en una tasa de crecimiento del 2.5%.
- No menor del 2.5%, ni mayor del 4%, la proyección final se hará basada en el promedio obtenido.

2.3.2. Dotación

Según (NTON 09 002-99), la dotación de agua, expresada como la cantidad de agua por persona por día está en dependencia de 4 factores: Nivel de servicio adoptado, factores geográficos, factores culturales y uso del agua. Ver tabla No. 2. Dotaciones de agua en la zona rural, en el acápite 3.3.2.

2.4. Estudios de agua

Se conoce como agua potable a toda la que sea apta para el consumo humano, ya sea para consumir o para preparar alimentos, existen valores máximos de pH, minerales, sales etc. que restringen el agua potable de la no potable, esto significa que hay poca agua apta para el consumo en comparación a las grandes masas de agua no potable.

2.4.1. Calidad del agua

Se entiende que la calidad del agua es uno de los parámetros indispensables a la hora de prestar un servicio de abastecimiento de agua. Por lo tanto (ONU, 2014) establece que:

La calidad del agua se determina comparando las características físicas y químicas de una muestra de agua con unas directrices de calidad del agua o estándares. En el caso del agua potable, estas normas se establecen para asegurar un suministro de agua limpia y saludable para el consumo humano y, de este modo, proteger la salud de las personas.

2.4.2. Control de calidad del agua

Se entiende por control de calidad del agua a la actividad sistemática y continua de supervisión de las diferentes fases de la producción y distribución del agua, según programas específicos, que deben ejecutar las instituciones o empresas encargadas de dar el servicio de agua.

2.4.3. Control de procesos

El control de procesos es el conjunto de procedimientos que se emplean para determinar las características físicas, químicas, biológicas y microbiológicas del agua en un sistema de potabilización. De esta manera se puede estudiar las magnitudes de las transformaciones que sufre la calidad del agua, durante los procesos de tratamiento (CAPRE, 1994).

2.4.4. Preservación de la calidad del agua

Uno de los parámetros más importantes en proyectos de este tipo es mantener siempre la calidad del agua para esto se deben prever todas las condiciones presentes y futuras que puedan afectar la calidad del agua ya sean contaminantes del tipo: Domestico, agrícola, industrial o de cualquier otra índole. En el caso de ver afectaciones de este tipo se deberán presentar las recomendaciones en base a las disposiciones legales existentes emitidas por las instituciones correspondientes como INAA, MARENA, INETER, etc.

2.4.5. Rendimiento de la fuente

Un pozo es apto para su uso tomando en cuenta su rendimiento, este se realiza mediante una prueba de bombeo, en la cual se determinará el caudal máximo de explotación y de esta manera garantizar la durabilidad de la fuente y del sistema.

El INAA establece, que esta prueba deberá realizarse en el periodo seco, de no contarse con información del caudal en periodo seco, no se deberá considerar como alternativa para el proyecto y se tendrá que esperar hasta el periodo seco para su aforo.

2.5. Diseño hidráulico

Al tener en cuenta todos los factores que intervienen en la realización de este proyecto la alternativa social y económica más factible es la implementación de un Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE), el cual está compuesto por: Fuente de abastecimiento (pozo perforado), estación de bombeo, línea de conducción, tanque y red de distribución.

2.5.1. Estación de bombeo

Se deben tomar ciertas medidas de precaución con la construcción de la estación de bombeo se recomienda utilizar materiales a prueba de humedad e incendio, así como su debida cerca perimetral para evitar el ingreso de personas no autorizadas. Estas estaciones deberán estar equipadas con sus sistemas de cloración posterior a la línea de bombeo.

2.5.2. Selección del equipo de bombeo

Conociendo la altura a vencer por la bomba el caudal que debe suministrar la misma, se selecciona de entre los equipos de bombeos ofrecidos por catálogo aquel modelo que presente características que trabajen lo más parecido posible a los valores calculados de altura y caudal respectivamente. De la ficha técnica del equipo se obtienen especificaciones de la bomba seleccionada, que incluyen: Velocidad de giro, diámetro del orificio de la bomba, potencia y eficiencia.

2.5.2.1. Altura manométrica total

Es la altura manométrica de impulsión. Esta debe ser suministrada por la bomba, y es independiente del peso específico del líquido, por lo que sólo puede expresarse en metros de columna de agua (mca). (Universidad de Sevilla, 2007).

2.5.2.2. Pérdidas en la columna

Según (NTON 09 002-99), establece que las pérdidas por fricción en la columna de bombeo se consideran no mayor al 5% de su longitud.

2.5.3. Equipo eléctrico

Para la elaboración de un Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE) se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Estudiar cuidadosamente las alternativas para determinar la fuente de energía más económica y eficiente para el funcionamiento de las bombas.
- Que sea posible suficiente energía para operar las bombas a su máxima capacidad en caso de emergencia (excepto la bomba de reversa).
- Cuando el caso lo requiera se proveerá una fuente eléctrica de emergencia.

2.5.4. Tanques de almacenamiento

En todo proyecto de abastecimiento de agua potable, se debe diseñar el tanque de abastecimiento necesario que sea capaz de suplir las demandas máximas y que sea capaz de mantener las reservas necesarias en casos de interrupción de la energía o en el caso que la línea de conducción sufra daños o cualquier otro caso desfavorable que se presente.

2.5.4.1. Capacidad del tanque

La capacidad del tanque de almacenamiento deberá satisfacer las siguientes condiciones que se estipulan en (NTON 09 002-99):

- Volumen compensador: El volumen necesario para compensar las variaciones horarias del consumo, se estimará en 15% del consumo promedio diario.
- Volumen de reserva El volumen de reserva para atender eventualidades en caso de emergencia, reparaciones en línea de conducción u obras de captación, se estimará igual al 20 % del consumo promedio diario.

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

2.5.4.2. Localización

Los tanques estarán situados lo más cerca posible a la red de distribución, teniendo en cuenta la topografía del lugar y cuidando que mantenga presiones dentro del rango establecido en la norma en todos y cada uno de los nudos que componen la red.

2.5.4.3. Altura mínima de la ubicación del tanque

La altura del fondo del tanque debe estar situada a una elevación tal que, teniendo las pérdidas del sistema y conociendo el punto más desfavorable de la red, proporcione una presión residual mínima establecida sin presentar ningún tipo de falla subsecuente.

2.5.5. Clase de tanque

2.5.5.1. Mampostería

Se recomienda construir tanque de este material en aquellas localidades donde se disponga de piedra bolón o piedra cantera. No deberá tener altura mayor de 3 metros.

2.5.6. Tipo de tanques

2.5.6.1. Tanque sobre el suelo

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

2.5.7. Línea de conducción

Es el conjunto de ductos y accesorios destinados a transportar el agua procedente de las fuentes de abastecimiento, desde el lugar de captación hasta la red de distribución pasando por el tanque y cualquier sistema potabilizador.

Para su dimensionamiento deberá considerarse los siguientes aspectos:

- Se dimensionará para la condición del consumo de máximo día al final del período de diseño (CMD=1.5 CPD, más las pérdidas).
- La tubería de descarga deberá ser seleccionada para resistir las presiones altas, y deberán ser protegidas contra el golpe de ariete instalando válvulas aliviadoras de presión en las vecindades de las descargas de las bombas.

2.5.7.1. Diámetro más económico

Para el cálculo del diámetro más económico se utilizará la fórmula que se plantea en la Norma Rural del (NTON 09 002-99), tomando en cuenta la elaboración del análisis económico correspondiente, para encontrar la alternativa que presente el menor costo.

2.5.7.2. Golpe de ariete

Los golpes de ariete son producidos por variaciones en la presión de la tubería. Las causas más frecuentes de los golpes de ariete se deben a 3 factores: Apertura y cierre rápido de válvulas, encendido y apagado de una bomba y acumulación y movimiento de bolsas de aire en las tuberías.

2.5.7.3. Trazado

Según (NTON 09 003-99) se tienen que tomar en cuenta los siguientes factores a la hora de seleccionar el trazado de la línea de conducción:

- Que la conducción sea por gravedad siempre que sea posible.
- Que sea cerrada y a presión.
- Que el trazado de la línea sea lo más directo posible desde la fuente a la red de distribución.
- Evitar que la línea atraviese por terrenos extremadamente difíciles o inaccesibles.
- Que esté siempre por debajo de la línea piezométrica un mínimo de 5 metros, y a la vez que se eviten presiones mayores de los 50 metros.
- Evitar que la línea pase por zonas de probables deslizamientos o inundaciones.
- Para proteger la tubería en el caso de paso obligado bajo carreteras, ríos, etc., efectuar obras de protección de la tubería.

2.5.8. Tratamiento y desinfección

Para el sector rural el suministro de agua potable que procede de fuentes superficiales, ya sean estas pequeños ríos o quebradas, o afloramientos de aguas subterráneas como manantiales, pueden presentar características fisicoquímicas y bacteriológicas no aptas para el consumo humano. Por eso el agua requiere una serie de procesos con el objetivo de mejorar su calidad y que esta se convierta en agua potable acorde con lo que la norma establece.

La desinfección se aplica con el propósito de establecer una barrera de seguridad para evitar la difusión de enfermedades de origen hídrico. Con los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico y bacteriológico, se determinará si la desinfección será un tratamiento suficiente para garantizar la pureza del agua y eliminar las coliformes totales. En el caso de acueductos rurales se utiliza para la desinfección el cloro en forma de hipoclorito, debido a su fácil manejo y aplicación. La aplicación de la solución de hipoclorito de calcio o de sodio se efectúa mediante el hipo clorador de carga constante.

2.5.9. Red de distribución

Es un sistema de conductos cerrados, cuya función permite distribuir el agua bajo presión a los diversos puntos de consumo, que pueden ser conexiones domiciliarias o puestos públicos.

Para este diseño (NTON 09 002-99) recomienda considerar los siguientes aspectos:

- Se deberá diseñar para la condición del consumo de hora máxima al final del periodo de diseño, el cual resulta al aplicar el factor de 2.5 al consumo promedio diario ($CHM=2.5CPD$, más las pérdidas).
- El sistema de distribución puede ser de red abierta, de malla cerrada o una combinación de ambos.
- La red se deberá proveer de válvulas, accesorios y obras de arte necesarias, para asegurar su buen funcionamiento y facilitar su mantenimiento.

2.5.9.1. Tipo de red

2.5.9.1.1. Red abierta

Son redes de distribución que están constituidas por un ramal matriz y una serie de ramificaciones. La principal desventaja de este sistema son los puntos, donde se requiere instalar válvulas de limpieza.

2.5.9.1.2. Análisis nodal

El Análisis Nodal es una técnica de análisis en la cual, se determinan componentes de un sistema de distribución de agua potable, definidos como nodos, se le aplican métodos de balance para evaluar su desempeño y optimizar el funcionamiento del sistema en su totalidad.

2.5.10. Parámetros de diseño

2.5.10.1. Período de diseño

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

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

A continuación, se muestran los periodos de diseño de los elementos que componen un sistema de abastecimiento de agua potable según (NTON 09 002-99)

Tabla No.1 Periodos de diseño

Tipos de componentes	Periodo de diseño
Pozos excavados	10 años
Pozos perforados	15 años
Captaciones superficiales y manantiales	20 años
Desarenador	20 años
Filtro Lento	20 años
Líneas de Conducción	15 años
Tanque de almacenamiento	20 años
Red de distribución	15 años

Fuente: Instituto Nicaragüense de Acueducto y Alcantarillados (NTON 09 002-99)

Dentro de los parámetros se incluyen las dotaciones por persona, el período de diseño, la población futura y los factores específicos (velocidades permisibles, presiones máximas y mínimas, diámetro mínimo, cobertura sobre tubería y resistencia de las tuberías).

2.5.10.2. Velocidades permisibles

Se permitirán velocidades de flujo de 0.4 m/s a 2.00 m/s.

2.5.10.3. Presiones mínimas y máximas

La presión mínima residual en la red principal será de 5 mts; la carga estática máxima será de 50.00 mts. Se permitirán en puntos aislados, presiones estáticas hasta de 70.00 mts., cuando el área de servicio sea de topografía muy irregular.

2.5.10.4. Diámetro mínimo

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

2.5.10.5. Cobertura sobre tuberías

En el diseño de tuberías colocadas en calles de tránsito vehicular se mantendrá una cobertura mínima de 1.20 m, sobre la corona del conducto en toda su longitud, y en calles peatonales esta cobertura mínima será 0.70 m.

2.5.10.6. Resistencia de la tubería y su material

Las tuberías deberán resistir las presiones internas estáticas, dinámicas, de golpe de ariete, y las presiones externas de rellenos y cargas vivas debido al tráfico.

Para el diseño de un sistema de abastecimiento de agua él (NTON 09 003-99) recomienda tomar en cuenta lo siguiente:

- El diseño se hará para las condiciones más desfavorables en la red, con el fin de asegurar su correcto funcionamiento para el período de diseño.
- Deberá de tratarse de servir directamente al mayor porcentaje de la población dentro de las viviendas, en forma continua, de calidad aceptable y cantidad suficiente.
- La distribución de los gastos debe hacerse mediante hipótesis que esté acorde con el consumo real de la localidad durante el período de diseño.

- Las redes de distribución deberán dotarse de los accesorios y obras de artes necesarias, con el fin de asegurar el correcto funcionamiento, dentro de las normas establecidas y para facilitar su mantenimiento.
- El sistema principal de distribución de agua puede ser de red abierta, de malla cerrada, o una combinación de ambas y se distribuirán las tuberías en la planimetría de la localidad, tratando de abarcar el mayor número de viviendas mediante conexiones domiciliarias.

2.5.11. Accesorios

En todo diseño es necesario conocer el funcionamiento de cada uno de los accesorios. Según (EcuRed, 2019) los accesorios más utilizados para sistemas de red de abastecimiento son los siguientes:

2.5.11.1. Válvula de compuerta

Diseñada para permitir el flujo del líquido en línea recta con una caída de presión. Se usan donde el disco de la válvula se mantiene totalmente abierta o cerrada. No son adecuadas para estrangulación dejando las válvulas parcialmente abiertas, causa erosión y daña el disco. Al inicio y al final de la línea de conducción, deberán instalarse válvulas de compuerta para regular o cortar el flujo cuando sea necesario.

2.5.11.2. Válvula de globo

El uso principal de las válvulas de globo consiste en regular o estrangular un fluido, desde el goteo hasta el sello completo y opera eficientemente en cualquier posición intermedia del vástago.

2.5.11.3. Válvulas de admisión y expulsión de aire

Se utiliza para expulsar el aire que pueda haber entrado en la tubería de impulsión mezclado con el agua o que esté presente en esta antes de comenzar su funcionamiento. Igualmente, para admitir aire en la tubería y romper así el vacío que pueda producirse dentro de esta e impedir la falla por aplastamiento al producirse el cierre de las válvulas de compuerta.

2.5.11.4. Válvulas de retención o de check

Su disposición tiene como objetivo en la línea de impulsión impedir que la inversión de la corriente de agua ocasione la rotación inversa del conjunto para preservar el motor de la bomba e impedir el vaciado de la línea de impulsión y posibles inundaciones de la casa de bombas. En la sarta de bombeo se debe de colocar después del equipo de bombeo y antes de la válvula de cierre y en posición horizontal.

2.5.11.5. Válvulas de alivio contra el golpe de ariete

En las sarts de bombeo, éstas se colocan después de la válvula de retención para disipar la sobrepresión que se pueda producir y así proteger el equipo de bombeo y accesorios del golpe de ariete.

2.5.11.6. Válvulas de pase

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

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

2.5.11.7. Válvulas de limpieza

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

2.5.11.8. Conexiones domiciliarias

Son tomas de agua que se aplican en el sector urbano y rural, en este último 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 (NTON 09 002-99).

2.5.11.9. Anclajes

Es obligado el uso de los anclajes de concretos siempre en cada uno de los accesorios de la red. El diseño de los mismos será realizado para soportar las fuerzas internas producidas por la presión del agua dentro de la red.

2.6. Elaboración del presupuesto

2.6.1. Presupuesto

Se conoce como presupuesto a la cantidad monetaria, bienes corporativos o personales con los que se cuenta al momento de elaborar ya sea un trabajo, una obra o proyecto público. En un diseño de red de abastecimiento de agua potable se cuenta con una planeación muy detallada de lo que son los gastos de todo lo que implica la red (pozo, tanque, red y todos sus componentes).

Inicialmente se tendrá que conocer estos parámetros para así llegar a concluir la obra en tiempo y forma ya que presupuesto también es un plan de operaciones de una empresa, que se formula para lograr en un tiempo determinado los objetivos propuestos por dicha empresa, y se califica con términos monetarios (Sinnaps, 2019).

2.6.2. Planeación del presupuesto

Es la etapa inicial de la administración, en todo tipo de trabajo a desempeñar, incluyendo las obras civiles, este procedimiento consiste en la formulación del estado deseado para una organización, y con base a esto plantear cursos alternativos de acción.

Al momento de planear un presupuesto se debe considerar el tiempo en el que se quiere desarrollar la obra, tomando en cuenta todos y cada uno de los recursos, o bienes adquiridos y la cantidad que se tendrá que gastar para ejecutar dichos planes, para ello se debe visualizar a futuro los gastos y beneficios del proyecto. Con esto se espera llegar a una organización con base, evaluar y así definir los mecanismos adecuados a seguir para alcanzar los objetivos propuestos.

2.7. Estudio de Impacto ambiental (EIA)

En todo proyecto es indispensable la realización de un estudio de impacto ambiental que proporcione antecedentes fundados para la predicción e identificación del impacto ambiental que este conlleva, y brindar información de la o las acciones que se ejecutaran para minimizar los efectos adversos al medio ambiente.

Los estudios de impacto ambiental EIA, permiten determinar si el proyecto o actividad se hace cargo de los efectos ambientales que genera, mediante la aplicación de medidas de mitigación, reparación y/o compensación (Gestion en Recursos Naturales, 2018).

Capítulo III: Diseño metodológico

3.1. Diagnostico socioeconómico

El diagnostico socioeconómico se basó en la realización de encuestas (Anexo III) al número total de familias de la comunidad, para determinar los criterios de interés económico y social a evaluar. Los resultados de las encuestas se procesaron en una hoja de cálculo en el software Excel obteniendo los principales parámetros estadísticos descriptivos de la población y la demanda por servicio

3.2. Levantamiento topográfico

Para la elaboración del estudio topográfico se tomaron las coordenadas y medidas de la zona de trabajo haciendo uso de una estación total marca OMNI modelo DTM-952R, en conjunto con el uso de un GPS marca GARMIN modelo ETREX-20 para tener una precisión adecuada en las medidas del terreno, los cuales ayudaron en la elaboración de los planos de diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, ayudándonos mediante el uso de los softwares Excel y Civil 3D.

3.3. Cálculo de crecimiento poblacional

3.3.1. Procedimiento del método geométrico

Para llevar a cabo el cálculo poblacional se utilizó el método geométrico, expresado por la siguiente formula:

$$P_{fut} = P_{act} * (1 + r)^n \quad Ec.1$$

Donde:

Pfut: Población futura

Pact: Población de inicio de periodo de diseño

r: Tasa de crecimiento en el periodo de diseño expresado en dotación decimal

n: Número de años que comprende el periodo de diseño

3.3.2. Dotaciones

Tabla No.2 Dotaciones de agua en la zona rural

Uso	Dotación (Lppd)
Puestos Públicos.	30 – 40
Sistemas de abastecimiento de agua potable por medio de conexiones domiciliarias de patio	50 – 60
Para pozos excavados y pozos perforados.	20 – 30

Fuente: Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (NTON 09 002-99)

3.4. Estudios de calidad del agua

3.4.1. Prueba de bombeo

Tomando en cuenta los criterios que recomienda la norma de diseño (NTON 09 002-99), se realizó la prueba de bombeo durante 24 horas, de la cual se obtuvieron los resultados que se muestran en la Tabla No.19. Prueba de bombeo.

3.4.2. Muestras de agua para laboratorio

Al finalizar las pruebas de bombeo se procedió a recolectar las muestras de agua necesarias para que se realizaran las pruebas de laboratorios que validaron la calidad del agua, los cuales se realizaron en los laboratorios del PIENSA de la

Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), los resultados obtenidos se mostraran en el acápite 4.2.2. Pruebas de calidad del agua en la fuente.

3.5. Diseño hidráulico

3.5.1. Aforo de la fuente de abastecimiento de agua potable

En el transcurso de las 24 horas de la prueba de bombeo se realizó el aforo volumétrico el que consistió en medir el tiempo necesario que tarda el agua en llenar un recipiente con volumen conocido para lo cual, el caudal es fácilmente calculable con las siguientes ecuaciones:

$$\text{Para fuentes superficiales } Q = \frac{\text{Volumen}}{\text{Tiempo}} = \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right) \quad \text{Ec.2}$$

$$Q_{\text{real}} = \frac{Q1 + Q2 + Q3 + Q4 + Q5}{N} \quad \text{Ec.3}$$

3.5.2. Línea de conducción por bombeo

3.5.2.1. Cálculo del diámetro más económico

Posteriormente de haber obtenido el resultado del caudal de la fuente de abastecimiento se precede a determinar el diámetro económico de la tubería con el uso de la fórmula de Bresse, la cual es la siguiente:

$$D = K * Q^n$$

Ec.4

$$D = 0.9 * Q^{0.45} = m$$

Donde:

D: Diámetro

Q: Caudal $\left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}}\right)$

3.5.2.2. Velocidad

La velocidad en la línea de conducción será calculada a partir de la fórmula de continuidad, que se expresa a continuación:

$$V = \frac{4Q}{\pi\phi^2}$$

Ec.5

$$0.4 \frac{\text{m}}{\text{s}} < V < 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

3.5.2.3. Cálculo de pérdidas por fricción

Para el cálculo hidráulico, las pérdidas por fricción se determinarán por el uso de la fórmula de Hazen-William:

$$\frac{H}{L} = S = \frac{10.575Q^{1.85}}{C^{1.85}D^{4.87}}$$

Ec.6

Donde:

H: Pérdida de carga en metros

L: Longitud en metros

S: Pérdida de carga en mt/mt

Q: Gasto en $\left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}}\right)$

D: Diámetro en metros

C: Coeficiente de Hazen-Williams, cuyo valor depende del tipo de tubería utilizada.

Tabla No.3 Coeficiente de capacidad hidráulica (C) de Hazen-Williams

Material del conducto	Coeficiente	
	Nuevos (C)	Inciertos (C)
Cloruro de polivinilo (PVC)	150	130
Hierro "dúctil"	130	100

Fuente INAA (NTON 09 003-99)

3.5.2.4. Pérdidas locales

$$h_l = K \left(\frac{V^2}{2g} \right) = m \quad \text{Ec.7}$$

Donde:

h_l: Pérdidas locales

K: Coeficiente para cada tipo de accesorios. (Ver Tabla No.25. Pérdidas locales por accesorios)

V: Velocidad de flujo

g: Constante de la fuerza de gravedad

3.5.2.5. Altura manométrica total

$$H_b = H_c + H_i \quad \text{Ec.8}$$

Donde:

H_b: Altura dinámica o altura de bombeo (mts)

H_c: Altura de la columna de bombeo y pérdida por fricción (mts)

H_i: Carga de impulsión (mts)

3.5.2.6. Cálculo de pérdidas en la columna

$$L_c = NB + \text{Sumergencia} \quad \text{Ec.9}$$

$$H_f \text{ columna} \leq 5\% L_c$$

Donde:

L_c : Longitud de la columna

3.5.2.7. Pérdidas en la descarga

$$h_{\text{desc}} = 10.675 \left(\frac{Q}{C} \right)^{1.852} * \frac{L_{\text{real}}}{\phi^{4.87}} \quad \text{Ec.10}$$

$$L_{\text{real}} = L_{\text{tuberia}} + L_e$$

Donde:

L_e : Longitud equivalente que depende de los elementos contenido en la sarta (m)

L_{tuberia} : Longitud del pozo al punto final (m)

Además, se deberá usar la siguiente tabla para el cálculo de L_e , debido al uso de accesorios.

Tabla No.4 Pérdidas de accesorios de la longitud equivalente en tubería recta

Elemento	mm	13	19	25	32	38	50	63	76	100	125	150
	plg	½	¾	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	5	6
Codo 90°												
Radio largo		0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.6	2.1	2.7	3.4
Radio medio		0.4	0.6	0.7	0.9	1.1	1.4	1.7	2.1	2.8	3.7	4.3
Radio corto		0.5	0.7	0.8	1.1	1.3	1.7	2	2.5	3.4	4.5	4.9
Codo 45°		0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9	1.2	1.5	1.9	2.3
Curva 90												
R/D 1 1/2		0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1	1.3	1.6	1.9
R/D 1		0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1	1.3	1.6	2.1	2.5
Curva 45		0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.1
Entrada												
Normal		0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.6	2	2.5
De borda		0.4	0.5	0.7	0.9	1	1.5	1.9	2.2	3.2	4	5
Válvula												
Compuerta		0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.7	0.9	1
Globo		4.9	6.7	8.2	11.3	13.4	17.4	21	26	34	45.3	51
Angulo		2.6	3.6	4.6	5.6	6.7	8.5	10	13	17	21	26
De pie		3.6	5.6	7.3	10	11.6	14	17	20	23	31	39
Retención												
T. liviano		1.1	1.6	2.1	2.7	3.2	4.2	5.2	6.3	6.4	10.4	12.5
T. pesado		1.6	2.4	3.2	4	4.8	6.4	8.1	9.7	12.9	16.1	19.3
T. de paso												
Directo		0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.6	2.1	2.7	3.4
Lateral		1	1.4	1.7	2.3	2.8	3.5	4.3	5.2	6.7	8.4	10
T. salida												
bilateral		1	1.4	1.7	2.3	2.8	3.5	4.3	5.2	6.7	8.4	10
Salida de tubería		0.4	0.5	0.7	0.9	1	1.5	1.9	2.2	3.2	4	5

Fuente: (RotorPump)

3.5.2.8. Celeridad

$$a = \frac{1420}{\sqrt{1 + \left(\frac{K}{E}\right) (SDR - 2)}} \quad \text{Ec.11}$$

Donde:

a: Velocidad de la onda m/s

K: Módulo de compresión del agua = $2,06 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$

E: Módulo de elasticidad de la tubería = $2,81 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$ para PVC 1120

SDR: Razón dimensional estándar

3.5.2.8.1. Sobrepresión

Para este cálculo es necesario conocer el resultado del golpe de ariete y así conocer la sobrepresión en la tubería, se realiza utilizando la siguiente formula:

$$P = \frac{a * V}{g} = m \quad \text{Ec.12}$$

$$P_{\text{Total}} = \text{CED} + P = m \quad \text{Ec.13}$$

Donde:

CED: Carga estática en la descarga

CED: Elevación del tanque – elevación fuente

Tabla No.5 Espesor de tubería SDR-17

Espesor de tubería SDR-17	
Tubo	e (mm)
1 ½"	2.84
2"	3.56
2 ½"	4.29
3"	5.23
4"	6.73

Fuente: Catálogo Durman tubería tipo SDR

3.5.3. Equipo de bombeo

Por medio del análisis de los cálculos hidráulicos se propone usar una bomba de eje vertical sumergible marca Franklin Electric serie SSI.

3.5.3.1. Carga total dinámica

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

$$CTD = NB + CED + hf \text{ columna} + hf \text{ descarga} \quad \text{Ec.14}$$

Donde:

NB: Nivel más bajo del agua durante el bombeo (m)

CED: Carga estática de la descarga (m)

hf columna: Pérdidas de la columna dentro del pozo (m)

hf descarga: Pérdidas en la descarga (m)

NB= NEA + Variación + Abatimiento (m)

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

3.5.3.2. Potencia hidráulica de la bomba

$$PB = \frac{Q \text{ (Gpm)} * \text{CTD (Ft)}}{3960} = \text{HP} \quad \text{Ec.15}$$

3.5.3.3. Potencia analítica del equipo bombeo

$$PEB = \frac{PB}{e_m} = \text{HP} \quad \text{Ec.16}$$

Donde:

PB: Potencia de la bomba

Q: CMD

CTD: Carga total dinámica

e_m : Eficiencia del motor

3.5.4. Red de distribución

3.5.4.1. Cálculos de consumos

Para el diseño de la red de distribución es necesaria la realización de los siguientes cálculos:

- Consumo doméstico (CD):

$$CD = P_f(\text{Dotacion}) \quad \text{Ec.17}$$

Donde:

P_f : Población futura

Dotación: Según norma se asignó una dotación de 60 lppd

- Caudal institucional o público (CP): En cumplimiento de la norma (NTON 09 003-99), se aplicó el 7% al resultado de la Ec.17 para incluir en el consumo doméstico el CP.

$$CP = CD \left(\frac{7}{100} \right) \quad \text{Ec.18}$$

- Consumo promedio diario (CPD):

$$CPD = CD + CP \quad \text{Ec.19}$$

- Pérdidas en el sistema: Según norma NTON-09-003-99 es el 20% del consumo promedio diario (CPD).

$$Q_{\text{pérdidas}} = CPD \left(\frac{20}{100} \right) \quad \text{Ec.20}$$

- Consumo máximo diario y horario: Para la estimación del caudal de diseño se consideraron las variaciones de consumo las cuales corresponden a 1.5 para el consumo máximo diario (CMD) para línea de conducción y de 2.5 para el consumo máximo horario (CMH) para la red de distribución.

$$CMD = 1.5CPD + Q_{\text{pérdidas}} \quad \text{Ec.21}$$

$$CMH = 2.5CPD + Q_{\text{pérdidas}} \quad \text{Ec.22}$$

3.5.4.2. Demanda de los nodos

Los caudales nodales se determinaron por el método de número de familias el cual calcula un caudal unitario, dividiendo el caudal máximo horario entre el número total

de familias de la población, obteniendo así el caudal en cada nodo que será el número de familias en su área de influencia, multiplicado por el caudal unitario.

$$Q_i = Q_f * F_i$$

Ec.23

$$Q_f = \frac{Q_{mh}}{F_t}$$

Donde:

Q_i : Caudal en el nodo "i" (l/s)

Q_f : Caudal unitario por familia (l/s/fam)

Q_{mh} : Caudal máximo horario del proyecto (l/s)

F_i : Número de familias en el área de influencia del nodo "i"

F_t : Número de familias total de la red

3.5.4.3. Diseño de red de distribución

Para realizar el diseño de la red de distribución y los cálculos pertinentes se utilizó el software EPANET.

3.5.4.4. Diseño de tanque de almacenamiento

Se diseñó un tanque de hormigón armado y situado sobre el suelo, la capacidad del tanque de almacenamiento se estimará igual al 35% del consumo promedio diario, del cual el 15% se destinará como el volumen necesario para compensar las variaciones horarias y el 20% restante será el volumen de reserva para atender eventualidades en caso de emergencia, reparación en la línea de conducción u obras de captación.

3.5.4.5. Tratamiento y desinfección

Una vez obtenidos los resultados de las pruebas de laboratorio, de las cuales se determinará el proceso químico más adecuado para que el agua cumpla con los parámetros establecidos por el INAA en las normas de calidad del agua.

Según (Comision Nacional del Agua, 2007), la dosis de cloro aplicada para sistemas de tratamiento con el uso de hipoclorito de sodio debe estar entre 0.2-2 mg/L.

Como se establece en (NTON 09 003-99), es necesario calcular la capacidad requerida de la estación de cloración, la cual se obtiene con la siguiente fórmula:

$$Ca = \frac{Q_{mh} * C}{1000} = Kg/dia \quad \text{Ec.24}$$

Donde:

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

Q_{mh} : Caudal máximo horario $m^3/día$

C: Dosis de cloro a aplicar mg/lit

3.5.5. Conexiones domiciliarias

Según (NTON 09 002-99) para conexiones domiciliarias se deberán satisfacer las siguientes condiciones:

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

- La comunidad deberá aportar parte de la tubería a utilizarse en las tomas domiciliarias. La conexión domiciliar llegará hasta el lindero de la propiedad, a partir de ahí la conexión correrá por cuenta del propietario.
- El diámetro de las conexiones y de los grifos será de ½" (12 mm.)

3.6. Elaboración de presupuesto

La elaboración del presupuesto se realizará en base a los catálogos de etapas y subetapas del FISE, con el cual se determinará el costo total que tendrá el proyecto y sus alcances.

3.7. Impacto ambiental

Se realizaron los procedimientos pertinentes que permitieron identificar los posibles efectos ambientales a causa de la ejecución del proyecto, todo esto en base a lo que establece la fase de factibilidad dentro del manual de Normas y Procedimientos de gestión ambiental (FISE, 2017).

Capítulo IV: Análisis y presentación de resultados

4.1. Descripción de la situación socioeconómica de la comunidad La Rinconada

4.1.1. Diagnostico socioeconómico

En la comunidad La Rinconada del municipio de La Concordia departamento de Jinotega se realizó un censo en toda la comunidad, obteniendo una población vigente de 317 habitantes, por lo cual se tomó en cuenta a los 95 jefes de familia los cuales representan 95 viviendas, que conforman el número de encuestas realizadas en el estudio las cuales fueron procesadas y analizadas posteriormente con el propósito de realizar el análisis social de la población.

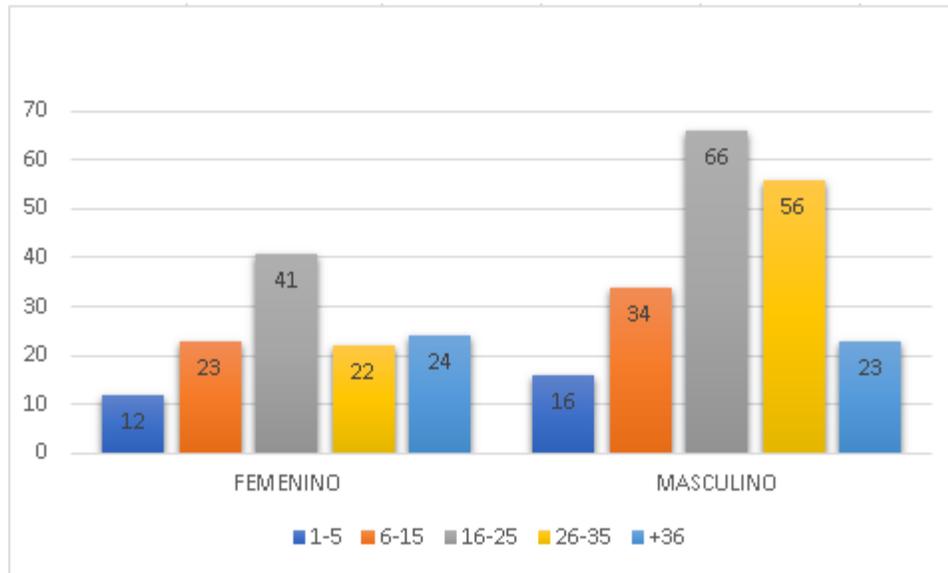
Con los resultados de las encuestas se pudo determinar los siguientes datos estadísticos:

- **Género y edad**

De las 95 personas encuestadas se obtuvo como resultado de 317 personas que habitan en la comunidad de las cuales el 38% corresponde al género femenino de este porcentaje el 9.8% está en el rango de edad de 1-5 años, el 18.9% entre 6-15, el 33.6% entre 16-25, el 18% entre 26-35 y el 19.7% tienen más de 36 años.

El 62% restante de la población corresponde al género masculino de los cuales el 8.2% está en el rango de edad de 1-5 años, el 17.4% entre 6-15, el 33.8% entre 16-25, el 28.8% entre 26-35 y el 11.8% tienen más de 36 años.

Gráfico No.1 Género y edad



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de encuesta

- **Empleos de los habitantes de la comunidad**

En la tabla No.6. Representa el total de personas que actualmente cuentan con un trabajo, obteniéndose como resultado que existe un 39% de personas que laboran actualmente y un 61% de personas que no trabajan. Además, se identificó el género de las personas que laboran; un 71% de las personas que trabajan son hombres y un 29% son mujeres, de las personas que no trabajan existe un 55% de hombres y de igual manera un 45% de mujeres; lo que refleja que la mayoría de estas personas son entre ellos amas de casa, niños y personas mayores que se dedican al cuidado de ganado, crianza de cerdos y gallinas.

Tabla No.6 Trabajo actual en relación con el género de los habitantes

Trabaja	Genero		Porcentaje	
	Masculino	Femenino	Masculino	Femenino
Si	88	36	28%	11%
No	107	86	34%	27%
Total	195	122	62%	38%
	317 habitantes		100%	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de encuestas

- **Nivel de educación de las familias**

En la siguiente tabla se refleja la cantidad de personas que actualmente estudian en la comunidad.

De las personas que habitan en la comunidad existe un 77% que no estudia actualmente. Un 15% que tienen al menos 1 persona estudiando por familia, un 6% que tienen 2 personas estudiando y un 2% que tienen 3 personas estudiando por familia.

Cabe señalar que en la comunidad La Rinconada existe un único centro escolar donde se imparte la educación primaria por la mañana y la secundaria por la tarde.

Tabla No.7 Número de personas en la vivienda que estudian

N° de personas por familia	¿De las personas en su hogar? ¿Cuántas estudian?					
	Ninguno	1	2	3	Total, Habitantes	Total, Familias
1	3	0	0	0	3	3
2	29	7	0	0	36	18

N° de personas por familia	¿De las personas en su hogar? ¿Cuántas estudian?					
	Ninguno	1	2	3	Total, Habitantes	Total, Familias
3	87	21	3	0	111	37
4	65	17	6	0	88	22
5	42	1	8	4	55	11
6	19	1	3	1	24	4
Total	245	47	20	5	317 habitantes	95 familias

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de encuesta

- **Ingresos**

Es importante señalar, que por lógica económica los niveles de ingreso van a estar en dependencia del perfil del mercado laboral predominante, la población en estudio realiza actividades vinculadas a los siguientes sectores: Agricultura, sector comercio (pulpería) y el sector de la industria tabacalera.

A partir de lo anterior, el análisis de los niveles de ingresos por los miembros de las familias refleja un comportamiento similar, evidenciando un alto deterioro de las economías familiares. A continuación, se presentan las principales conclusiones sobre los volúmenes de ingresos familiares.

En la tabla No. 8, se valora que los ingresos mensuales de cada vivienda existen un 28% que recibe un ingreso menor o igual a los C\$4500 córdobas netos, un 42% que obtiene ingresos mayores de C\$4501 a C\$7000 córdobas netos y un 30% que recibe ingresos mayores de C\$7001 córdobas.

Según fuentes del Banco Central de Nicaragua (BCN) establece que el costo de la canasta básica para abril 2019 fue de C\$13780.79 córdobas. (Banco Central de Nicaragua, 2019)

Al comparar los hogares donde los ingresos son menores a C\$4500 córdobas apenas cubren el 33% de la canasta básica es decir que este porcentaje de hogares viven en pobreza, y según datos oficiales en Nicaragua el 23.5% de la población viven en pobreza. (Confidencial , 2019)

Tabla No.8 Promedio de ingresos en el hogar

Personas que trabajan del hogar	Ingreso promedio de las personas que trabajan en el hogar			
	Menor o igual a C\$4500	C\$4501 a C\$7000	Mayor a C\$7001	Total
1	22	13	19	54
2	8	31	14	53
3	5	8	4	17
Total	35	52	37	124

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de encuesta

- **Características de las viviendas habitacionales**

Se logra identificar que un 25% del total de familias no disponen de vivienda propia, teniendo que recurrir de familiares que les prestan las viviendas y el 75% restante posee vivienda propia.

Tabla No.9 Propietario de la vivienda

Vivienda	Cantidad	Porcentaje
Propia	71	75%
Prestada	24	25%
Alquilada	0	0
Total	95	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de encuesta

Además, a cada vivienda se le valoró la estructura con la que está construida con las siguientes características:

- **Materiales de construcción del techo de las viviendas**

El principal material utilizado para la construcción de la cubierta o techo es el zinc representando el 71% de las viviendas analizadas. Se observó que el 29% restante utiliza tejas artesanales como cubierta de techo.

Tabla No.10 Material de estructura de techo

Material	Cantidad	Porcentaje
Zinc	67	71%
Teja	28	29%
Total	95	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de encuesta

- **Material de construcción de paredes de las viviendas**

Las paredes de las viviendas estas construidas mayoritariamente de ladrillo representando este el 57% de la totalidad de las viviendas en la comunidad, siguiéndole las estructuras de madera con un 29% de las viviendas, luego estructuras de bloque con un 11% y se observa un valor mínimo, pero no despreciable del 3% de viviendas que son construidas con material plástico y desechos de madera como ripios u otros.

Estos datos reflejan que un 68% de las paredes son construidas con materiales de calidad media y el 32% restante con materiales de baja calidad lo que obedece al bajo ingreso que posee la población.

Tabla No 11 Material de estructura de paredes

Materiales	Cantidad	Porcentaje
Ladrillo	54	57%
Bloque	10	11%
Madera	28	29%
Otros	3	3%
Total	95	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de encuesta

Existe un 64% del total de viviendas que no cuentan con niveles de cubierta de piso, encontrándose en estado natural o tierra. Lo anterior es un indicativo de bajos niveles de ingresos en las familias, afectando directamente en las condiciones de vida de la población de las mismas. Sin embargo, se tiene un 16% que el piso es de cerámica, 20% de embaldosado. Todo esto nos indica que las viviendas poseen un bajo nivel constructivo.

Tabla No.12 Material de estructura de piso

Material	Cantidad	Porcentaje
Cerámica	15	16%
Embaldosado	19	20%
Tierra	61	64%
Total	95	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de encuesta

- **Salud**

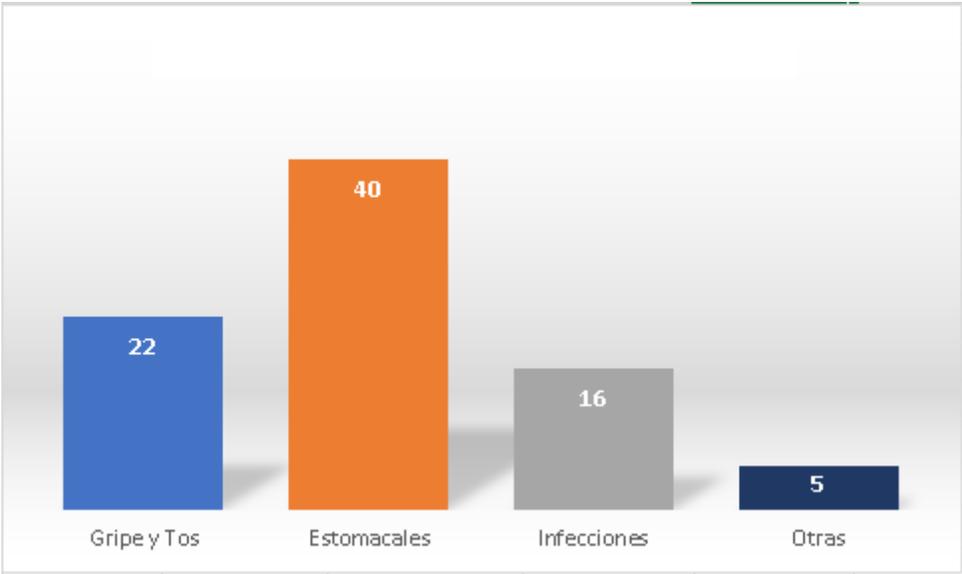
Es de vital importancia mencionar que en la comunidad no existe un centro de salud donde los habitantes puedan asistir para realizar sus controles y valoraciones

médicas, por lo que los habitantes en su mayoría deciden viajar hasta el municipio de La Concordia para tener asistencia médica.

A su vez se identificaron las enfermedades que están relacionadas a la baja calidad del agua que posee la comunidad, donde se fundamenta el planteamiento del problema.

En el siguiente grafico se observa que un 26% del total de población presento algún tipo de enfermedad, por lo que se clasifico en dependencia de los síntomas que presentaban los habitantes, lo que resulto que un 27% de las personas que presentaron enfermedades se asociaron a enfermedades respiratorias, un 48% a enfermedades estomacales, un 19% a enfermedades infecciosas y el 6% restante padecen otro tipo de enfermedades (hipertensión arterial y dengue).

Gráfico No.2 Enfermedades más frecuentes



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de encuesta

De las familias encuestadas un 44% almacena el agua en barriles, un 17% en baldes, un 6% en pilas y un 33% en otros recipientes como botellas plásticas.

Tabla No.13 ¿En que almacenan agua los pobladores de la comunidad?

Recipiente	Cantidad	Porcentaje
Barriles	42	44%
Baldes	16	17%
Pilas	6	6%
Otros	31	33%
Total	95	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de encuesta

Por otra parte, la responsabilidad de trasladar el agua hasta sus hogares está distribuida entre todos los miembros de la familia ya que no hay un miembro a cargo al 100% del transporte del agua hasta sus hogares. Además, cabe recalcar que el tiempo que invierten en el llenado y transporte de los recipientes es alto debido al problema que presenta la comunidad con la poca cantidad de agua que les llega, por lo tanto, al contar con un sistema eficiente todo el tiempo que pierden actualmente lo podrán aprovechar en realizar actividades que sean de más beneficio para ellos.

- **Tratamiento**

El agua que llega a algunas viviendas y de la cual consume la población es de mala calidad y debido a los escasos recursos económicos existentes en la población, los habitantes no realizan ningún tipo de tratamiento al agua, sino que la consumen directamente de la fuente.

- **Aceptación de la propuesta del diseño**

La aceptación de la propuesta del diseño de red de abastecimiento de agua potable es del 100% de la población, ya que no hay ningún habitante satisfecho con la cantidad de agua que reciben, esto permite que nuestro diseño tenga buena aceptación ante la comunidad ya que esto permitirá mejorar en gran medida la calidad de vida de los habitantes de la comunidad.

4.2. Estudio topográfico

4.2.1. Levantamiento topográfico

Para el diseño de una red de distribución de agua potable se requiere una serie de procesos, empezando por la topografía del terreno para proseguir con los cálculos de diseño.

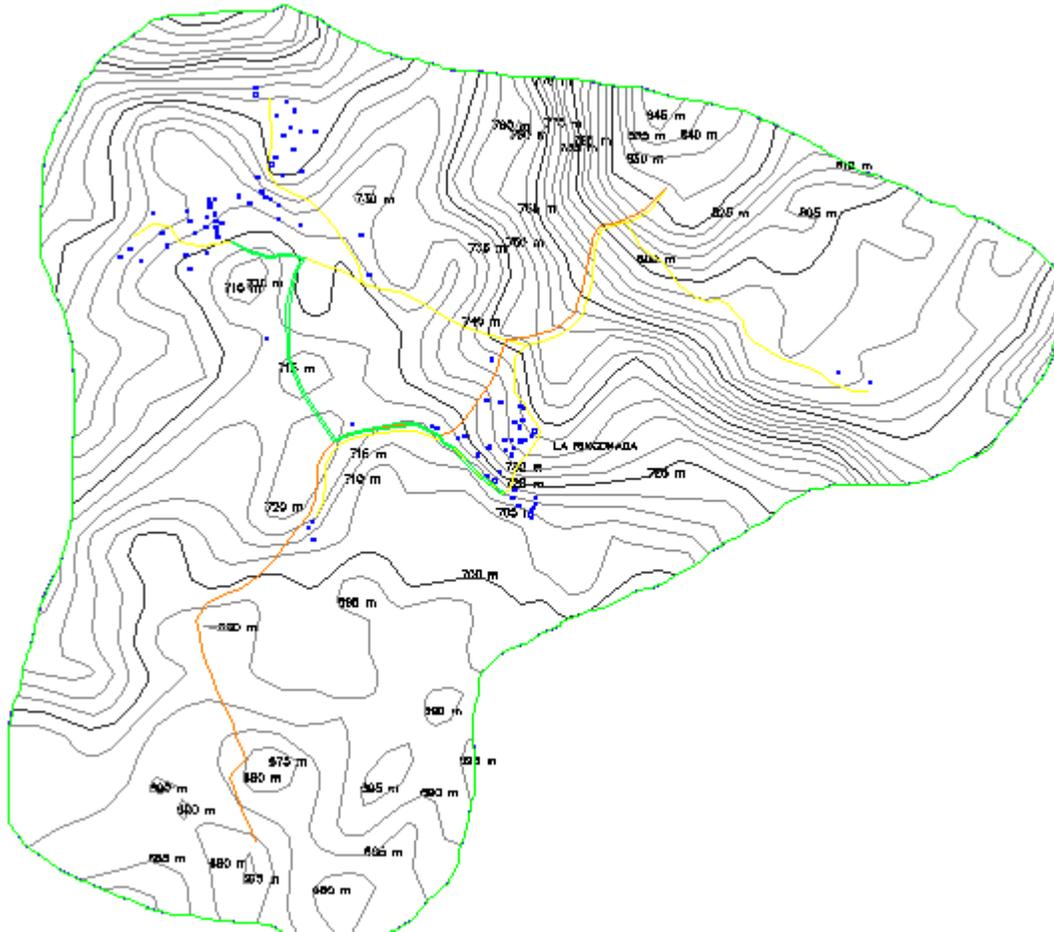
Esta es la primera fase del estudio técnico y descriptivo de un terreno. Se trata de examinar la superficie teniendo en cuenta las características físicas y geográficas del terreno, ya que es esencial en la elaboración de planos de un proyecto a ejecutar.

Con el levantamiento topográfico realizado en la comunidad La Rinconada se determinó que es una red de distribución abierta debido a que el terreno tiene varias ramificaciones que salen de la línea principal.

Además, el estudio topográfico permite determinar las elevaciones, pendientes y longitudes del terreno con el uso de las curvas de nivel.

Las curvas de nivel que se muestran a continuación representan las distintas elevaciones del terreno; el cual brindara longitudes entre curvas de nivel.

Figura No.1 Curvas de nivel del terreno



Fuente: Elaboración propia con el uso aplicado del software AutoCAD/Civilcad

4.3. Estudio de la demanda

4.3.1. Cálculo de crecimiento poblacional de la comunidad La Rinconada a través del método geométrico

Para un buen diseño de abastecimiento de agua potable fue necesario realizar un análisis del crecimiento poblacional de la comunidad La Rinconada, con el fin de calcular las dotaciones necesarias para las poblaciones futuras.

Para este estudio investigativo se tiene una población actual de 317 habitantes en la comunidad, datos obtenidos a través de la realización de un censo poblacional elaborado por los integrantes de esta investigación a inicios del año 2019, se optó por iniciar el período de diseño a partir del año 2020 ya que el año en curso está por finalizar.

Para llevar a cabo el cálculo de población futura se tomó en cuenta la población actual, se asume una tasa de crecimiento del 3% y tomando en cuenta un periodo de diseño de 20 años.

En la siguiente tabla se muestra el crecimiento poblacional por año en la comunidad:

Tabla No.14 Crecimiento poblacional

Año	Población	Año	Población
2020	327	2030	439
2021	337	2031	453
2022	347	2032	466
2023	357	2033	480
2024	368	2034	495
2025	379	2035	509
2026	390	2036	525
2027	402	2037	540
2028	414	2038	557
2029	427	2039	573
		2040	591

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos en Excel

Al obtener los datos de población futura se procedió a realizar el cálculo del consumo doméstico (CD) para el cual se utilizaron los datos de población futura por año y el criterio de dotación que estipula el (NTON 09 003-99), que para este tipo de proyecto está en el rango de 50-60 lppd.

En la siguiente tabla se muestran los resultados:

Tabla No.15 Consumos domésticos

Año	Población	Dotación	CD	
		Lppd	Lppd	Lps
2020	327	60	19620.00	0.23
2021	337	60	20208.60	0.23
2022	347	60	20814.86	0.24
2023	357	60	21439.30	0.25
2024	368	60	22082.48	0.26
2025	379	60	22744.96	0.26
2026	390	60	23427.31	0.27
2027	402	60	24130.13	0.28
2028	414	60	24854.03	0.29
2029	427	60	25599.65	0.30
2030	439	60	26367.64	0.31
2031	453	60	27158.67	0.31
2032	466	60	27973.43	0.32
2033	480	60	28812.63	0.33
2034	495	60	29677.01	0.34
2035	509	60	30567.32	0.35
2036	525	60	31484.34	0.36
2037	540	60	32428.87	0.38
2038	557	60	33401.74	0.39
2039	573	60	34403.79	0.40
2040	591	60	35435.90	0.41

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos de Excel

El INAA establece que es necesario calcular el consumo público o institucional que equivale al 7% del consumo doméstico, al obtener los resultados del consumo doméstico y consumo público se procede a calcular el consumo promedio diario (CPD), que es la suma de consumo doméstico y consumo público, estos resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla No.16 Consumo público y consumo promedio diario

Año	Población	CP		CPD	
		Lppd	Lps	Lppd	Lps
2020	327	1373.40	0.016	20993.40	0.243
2021	337	1414.60	0.016	21623.20	0.250
2022	347	1457.04	0.017	22271.90	0.258
2023	357	1500.75	0.017	22940.06	0.266
2024	368	1545.77	0.018	23628.26	0.273
2025	379	1592.15	0.018	24337.10	0.282
2026	390	1639.91	0.019	25067.22	0.290
2027	402	1689.11	0.020	25819.23	0.299
2028	414	1739.78	0.020	26593.81	0.308
2029	427	1791.98	0.021	27391.63	0.317
2030	439	1845.73	0.021	28213.37	0.327
2031	453	1901.11	0.022	29059.78	0.336
2032	466	1958.14	0.023	29931.57	0.346
2033	480	2016.88	0.023	30829.52	0.357
2034	495	2077.39	0.024	31754.40	0.368
2035	509	2139.71	0.025	32707.03	0.379
2036	525	2203.90	0.026	33688.24	0.390
2037	540	2270.02	0.026	34698.89	0.402
2038	557	2338.12	0.027	35739.86	0.414
2039	573	2408.27	0.028	36812.05	0.426
2040	591	2480.51	0.029	37916.42	0.439

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos en Excel

Obteniendo el CPD se realiza el cálculo de pérdidas en el sistema como establece la norma NTON 09 003 99, aplicando un porcentaje del 20% del CPD, los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla No.17 Pérdidas en el sistema

Año	Población	Pérdidas en el sistema 20% (Qpérdidas)	
		Lppd	Lps
2020	327	4198.68	0.049
2021	337	4324.64	0.050
2022	347	4454.38	0.052
2023	357	4588.01	0.053
2024	368	4725.65	0.055
2025	379	4867.42	0.056
2026	390	5013.44	0.058
2027	402	5163.85	0.060
2028	414	5318.76	0.062
2029	427	5478.33	0.063
2030	439	5642.67	0.065
2031	453	5811.96	0.067
2032	466	5986.31	0.069
2033	480	6165.90	0.071
2034	495	6350.88	0.074
2035	509	6541.41	0.076
2036	525	6737.65	0.078
2037	540	6939.78	0.080
2038	557	7147.97	0.083
2039	573	7362.41	0.085
2040	591	7583.28	0.088

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos en Excel

Para el cálculo de consumos máximo diario y horario según norma técnica se calculan de la siguiente manera: $2.5\text{CPD} + Q_{\text{pérdidas}}$ para consumo máximo horario y $1.5\text{CPD} + Q_{\text{pérdidas}}$ para el consumo máximo diario.

Los resultados se muestran a continuación:

Tabla No.18 Consumos máximos diarios y horarios

Año	Población	Consumo máximo diario CMD=1.5CPD+Qpérdidas			Consumo máximo horario CMH=2.5CPD+Qpérdidas		
		Lppd	Lps	m ³ /s	Lppd	Lps	m ³ /s
2020	327	35688.78	0.41	0.00041	56682.18	0.66	0.00066
2021	337	36759.4434	0.43	0.00043	58382.6454	0.68	0.00068
2022	347	37862.2267	0.44	0.00044	60134.1248	0.70	0.00070
2023	357	38998.0935	0.45	0.00045	61938.1485	0.72	0.00072
2024	368	40168.0363	0.46	0.00046	63796.293	0.74	0.00074
2025	379	41373.0774	0.48	0.00048	65710.1817	0.76	0.00076
2026	390	42614.2697	0.49	0.00049	67681.4872	0.78	0.00078
2027	402	43892.6978	0.51	0.00051	69711.9318	0.81	0.00081
2028	414	45209.4787	0.52	0.00052	71803.2898	0.83	0.00083
2029	427	46565.7631	0.54	0.00054	73957.3885	0.86	0.00086
2030	439	47962.736	0.56	0.00056	76176.1101	0.88	0.00088
2031	453	49401.6181	0.57	0.00057	78461.3934	0.91	0.00091
2032	466	50883.6666	0.59	0.00059	80815.2352	0.94	0.00094
2033	480	52410.1766	0.61	0.00061	83239.6923	0.96	0.00096
2034	495	53982.4819	0.62	0.00062	85736.8831	0.99	0.00099
2035	509	55601.9564	0.64	0.00064	88308.9895	1.02	0.00102
2036	525	57270.0151	0.66	0.00066	90958.2592	1.05	0.00105
2037	540	58988.1155	0.68	0.00068	93687.007	1.08	0.00108
2038	557	60757.759	0.70	0.00070	96497.6172	1.12	0.00112
2039	573	62580.4918	0.72	0.00072	99392.5457	1.15	0.00115
2040	591	64457.9065	0.75	0.00075	102374.322	1.18	0.00118

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Excel

4.4. Estudios de calidad del agua

4.4.1. Pruebas de bombeo

Se realizó la prueba de bombeo siguiendo los criterios que recomienda el INAA para este tipo de pruebas, a como se establece esta tuvo una duración de 24 horas la cual inicio a las 10:55 a.m., del 29 de enero del año en curso, durante esta prueba se midió el nivel estático inicial del agua, así como los niveles de descenso y recuperación del nivel estático, estos datos se obtuvieron mediante el uso de una

sonda de nivel para pozo, también se determinaron los caudales de bombeo cada ciertos periodos de tiempo, resultados que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla No.19 Prueba de bombeo

Localidad: La Rinconada					
Prof. Total: 350 pies					
Diam. Casing: 6"					
Diam. broca: 10"					
NEA:25.36' (7.73m) (water static level)					
Fecha: 29/01/2019		Inicio de prueba: 10:55 a.m.		Final de la prueba: 11:55 a.m.	
30/01/19					
Hora	Minutos	Descenso (m)	Q (gpm)	Recup. (min)	Recup. (m)
10:50 a.m.	0	6 metros		1	
	1	14.86	129.87	2	
	2	15.99		3	
	3	16.65		4	
	4	17.10		5	
	5	17.42		6	
	6	17.63		7	
	7	17.80		8	
	8	17.98		9	
	9	18.13		10	
	10	18.18		12	
	12	18.28		14	
	14	18.42		16	
	16	18.50		18	
	18	18.50		20	
	20	18.58		25	
	25	18.70		30	
	30	18.81	128.75		
	35	18.88			
	40	18.99			
	45	19.01			
	50	19.11			
	55	19.15			
	60	19.15	129.31		
	70	19.15			
	80	19.19			

Hora	Minutos	Descenso (m)	Q (gpm)	Recup. (min)	Recup. (m)
	90	19.21			
	100	19.15			
	110	19.17			
	120	19.22			
	150	19.24			
	180	19.27	130.43		
	210	19.28			
	240	19.33			
	270	19.33			
	300	19.36			
	330	19.38			
	360	19.35	129.87		
	390	19.32		1	
	420	19.35		2	9.30
	450	19.43		3	7.89
	480	19.37		4	7.77
	510	19.37		5	7.73
	540	19.39		6	7.73
	570	19.38		7	7.73
	600	19.35		8	7.73
	630	19.33		9	7.73
	660	19.43	128.21	10	
	690	19.43		12	
	720	19.42		14	
	750	19.43		16	
11:50 a.m.	780	19.43		18	
12:50 a.m.	840	19.43		20	
01:50 a.m.	900	19.47		25	
02:50 a.m.	960	19.48		30	
03:50 a.m.	1020	19.50			
04:50 a.m.	1080	19.51			
05:50 a.m.	1140	19.51			
06:50 a.m.	1200	19.51			
07:50 a.m.	1260	19.51			
08:50 a.m.	1320	19.51			
09:50 a.m.	1380	19.51	129.31		7.73
10:50 a.m.	1440	19.51	NDA ESTABLE 130 GPM		

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de campo

4.4.2. Pruebas de calidad del agua de la fuente

Se elaboraron pruebas fisicoquímicas, metales pesados y coliformes, para estas pruebas se recolectaron 3 muestras para un análisis de la calidad del agua que se consume en la comunidad, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla No.20 Análisis de metales pesados

Calidad del agua realizado por el laboratorio PIENSA				
Análisis de metales pesados				
Método	Parámetro	Unidad	Valor de concentración	Norma CAPRE
			Punto de muestreo 1	
G.H	Arsénico	mg/L	<0.001	0.01
3500-B	Cobre	mg/L	0.007	2
3350-B	Cromo Total	mg/L	0.2	0.05
3500-B	Plomo	mg/L	<0.01	0.01
3500-B	Níquel	mg/L	<0.01	0.05
3350-B	Mercurio	mg/L	<0.001	0.001
EPA 507,508	Plaguicidas Organofosforados	mg/L	ND	NE

Fuente: Programa de Investigación, Estudios Nacionales y Servicios del Ambiente-PIENSA

Tabla No.21 Análisis de coliformes

Calidad del agua realizado por el laboratorio PIENSA				
Análisis de coliformes				
Método	Parámetro	Unidad	Valor de concentración	Norma CAPRE
			Punto de muestreo 1	
9221-B	Coliforme Total	NMP/100mL	24	Negativo
9221-E	Coliforme Fecal	NMP/100mL	Negativo	Negativo

Fuente: Programa de Investigación, Estudios Nacionales y Servicios del Ambiente-PIENSA

Tabla No.22 Análisis físico-químico

Calidad del agua realizados por el laboratorio PIENSA				
Análisis físico-químico				
Métodos	Parámetro	Unidad	Valor de concentración	Norma CAPRE
			Punto de muestreo 1	
Visual	Aspecto	NE	Turbia Lechosa	NE
4500-B	Potencial de hidrogeno	pH	7.39	6.5-8.5
2510-B	Conductividad eléctrica	µS/CM	602.00	400
2130-B	Turbiedad	UNT	12.10	5
2120-C	Color verdadero	mg/L (Pt-Co)	5	15
2320-B	Alcalinidad	mg/L CaCO ₃	259.00	NE
2320-B	Carbonatos	mg/L CaCO ₃	<0.40	NE
2320-B	Bicarbonatos	mg/L CaCO ₃	259.00	NE

Calidad del agua realizados por el laboratorio PIENSA				
Análisis físico-químico				
Métodos	Parámetro	Unidad	Valor de concentración	Norma CAPRE
			Punto de muestreo 1	
4500-B	Nitratos	mg/L	1.67	50
4500-B	Nitritos	mg/L	<0.009	0.1
4500-D	Cloruros	mg/L	26.15	250
3500-B	Hierro total	mg/L	0.473	0.3
4500-D	Sulfatos	mg/L	19.52	250
2340-C	Dureza total	mg/L CaCO ₃	244.48	400
2340-C	Dureza cálcica	mg/L CaCO ₃	174.40	NE
3500-B	Calcio	mg/L	69.90	100
3500-B	Magnesio	mg/L	17.03	50
3500-B	Manganeso	mg/L	0.090	0.5
3500-X	Sodio	mg/L	19.50	200
3500-C	Potasio	mg/L	4.78	10
4500-C	Flúor	mg/L	0.242	0.7

Fuente: Programa de Investigación, Estudios Nacionales y Servicios del Ambiente-PIENSA

En los resultados obtenidos se identificó que el pH del agua se encuentra en un rango de 7.39 donde es considerada un valor neutro, además se tomaron en cuenta otros aspectos físicos y químicos presentes en la muestra, donde estos resultados están en un rango admisible a un resultado máximo como es el caso del, cloruro, sodios, entre otros.

Además, se muestran de 24 coliformes por cada 100 ml, donde es una cantidad mínima, que a su vez no es recomendable consumirla directamente, por lo tanto, se recomienda tratarla con cloración.

4.5. Diseño hidráulico

Condiciones de diseño

Tabla No.23 Condiciones de diseño

Profundidad del nivel estático del agua (NEA)	7.73	m
Profundidad de perforación	106.68	m
Variaciones estacionales	5.89	m
Abatimiento por bombeo	11.78	m
Sumergencia	5.89	m
Tubería de conducción PVC (C)	150	
Caudal de diseño (CMD)	11.9	Gpm
Tiempo de bombeo	16	Horas
Profundidad de la bomba	31.29	m

Fuente: Condiciones propuestas

4.5.1. Aforo de la fuente de abastecimiento de agua potable

Para el cálculo de caudales de la fuente de abastecimiento de agua se tomó en cuenta un volumen constante de 5 galones de un recipiente plástico, donde se cronometraron distintos tiempos que tardaba el recipiente en llenarse, estos datos se tomaron durante el transcurso de las pruebas de bombeo.

Utilizando el método volumétrico se obtuvieron 7 datos de caudales los cuales se sumaron y promediaron posteriormente para conocer un caudal más exacto, los resultados se muestran a continuación:

$$Q_1 = \left[\frac{5 \text{ gal}}{(2.31 \text{ seg}/60 \text{ seg})} \right] = 129.87 \text{ gpm}$$

$$Q_2 = \left[\frac{5 \text{ gal}}{(2.33 \text{ seg}/60 \text{ seg})} \right] = 128.76 \text{ gpm}$$

$$Q_3 = \left[\frac{5 \text{ gal}}{(2.32 \text{ seg}/60 \text{ seg})} \right] = 129.31 \text{ gpm}$$

$$Q_4 = \left[\frac{5 \text{ gal}}{(2.30 \text{ seg}/60 \text{ seg})} \right] = 130.43 \text{ gpm}$$

$$Q_5 = \left[\frac{5 \text{ gal}}{(2.31 \text{ seg}/60 \text{ seg})} \right] = 129.87 \text{ gpm}$$

$$Q_6 = \left[\frac{5 \text{ gal}}{(2.34 \text{ seg}/60 \text{ seg})} \right] = 128.21 \text{ gpm}$$

$$Q_7 = \left[\frac{5 \text{ gal}}{(2.32 \text{ seg}/60 \text{ seg})} \right] = 129.31 \text{ gpm}$$

$$Q_{\text{real}} = \left[\frac{129.87 + 128.76 + 129.31 + 130.43 + 129.87 + 128.21 + 129.31}{7} \right]$$

$$Q_{\text{real}} = 129.39 \text{ gpm} \approx 0.00816 \text{ m}^3/\text{s}$$

Se comparó el CMD para el año 2040 con el caudal real y se determinó que el caudal real es mayor que el CMD, por lo tanto, el agua de la fuente es suficiente para la dotación que necesitara la población en el periodo de diseño.

$$\text{CMD}_{2040} = 0.00075 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} < Q_{\text{real}} = 0.00816 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

4.5.2. Línea de conducción por bombeo eléctrico

La línea de conducción es un conjunto de tuberías y accesorios distribuidos alrededor del terreno según su levantamiento topográfico, estas tuberías están divididas en tramos, estos tramos se midieron en dependencia de las distancias que el terreno permitía.

En la siguiente tabla se muestran las longitudes de las tuberías ubicadas en los tramos usados en el diseño de la línea de conducción:

Tabla No.24 Tramos de la tubería

Tramos		Distancia en metros (m)
De	Hasta	
fuelle	1	16.96
1	2	20.58
2	3	20.34
3	4	39.49
4	5	18.58
5	6	17.45
6	7	22.49
7	8	22.92
8	9	21.64
9	10	21.05
10	11	20.13
11	12	22.69
12	13	22.95
13	14	22.01
14	15	23.33
15	16	23.51
16	17	25.21
17	18	25.44
18	19	30.30
19	20	33.41

Tramos		Distancia en metros (m)
De	Hasta	
20	21	33.73
21	22	33.39
22	23	36.15
23	24	35.23
24	25	31.62
25	26	33.18
26	27	28.53
27	28	27.94
28	29	25.22
29	30	25.88
30	31	28.67
31	32	27.95
32	33	28.57
33	34	27.90
34	35	25.41
35	36	28.28
36	37	24.43
37	38	22.66
38	39	22.83
39	40	22.25
40	41	22.30
41	42	25.61
42	43	27.23
43	44	27.01
44	45	28.68
45	46	51.20
46	47	25.91
47	48	23.68
48	49	21.42
49	50	21.45
50	51	23.70
51	52	19.46
52	53	16.24
53	54	18.31

Tramos		Distancia en metros (m)
De	Hasta	
54	55	16.21
55	56	14.67
56	57	14.28
57	58	15.32
58	59	12.96
59	60	13.67
60	61	11.25
61	62	10.50
62	63	11.42
63	64	6.84
64	65	7.20
65	66	12.66
66	67	14.32
67	68	14.90
68	69	17.08
69	tanque	14.79
Fuente	Tanque	1609.67

Fuente: Elaboración propia mediante levantamiento topográfico

4.5.2.1. Cálculo del diámetro más económico

Aplicando la fórmula de Bresse se calculó el diámetro más económico de la tubería usando el caudal máximo diario de $0.00075 \text{ m}^3/\text{s}$, y los factores de “K” y “n” que equivalen a 0.9 y 0.45 respectivamente, se obtuvo como resultado que el diámetro más económico es de 35 mm por lo cual se propone utilizar tubería PVC SDR-17 de 1 1/2 in.

$$D = 0.9 * 0.00075^{0.45}$$

$$D = 0.035 \text{ mts} \approx 35 \text{ mm} \approx 1 \frac{1}{2} \text{ in}$$

4.5.2.2. Cálculo de velocidad

Primero es necesario conocer la velocidad de flujo en la línea de conducción la cual debe estar en un rango de 0.4 m/s a 2 m/s. Para este cálculo es necesario conocer el caudal de diseño y el diámetro de la tubería, dando como resultado una velocidad de flujo de 0.53 m/s la cual si está en el rango establecido.

$$V = \left(\frac{4 * 0.00075}{\pi * 0.0425^2} \right) = 0.53 \frac{m}{s}$$

4.5.2.3. Cálculo de pérdidas por fricción y locales en la sarta

Se calculó la pérdida por fricción en la sarta utilizando el caudal máximo diario, el coeficiente de capacidad hidráulica (C) en dependencia del material a utilizar que es HGo, véase tabla No. 3, y el diámetro interno de nuestra tubería, donde dio como resultado una pérdida por fricción de 0.062 m en un tramo de 6 m de sarta.

$$\frac{H}{L} = S = \frac{10.575 * 0.00075^{1.85}}{130^{1.85} * 0.0425^{4.87}} = 0.062 \text{ mts}$$

Tabla No.25 Pérdidas locales por accesorios

Accesorios	Cantidad	Coeficiente K	Resultado (mts)
Válvula de aire	1	5	0.071
Válvula Check	2	2.5	0.071
Medidor Venturi	1	2.5	0.035
Tee (Válvula de derivación)	1	0.34	0.005
Tee (columna de bombeo)	1	1.02	0.014
Unión dresser	1	0.3	0.004
Codos de 45°	2	0.4	0.011

Accesorios	Cantidad	Coefficiente K	Resultado (mts)
Válvula de alivio	1	2.5	0.035
Válvula de pase	1	0.2	0.003
Total, pérdidas locales			0.25

Fuente: Elaboración propia a partir de datos en Excel

Es necesario conocer las pérdidas locales por accesorios en la sarta ya que al sumar estas pérdidas locales y pérdidas por fricción se obtiene un dato más preciso de las pérdidas totales en la sarta.

$$\text{Pérdidas totales} = 0.062 + 0.25 = 0.312 \text{ mts}$$

4.5.2.4. Cálculo de pérdidas en la columna

4.5.2.4.1. Nivel más bajo del agua durante el bombeo

$$N_b = 7.73 + 5.89 + 11.78 = 25.4 \text{ m}$$

4.5.2.4.2. Longitud de columna

$$L_c = 25.4 + 5.89 = 31.29 \text{ m}$$

4.5.2.4.3. Pérdidas de la columna

$$hf_{\text{columna}} = 5\% * 31.29 = 1.56 \text{ m}$$

Es necesario comparar las pérdidas totales con las pérdidas de la columna ya que deben ser menor o igual al 5% de L_c , obteniendo como resultado pérdidas en la columna de 1.56 m y las pérdidas totales 0.31 m, criterio que cumple con lo antes señalado.

$$\text{Pérdidas totales} = 0.312 \text{ m} \leq 5\%L_c = 1.56 \text{ m}$$

4.5.2.5. Pérdidas en la descarga

Para realizar este cálculo primeramente se debe conocer la longitud real de la línea de conducción la cual es la longitud de la tubería desde el pozo al tanque más la longitud equivalente de la sarta.

$$L_{\text{real}} = 1609.67 + 6 = 1615.67 \text{ mts}$$

Posteriormente se realizó el cálculo de las pérdidas, para conocer el valor del coeficiente C véase tabla No. 3, el cálculo se realizó de la siguiente manera:

$$H_{f_{\text{desc}}} = 10.675 \left(\frac{0.00075}{150} \right)^{1.85} * \left(\frac{1615.67}{0.0425^{4.87}} \right) = 12.87 \text{ mts}$$

4.5.2.6. Celeridad

$$a = \frac{1420}{\sqrt{1 + \left(\frac{2.06E4}{2.81E4} \right) * (17 - 2)}} = 409.98 \text{ m/s}$$

4.5.2.6.1. Sobrepresión

Obteniendo el cálculo anterior se procede a encontrar el valor de sobrepresión de la siguiente manera:

$$P = \frac{409.98 * 0.53}{9.81} = 22.15 \text{ m}$$

$$P_{\text{Total}} = (827 - 692) + 22.15 = 157.15 \text{ m}$$

La presión total en la tubería da 157.15 m (223.153 PSI) valor que cumple en referencia al valor máximo permisible de la tubería PVC SDR-17 que es de 250 PSI.

4.5.3. Equipo de bombeo

4.5.3.1. Carga total dinámica

$$CTD = 25.4 + 135 + 1.56 + 12.87 = 174.83 \text{ m}$$

4.5.3.2. Potencia hidráulica de la bomba

$$P_b = \frac{11.9 \text{ gpm} * 573.59 \text{ ft}}{3960} = 1.72 \text{ HP}$$

4.5.3.3. Potencia analítica del equipo de bombeo

$$PEB = \frac{1.72 \text{ hp}}{0.8} = 2.15 \text{ HP} \approx 3 \text{ HP}$$

Se propone una bomba sumergible marca Franklin electric modelo SSI de 3 HP.
(Véase Anexo III Curva característica de la bomba)

4.5.4. Red de distribución

Se diseña con el consumo máximo horario (CMH) al final del período de diseño el cual dio como resultado 1.18 lps.

4.5.4.1. Demanda de los nodos

Con el uso del total de familias y el factor del consumo máximo total a 20 años se obtuvo un coeficiente de diseño para el cálculo de las demandas por el número de familias en el área de influencia del nodo.

a. Demanda de los nodos con el consumo promedio diario

$$\frac{Q_{\text{dotacion2040}}}{\sum \text{Familias}} = \frac{0.44 \text{ lps}}{95 \text{ fam}} = 0.00462 \text{ lts}$$

Tabla No. 26. Demanda de los nodos con el consumo promedio diario

Nodo	Cota msnm	Caudal nodal (Lps)	Casas de influencia en el nodo
n1 (Bomba)	692	0	0
n2 (Tanque)	827	0	0
n3	816	0	0
n4	717	0.00462	1
n5	713	0.05544	12
n6	720	0	0
n7	728	0	0
n8	785	0.00462	1
n9	780	0.00462	1
n10	795	0	0
n11	798	0	0
n12	710	0.00462	1
n13	704	0.01386	3
n14	716	0.00924	2
n15	716	0.0231	5
n16	716	0.01386	3
n17	716	0.04158	9
n18	719	0.0462	10
n19	722	0.03696	8
n20	722	0.00924	2
n21	724	0.02772	6
n22	728	0.04158	9
n23	712	0.03234	7
n24	713	0.02772	6
n25	760	0	0

Nodo	Cota msnm	Caudal nodal (Lps)	Casas de influencia en el nodo
n26	729	0.01848	4
n27	731	0.0231	5
n28	760	0	0
Total		0.44	95

Fuente: Elaboración propia a partir de levantamiento topográfico y cálculos de dotación

b. Demanda de los nodos con el consumo máximo diario

$$\frac{Q_{dotacion2040}}{\sum \text{Familias}} = \frac{0.75 \text{ lps}}{95 \text{ fam}} = 0.00785 \text{ lts}$$

Tabla No. 27. Demanda de los nodos con el consumo máximo diario

Nodo	Cota msnm	Caudal nodal (Lps)	Casas de influencia en el nodo
n1 (Bomba)	692	0	0
n2 (Tanque)	827	0	0
n3	816	0	0
n4	717	0.00785	1
n5	713	0.0942	12
n6	720	0	0
n7	728	0	0
n8	785	0.00785	1
n9	780	0.00785	1
n10	795	0	0
n11	798	0	0
n12	710	0.00785	1
n13	704	0.02355	3
n14	716	0.0157	2
n15	716	0.03925	5
n16	716	0.02355	3

Nodo	Cota msnm	Caudal nodal (Lps)	Casas de influencia en el nodo
n17	716	0.07065	9
n18	719	0.0785	10
n19	722	0.0628	8
n20	722	0.0157	2
n21	724	0.0471	6
n22	728	0.07065	9
n23	712	0.05495	7
n24	713	0.0471	6
n25	760	0	0
n26	729	0.0314	4
n27	731	0.03925	5
n28	760	0	0
Total		0.75	95

Fuente: Elaboración propia a partir de levantamiento topográfico y cálculos de dotación

Las demandas obtenidas en cada nodo son usadas en el software Epanet para lograr una correcta simulación de la red de distribución de agua potable. En este consumo máximo diario esta incrementado con un factor de 1.5 del consumo promedio diario más pérdidas.

c. Demanda de los nodos con el consumo máximo horario

$$\frac{Q_{dotacion2040}}{\sum \text{Familias}} = \frac{1.18 \text{ lps}}{95 \text{ fam}} = 0.01247 \text{ lts}$$

Tabla No. 28. Demanda de los nodos con el consumo máximo horario

Nodo	Cota msnm	Caudal nodal (Lps)	Casas de influencia en el nodo
n1 (Bomba)	692	0	0
n2 (Tanque)	827	0	0
n3	816	0	0
n4	717	0.01247	1
n5	713	0.14964	12
n6	720	0	0
n7	728	0	0
n8	785	0.01247	1
n9	780	0.01247	1
n10	795	0	0
n11	798	0	0
n12	710	0.01247	1
n13	704	0.03741	3
n14	716	0.02494	2
n15	716	0.06235	5
n16	716	0.03741	3
n17	716	0.11223	9
n18	719	0.1247	10
n19	722	0.09976	8
n20	722	0.02494	2
n21	724	0.07482	6
n22	728	0.11223	9
n23	712	0.08729	7
n24	713	0.07482	6
n25	760	0	0
n26	729	0.04988	4
n27	731	0.06235	5
n28	760	0	0
Total		1.18	95

Fuente: Elaboración propia a partir de levantamiento topográfico y cálculos de dotación

El consumo máximo horario sirve para identificar la hora donde se encuentra el mayor consumo de la población, este consumo esta incrementado en un 2.5 del consumo promedio diario más pérdidas.

d. Demanda de los nodos sin consumo

$$\frac{Q_{\text{dotacion2040}}}{\sum \text{Familias}} = \frac{0 \text{ lps}}{95 \text{ fam}} = 0.00 \text{ lts}$$

Tabla No. 29. Demanda de los nodos sin consumo

Nodo	Cota msnm	Caudal nodal (Lps)	Casas de influencia en el nodo
n1 (Bomba)	692	0	0
n2 (Tanque)	827	0	0
n3	816	0	0
n4	717	0	1
n5	713	0	12
n6	720	0	0
n7	728	0	0
n8	785	0	1
n9	780	0	1
n10	795	0	0
n11	798	0	0
n12	710	0	1
n13	704	0	3
n14	716	0	2
n15	716	0	5
n16	716	0	3
n17	716	0	9
n18	719	0	10
n19	722	0	8
n20	722	0	2

Nodo	Cota msnm	Caudal nodal (Lps)	Casas de influencia en el nodo
n21	724	0	6
n22	728	0	9
n23	712	0	7
n24	713	0	6
n25	760	0	0
n26	729	0	4
n27	731	0	5
n28	760	0	0
Total		0.00	95

Fuente: Elaboración propia a partir de levantamiento topográfico y cálculos de dotación

4.5.4.2. Resultados del software Epanet

En las simulaciones del sistema de abastecimiento de agua potable se utilizó el software Epanet, donde se proyectó el diseño de las presiones, velocidades, diámetros, válvulas (pila rompe presión), embalse y almacenamiento del sistema. Estas simulaciones están representadas de acuerdo a las condiciones topográficas de la comunidad tomando en cuenta varios nodos con sus diferentes demandas según corresponda a cada uno de los nodos.

4.5.4.2.1. Embalse

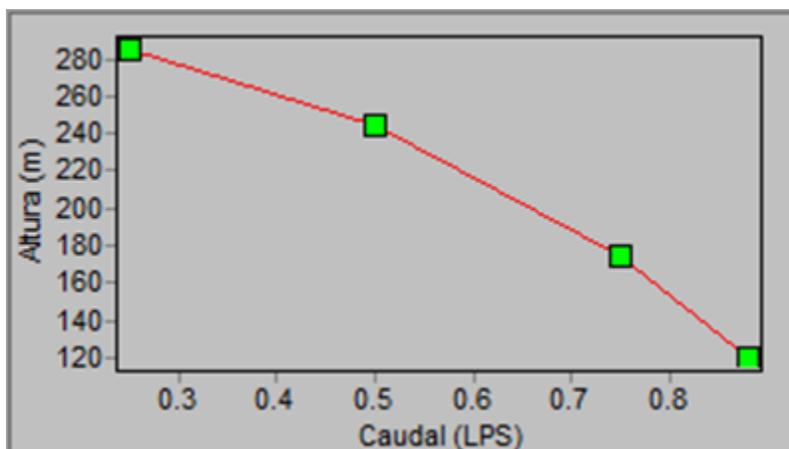
Se colocó un embalse en la ubicación del pozo tomando en cuenta la elevación sobre el nivel del mar menos la profundidad calculada que tendría el sistema de bombeo; con la siguiente elevación:

$$H_{\text{embalse}} = 692 \text{ msnm} - 31.29 \text{ m} = 660.71 \text{ m}$$

a. Curva de la bomba de diseño

Al colocarse la bomba del embalse al tanque de almacenamiento de agua potable se consideró el diseño de una curva que toma en cuenta la carga dinámica total (CTD) en relación a la demanda del consumo máximo horario del proyecto como se muestra en la siguiente imagen:

Figura No. 2. Curva de la bomba del diseño



Fuente: Elaboración propia con el uso aplicado del software Epanet; donde la carga dinámica total es de 174.82 m y el caudal de diseño es de 0.75 Lps

4.5.4.2.2. Tanque de almacenamiento de agua potable

El tanque de almacenamiento de agua potable está ubicado en el punto más elevado de la comunidad La Rinconada, este cuenta con los siguientes datos de diseño:

Tabla No. 30. Datos del tanque de almacenamiento de agua potable.

Tanque de almacenamiento de agua potable	
Cota	827 msnm
Nivel Inicial	1 mca

Tanque de almacenamiento de agua potable	
Nivel Máximo	2.5 mca
Diámetro	2.82 mts
Caudal neto entrante	7.53 lts
Elevación	828 msnm

Fuente: Elaboración propia con el uso del software Epanet

4.5.4.2.2.1. Tratamiento y desinfección

La desinfección se llevará a cabo mediante el uso de hipoclorito de sodio que es lo recomendado por la norma (NTON 09 003-99) para pequeñas poblaciones, en las que establece implementarse para capacidades menores de 1 kg/día y caudales de 130 gpm como máximo. (8.20 lt/s). El proceso se hará en el tanque aplicando el método de desinfección por goteo, aplicando 12.5 litros por hora de una mezcla de 95.93 gr de cloro comercial diluido en 200 litros de agua.

De acuerdo a las características de la estación de bombeo y el caudal de 1.18 lps, se aplicará diariamente durante las 16 horas de bombeo, una dosis de 95.93 gr/d, lo que corresponde a una capacidad requerida de la estación de cloración de 0.018 kg. Cloro/día, como se muestra a continuación:

$$Ca = \frac{[155.52 \text{ m}^3/d * 0.12 \text{ mg/L}]}{1000} = 0.018 \text{ Kg. Cloro/día}$$

4.5.4.2.3. Resultados de los nodos

a. Resultado de los nodos con el consumo promedio diario

Tabla No. 31. Resultados de los nodos con las demandas del consumo promedio diario

Resultado de los nodos con consumo promedio diario					
ID Nudo	Cota m	Demanda base Lps	Demanda Lps	Altura m	Presión m
Fuente	692	0	0	847.13	155.13
Conexión n3	816	0	0	827.29	11.29
Conexión n4	717	0.00462	0.00462	757.69	40.69
Conexión n5	713	0.05544	0.05544	757.59	44.59
Conexión n6	720	0	0	757.78	37.78
Conexión n7	728	0	0	758.59	30.59
Conexión n8	785	0.00462	0.00462	826.9	41.9
Conexión n9	780	0.00462	0.00462	826.83	46.83
Conexión n10	795	0	0	827.28	32.28
Conexión n11	798	0	0	827.29	29.29
Conexión n12	710	0.00462	0.00462	756.41	46.41
Conexión n13	704	0.01386	0.01386	755.91	51.91
Conexión n14	716	0.00924	0.00924	757.04	41.04
Conexión n15	716	0.02310	0.02310	757.76	41.76
Conexión n16	716	0.01386	0.01386	757.85	41.85
Conexión n17	716	0.04158	0.04158	757.93	41.93
Conexión n18	719	0.04620	0.04620	758.23	39.23
Conexión n19	722	0.03696	0.03696	758.32	36.32
Conexión n20	722	0.00924	0.00924	757.55	35.55
Conexión n21	724	0.02772	0.02772	756.86	32.86
Conexión n22	728	0.04158	0.04158	756.57	28.57
Conexión n23	712	0.03234	0.03234	757.49	45.49
Conexión n24	713	0.02772	0.02772	755.66	42.66
Conexión n25	760	0	0	826.45	66.45
Conexión n26	729	0.01848	0.01848	756.54	27.54
Conexión n27	731	0.02310	0.02310	755.93	24.93
Conexión n28	760	0	0	760	0

Resultado de los nodos con consumo promedio diario					
ID Nudo	Cota m	Demanda base Lps	Demanda Lps	Altura m	Presión m
Embalse 1	660.71	No Disponible	-0.67	660.71	0
Deposito tanque	827	No Disponible	0.14	828	1

Fuente: Elaboración propia con el uso aplicado del software Epanet

Con el software de Epanet se determinó la presión mayor ejercida del diseño de abastecimiento de agua potable; la cual se encuentra en el nodo 25 con una presión de 66.45 m y a su vez la presión mínima que es de 11.29 m, considerando un margen de una presión mínima de 5 m y una máxima de 50 m; según (NTON 09 002-99), se permiten presiones máximas de hasta 70 m cuando la topografía del terreno es muy irregular, lo cual está en lo permitido, de igual manera se tiene que la mayor demanda se encuentra en el nodo 5 con 0.05544 lps.

b. Resultado de los nodos con el consumo máximo diario

Tabla No. 32. Resultados de los nodos con las demandas del consumo máximo diario

Resultado de los nodos con consumo máximo diario					
ID Nudo	Cota m	Demanda base Lps	Demanda Lps	Altura m	Presión m
Fuente	692	0	0	847.13	155.13
Conexión n3	816	0	0	826.55	10.55
Conexión n4	717	0.00462	0.00785	755.32	38.32
Conexión n5	713	0.05544	0.0942	755.12	42.12
Conexión n6	720	0	0	755.5	35.5
Conexión n7	728	0	0	757.13	29.13
Conexión n8	785	0.00462	0.00785	825.96	40.96
Conexión n9	780	0.00462	0.00785	825.86	45.86
Conexión n10	795	0	0	826.54	31.54
Conexión n11	798	0	0	826.55	28.55
Conexión n12	710	0.00462	0.00785	751.97	41.97
Conexión n13	704	0.01386	0.02355	751.07	47.07

Resultado de los nodos con consumo máximo diario					
ID Nudo	Cota m	Demanda base Lps	Demanda Lps	Altura m	Presión m
Conexión n14	716	0.00924	0.0157	753.81	37.81
Conexión n15	716	0.02310	0.03925	755.42	39.42
Conexión n16	716	0.01386	0.02355	755.64	39.64
Conexión n17	716	0.04158	0.07065	755.81	39.81
Conexión n18	719	0.04620	0.0785	756.41	37.41
Conexión n19	722	0.03696	0.0628	756.59	34.59
Conexión n20	722	0.00924	0.0157	755.03	33.03
Conexión n21	724	0.02772	0.0471	753.65	29.65
Conexión n22	728	0.04158	0.07065	753.07	25.07
Conexión n23	712	0.03234	0.05495	754.91	42.91
Conexión n24	713	0.02772	0.0471	750.85	37.85
Conexión n25	760	0	0	824.84	64.84
Conexión n26	729	0.01848	0.0314	752.99	23.99
Conexión n27	731	0.02310	0.03925	751.26	20.26
Conexión n28	760	0	0	760	0
Embalse 1	660.71	No Disponible	-0.67	660.71	0
Deposito tanque	827	No Disponible	-0.12	828	1

Fuente: Elaboración propia con el uso aplicado del software Epanet

En la tabla No. 32, se consideraron los cálculos por nodo con el software Epanet para determinar las presiones con las demandas bases utilizando un factor del 1.5 del CPD + Qpérdidas siendo este el consumo máximo diario, donde se determinó la mayor presión ejercida del diseño de abastecimiento de agua potable; la cual se encuentra en el nodo 25 con 64.84 m, además se tiene que la mayor demanda se encuentra en el nodo 5 con 0.0942 lps.

c. Resultados de los nodos con el consumo máximo horario

Tabla No. 33. Resultados de los nodos con las demandas del consumo máximo horario

Resultado de los nodos con consumo máximo horario					
ID Nudo	Cota m	Demanda base Lps	Demanda Lps	Altura m	Presión m
Fuente	692	0	0	847.13	155.13
Conexión n3	816	0	0	824.43	8.43
Conexión n4	717	0.00462	0.01247	748.5	31.5
Conexión n5	713	0.05544	0.14964	748.01	35.01
Conexión n6	720	0	0	748.93	28.93
Conexión n7	728	0	0	752.92	24.92
Conexión n8	785	0.00462	0.01247	823.03	38.03
Conexión n9	780	0.00462	0.01247	822.86	42.86
Conexión n10	795	0	0	824.41	29.41
Conexión n11	798	0	0	824.42	26.42
Conexión n12	710	0.00462	0.01247	740.05	30.05
Conexión n13	704	0.01386	0.03741	736.68	32.68
Conexión n14	716	0.00924	0.02494	744.92	28.92
Conexión n15	716	0.02310	0.06235	748.77	32.77
Conexión n16	716	0.01386	0.03741	749.3	33.3
Conexión n17	716	0.04158	0.11223	749.72	33.72
Conexión n18	719	0.04620	0.1247	751.16	32.16
Conexión n19	722	0.03696	0.09976	751.62	29.62
Conexión n20	722	0.00924	0.02494	747.8	25.8
Conexión n21	724	0.02772	0.07482	744.45	20.45
Conexión n22	728	0.04158	0.11223	743.05	15.05
Conexión n23	712	0.03234	0.08729	747.52	35.52
Conexión n24	713	0.02772	0.07482	737.78	24.78
Conexión n25	760	0	0	820.21	60.21
Conexión n26	729	0.01848	0.04988	742.84	13.84
Conexión n27	731	0.02310	0.06235	738.73	7.73
Conexión n28	760	0	0	760	0
Embalse 1	660.71	No Disponible	-0.67	660.71	0
Deposito tanque	827	No Disponible	-0.64	828	1

Fuente: Elaboración propia con el uso aplicado del software Epanet

En la tabla No. 33, se consideraron los cálculos por nodo con el software Epanet para determinar las presiones con las demandas bases utilizando un factor del 2.5 del CPD + Qpérdidas siendo este el consumo máximo horario, donde se determinó la mayor presión horaria ejercida del diseño de abastecimiento de agua potable; la cual se encuentra en el nodo 25 con 60.21 m, además se tiene que la mayor demanda se encuentra en el nodo 5 con 0.14964 lps.

d. Resultado de los nodos sin consumo

Tabla No. 34. Resultados de los nodos sin consumo

Resultado de los nodos sin consumo					
ID Nudo	Cota m	Demanda base Lps	Demanda Lps	Altura m	Presión m
Fuente	692	0	0	847.14	155.14
Conexión n3	816	0	0	828	12
Conexión n4	717	0.00462	0	760	43
Conexión n5	713	0.05544	0	760	47
Conexión n6	720	0	0	760	40
Conexión n7	728	0	0	760	32
Conexión n8	785	0.00462	0	828	43
Conexión n9	780	0.00462	0	828	48
Conexión n10	795	0	0	828	33
Conexión n11	798	0	0	828	30
Conexión n12	710	0.00462	0	760	50
Conexión n13	704	0.01386	0	760	56
Conexión n14	716	0.00924	0	760	44
Conexión n15	716	0.02310	0	760	44
Conexión n16	716	0.01386	0	760	44
Conexión n17	716	0.04158	0	760	44
Conexión n18	719	0.04620	0	760	41
Conexión n19	722	0.03696	0	760	38
Conexión n20	722	0.00924	0	760	38
Conexión n21	724	0.02772	0	760	36
Conexión n22	728	0.04158	0	760	32

Resultado de los nodos sin consumo					
ID Nudo	Cota m	Demanda base Lps	Demanda Lps	Altura m	Presión m
Conexión n23	712	0.03234	0	760	48
Conexión n24	713	0.02772	0	760	47
Conexión n25	760	0	0	828	68
Conexión n26	729	0.01848	0	760	31
Conexión n27	731	0.02310	0	760	29
Conexión n28	760	0	0	760	0
Embalse 1	660.71	No Disponible	-0.67	660.71	0
Deposito tanque	827	No Disponible	0.67	828	1

Fuente: Elaboración propia con el uso aplicado del software Epanet

En la tabla No. 34, se consideraron los cálculos por nodo con el software Epanet para determinar las presiones sin consumo, al no haber consumo las presiones se elevan por lo tanto en el diseño de abastecimiento de agua se recomienda la instalación de una caja rompe presión donde se determinó la mayor presión ejercida; la cual se encuentra en el nodo 25 con 68 m.

Llevando a cabo las 4 simulaciones mediante el software Epanet: Consumo promedio diario, consumo máximo diario, consumo máximo horario y sin consumo, se determinó entre las 4 simulaciones que existe una relación en el nodo 25 donde se ejerce la mayor presión, esto se debe a que posteriormente el nodo está conectado a una caja rompe presión para reducir las presiones.

4.5.4.2.4. Resultados de las tuberías

a. Resultados de las tuberías con el consumo promedio diario

Tabla No. 35. Resultados de las tuberías con el consumo promedio diario

Resultados de las tuberías con el consumo promedio diario						
ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km
Tubería 1	1610	38	0.0015	0.67	0.59	11.88
Tubería 2	91.63	38	0.0015	0.53	0.46	7.76
Tubería 3	129.9	38	0.0015	0.14	0.12	0.78
Tubería 4	108.3	38	0.0015	0.14	0.13	0.83
Tubería 5	296.3	38	0.0015	0.29	0.25	2.73
Tubería 6	60.72	12	0.0015	0.01	0.05	1.13
Tubería 7	170.3	12	0.0015	0.01	0.1	2.27
Tubería 8	164.5	38	0.0015	0.01	0.01	0.02
Tubería 9	128.8	38	0.0015	0.01	0.01	0.02
Tubería 10	148.3	12	0.0015	0.02	0.15	3.4
Tubería 11	131	12	0.0015	0.02	0.2	4.76
Tubería 12	51.75	12	0.0015	0.03	0.29	14.03
Tubería 13	80.52	25	0.0015	0.06	0.12	1.05
Tubería 14	42.23	25	0.0015	0.08	0.16	2.07
Tubería 15	61.12	25	0.0015	0.13	0.26	4.85
Tubería 16	74.6	38	0.0015	0.18	0.16	1.25
Tubería 17	146.9	38	0.0015	0.23	0.2	1.81
Tubería 21	131.6	25	0.0015	0.13	0.27	5.22
Tubería 22	90.94	25	0.0015	0.1	0.2	3.2
Tubería 23	56.03	25	0.0015	0.07	0.15	1.73
Tubería 24	130.9	12	0.0015	0.03	0.29	14.03
Tubería 25	112.2	38	0.0015	0.52	0.45	7.48
Tubería 26	188.5	38	0.0015	0.52	0.45	7.48
Tubería 27	38.87	25	0.0015	0.14	0.29	5.98
Tubería 28	45.72	25	0.0015	0.05	0.1	0.61
Tubería 29	75.54	12	0.0015	0.03	0.24	8.1
Bomba 1	No Disponible	No Disponible	No Disponible	0.67	0	-186.42

Resultados de las tuberías con el consumo promedio diario						
ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km
Válvula 2	No Disponible	38	No Disponible	0.52	0.45	66.45

Fuente: Elaboración propia con el uso aplicado del software Epanet

En la tabla No. 35. Se encuentra un caudal máximo de 0.53 lps ubicado en la conexión del tanque al nodo 3 siendo esta la tubería 2 y con una velocidad máxima de 0.45 m/s ubicada en la tubería 25 y 26.

b. Resultados de las tuberías con el consumo máximo diario

Tabla No. 36. Resultados de las tuberías con el consumo máximo diario

Resultados de las tuberías con el consumo máximo diario						
ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km
Tubería 1	1610	38	0.0015	0.67	0.59	11.88
Tubería 2	91.63	38	0.0015	0.79	0.7	15.81
Tubería 3	129.9	38	0.0015	0.21	0.18	1.56
Tubería 4	108.3	38	0.0015	0.22	0.19	1.66
Tubería 5	296.3	38	0.0015	0.43	0.38	5.51
Tubería 6	60.72	12	0.0015	0.01	0.07	1.7
Tubería 7	170.3	12	0.0015	0.02	0.15	3.4
Tubería 8	164.5	38	0.0015	0.02	0.01	0.03
Tubería 9	128.8	38	0.0015	0.02	0.01	0.03
Tubería 10	148.3	12	0.0015	0.02	0.22	6.09
Tubería 11	131	12	0.0015	0.03	0.29	14.03
Tubería 12	51.75	12	0.0015	0.05	0.44	31.03
Tubería 13	80.52	25	0.0015	0.09	0.19	2.76
Tubería 14	42.23	25	0.0015	0.12	0.24	4.15
Tubería 15	61.12	25	0.0015	0.19	0.39	9.73
Tubería 16	74.6	38	0.0015	0.27	0.24	2.51
Tubería 17	146.9	38	0.0015	0.34	0.3	3.64
Tubería 21	131.6	25	0.0015	0.2	0.41	10.47
Tubería 22	90.94	25	0.0015	0.15	0.3	6.38

Resultados de las tuberías con el consumo máximo diario						
ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km
Tubería 23	56.03	25	0.0015	0.11	0.22	3.66
Tubería 24	130.9	12	0.0015	0.05	0.44	31.03
Tubería 25	112.2	38	0.0015	0.77	0.68	15.23
Tubería 26	188.5	38	0.0015	0.77	0.68	15.23
Tubería 27	38.87	25	0.0015	0.22	0.44	12.02
Tubería 28	45.72	25	0.0015	0.07	0.15	1.91
Tubería 29	75.54	12	0.0015	0.04	0.37	22.78
Bomba 1	No Disponible	No Disponible	No Disponible	0.67	0	-186.42
Válvula 2	No Disponible	38	No Disponible	0.77	0.68	64.84

Fuente: Elaboración propia con el uso aplicado del software Epanet

En la tabla No. 36, se encuentra un caudal máximo de 0.79 lps ubicado en la conexión del tanque al nodo 3 siendo esta la tubería 2, esto debido a que es la primera conexión que sale en el sistema y con una velocidad máxima de 0.68 m/s ubicada en la tubería 25 y 26.

c. Resultados de las tuberías con el consumo máximo horario

Tabla No. 37. Resultados de las tuberías con el consumo máximo horario

Resultados de las tuberías con el consumo máximo horario						
ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km
Tubería 1	1610	38	0.0015	0.67	0.59	11.88
Tubería 2	91.63	38	0.0015	1.32	1.16	39.01
Tubería 3	129.9	38	0.0015	0.35	0.31	3.75
Tubería 4	108.3	38	0.0015	0.36	0.32	4.01
Tubería 5	296.3	38	0.0015	0.72	0.64	13.45
Tubería 6	60.72	12	0.0015	0.01	0.12	2.83
Tubería 7	170.3	12	0.0015	0.03	0.24	8.1
Tubería 8	164.5	38	0.0015	0.03	0.02	0.06

Resultados de las tuberías con el consumo máximo horario						
ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km
Tubería 9	128.8	38	0.0015	0.03	0.02	0.06
Tubería 10	148.3	12	0.0015	0.04	0.37	22.78
Tubería 11	131	12	0.0015	0.06	0.49	37.13
Tubería 12	51.75	12	0.0015	0.08	0.73	74.43
Tubería 13	80.52	25	0.0015	0.15	0.31	6.59
Tubería 14	42.23	25	0.0015	0.19	0.4	9.97
Tubería 15	61.12	25	0.0015	0.32	0.65	23.61
Tubería 16	74.6	38	0.0015	0.46	0.4	6.07
Tubería 17	146.9	38	0.0015	0.57	0.5	8.87
Tubería 21	131.6	25	0.0015	0.33	0.68	25.43
Tubería 22	90.94	25	0.0015	0.25	0.51	15.41
Tubería 23	56.03	25	0.0015	0.18	0.37	8.78
Tubería 24	130.9	12	0.0015	0.08	0.73	74.43
Tubería 25	112.2	38	0.0015	1.29	1.14	37.56
Tubería 26	188.5	38	0.0015	1.29	1.14	37.56
Tubería 27	38.87	25	0.0015	0.36	0.73	29.25
Tubería 28	45.72	25	0.0015	0.12	0.25	4.67
Tubería 29	75.54	12	0.0015	0.07	0.61	54.4
Bomba 1	No Disponible	No Disponible	No Disponible	0.67	0	-186.42
Válvula 2	No Disponible	38	No Disponible	1.29	1.14	60.21

Fuente: Elaboración propia con el uso aplicado del software Epanet

En los resultados de las tuberías con la dotación máxima horaria se encuentran los resultados del caudal máximo ubicado en la tubería 2 con 1.32 lps y una velocidad máxima de 1.14 m/s en la tubería 25 y 26.

d. Longitud total de tuberías respecto al diámetro

En la siguiente tabla se cuantificaron las longitudes de los diferentes tipos de tubería que se utilizaran en el sistema de abastecimiento de agua potable. Al analizar el diseño se identificó que para línea de conducción se utilizara un total de 1610 m de tubería PVC SDR-17, en red de distribución según (NTON 09 003-99) el diámetro

mínimo permitido es de 1 ½ plg, debido al análisis de este diseño se optó por utilizar tuberías de diámetros menores al establecido en la norma; ya que las velocidades en gran parte de la red utilizando el diámetro mínimo según norma, son demasiado bajas llegando a valores de 0.01 m/s, y al utilizar diámetros menores a lo establecido se logra aumentar esta velocidad a 0.1 m/s resultado que no cumple con el valor mínimo establecido en (NTON 09 002-99), sin embargo se logra mejorar significativamente dichas velocidades.

Tabla No. 38. Diámetro y longitud

Tipo de tubería	Diámetro plg	Longitud m
SDR-17	1 1/2	1610
SDR-26	1 1/2	1441.63
SDR-26	1	547.03
SDR-26	1/2	768.51
Total		4367.17

Fuente: Elaboración propia con el uso aplicado del software Epanet

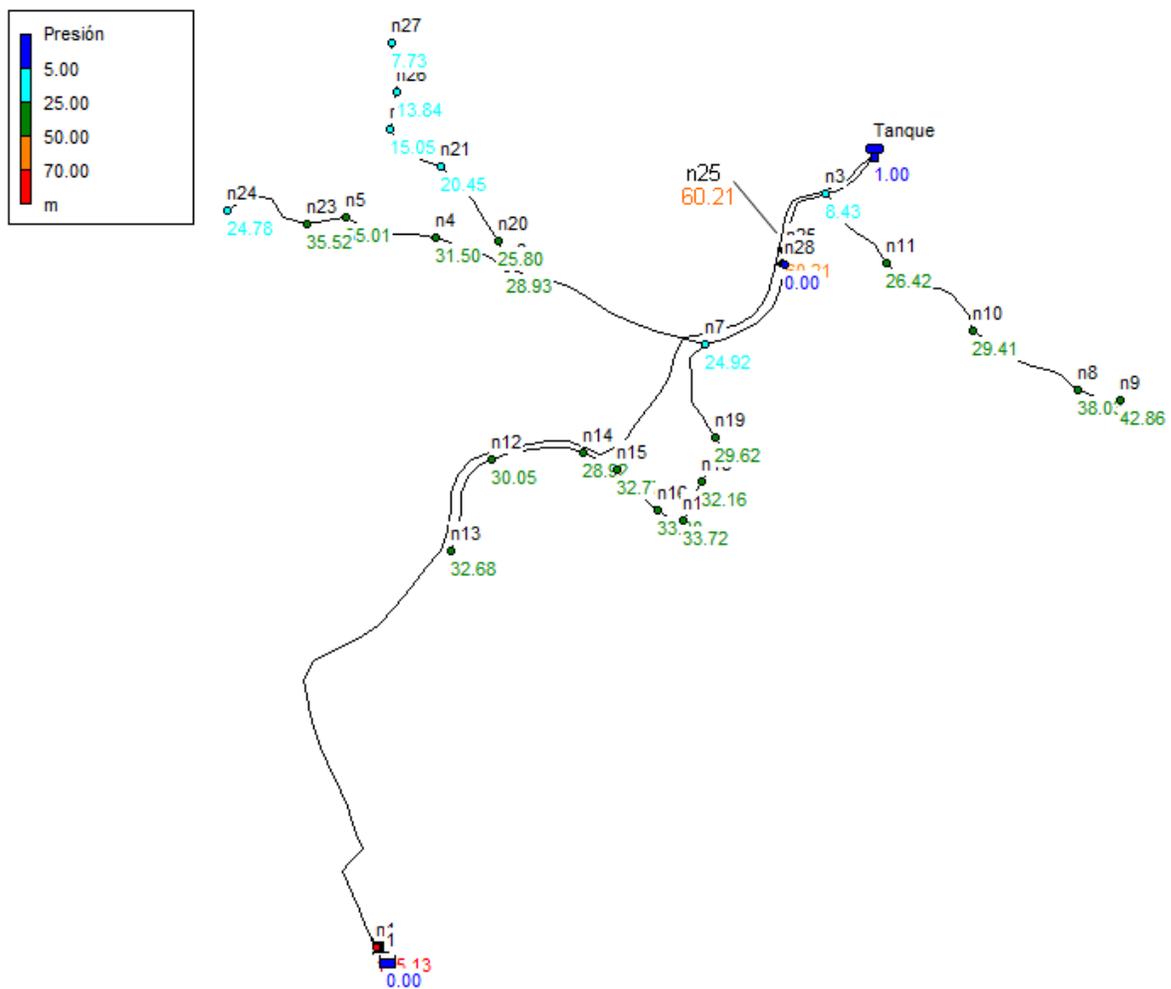
4.5.4.2.5. Diagrama de la red de distribución de agua potable

Con el software Epanet se generaron gráficos de la red de distribución de agua potable, donde se valoró el diseño de las presiones y los diámetros para el buen funcionamiento de los datos ingresados en el plano, estos resultados fueron calculados para los siguientes consumos:

c. Diagrama con el consumo máximo horario

En la simulación con el consumo máximo horario el cual rige el diseño de la red de distribución se obtiene que la presión máxima se encuentra en el n25 con una presión de 60.21 mca y la presión mínima se encuentra en uno de los nodos más alejados del sistema como lo es el nodo 27 con una presión de 7.73 mca.

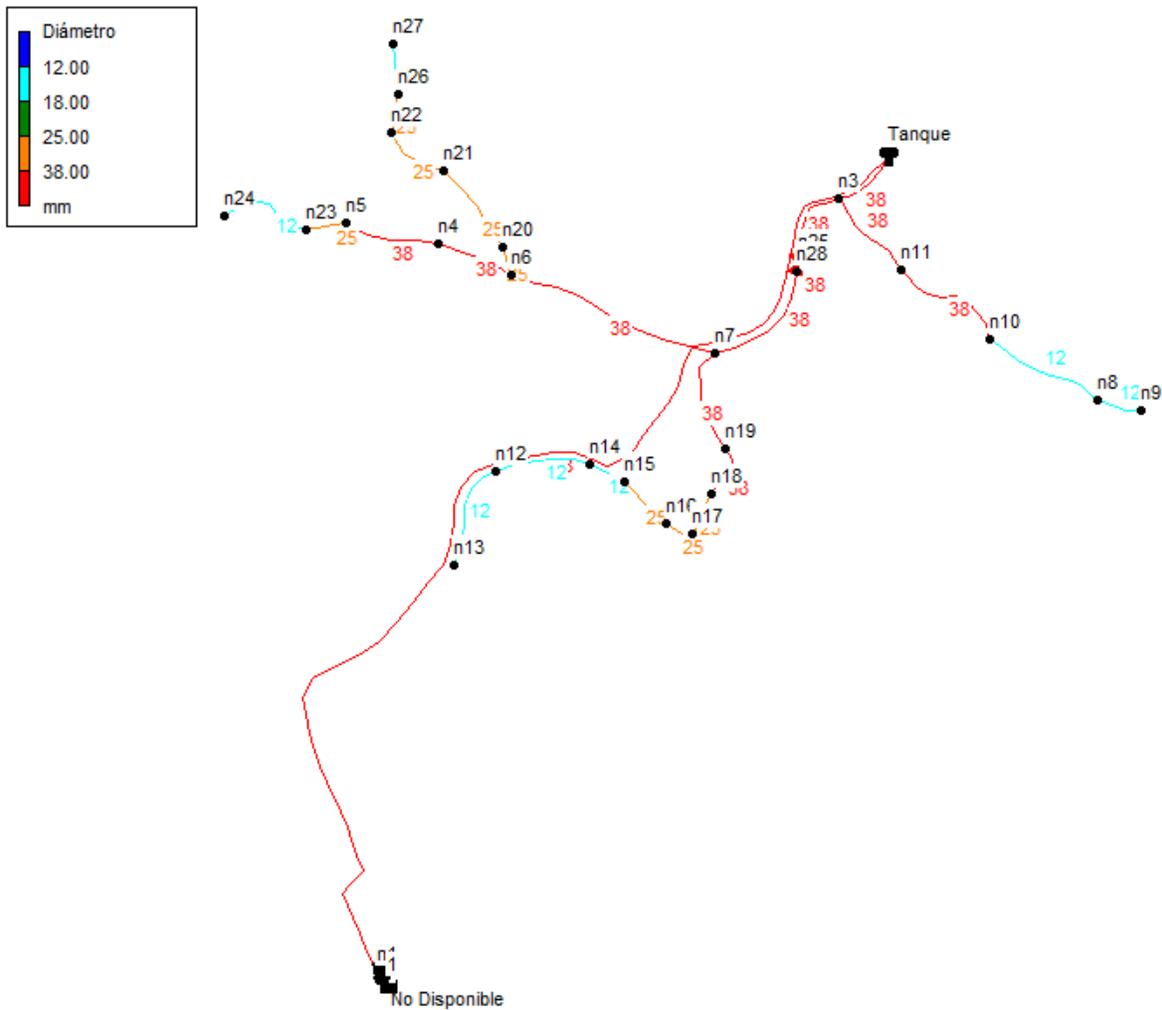
Figura No. 4. Diagrama de red con el CMH (Presiones)



Fuente: Elaboración propia mediante el uso del software Epanet

e. Diagrama de red con los diámetros

Figura No. 6. Diagrama de red con los diámetros para todos los consumos



Fuente: Elaboración propia mediante el uso del software Epanet

Este sistema de la red de tuberías tiene una medida de 1 1/2 pulgadas que están representadas en color rojo, de 1 en color naranja y de color azul aqua las tuberías de menor diámetro.

4.5.5. Diseño del sistema de la red de distribución de agua potable

Posteriormente de los cálculos, se realizó el diseño del sistema de la red de distribución de agua potable con en uso aplicado del software AutoCAD, donde se definen las conexiones de las tuberías, los bloques de reacción, elevaciones, entre otros detalles que son necesarios para un trabajo optimo (válvulas, conexiones domiciliare y accesorios).

Los planos están presentes en los anexos número 7.

4.6. Costos y presupuestos

En la siguiente tabla se detallan los costos y presupuestos de actividades necesarias para la propuesta del diseño de sistema de red de abastecimiento de agua potable. El diseño abarca los alcances del pozo y bomba con caseta de zinc troquelado y cerca perimetral con muro de piedra cantera y malla ciclón alrededor del mismo. A su vez cuenta con un sistema eléctrico, además de la red de impulsión del pozo al tanque y la red de distribución del tanque a todos los hogares de la comunidad, con sus bloques de redacción para todos sus accesorios. También se detalló los costos del tanque de almacenamiento y una cámara rompe presión.

Tabla No. 39. Costos y presupuestos de la red de distribución de agua potable de la comunidad la Rinconada

ÍTEM	ACTIVIDADES	U/m	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO DE MATERIALES	PRECIO UNITARIO DE MANO DE OBRA	PRECIO UNITARIO TOTAL	TOTAL
1	PRELIMINARES						
1.1	TRAZO Y NIVELACION	m	4368	C\$0.00	C\$10.00	C\$10.00	C\$43,680.00
2	POZO						
2.1	PERFORACION DE POZO	ft	350	-	-	C\$1,185.71	C\$415,000.00
2.2	PRUEBAS DE CALIDAD DEL AGUA	unidad	3	-	-	C\$5,981.53	C\$17,944.60
2.3	BOMBA SUMERGIBLE DE 3 HP	unidad	1	-	-	C\$32,800.00	C\$32,800.00
2.4	INSTALACION DE BOMBA SUMERGIBLE	unidad	1	-	-	C\$12,000.00	C\$12,000.00
2.5	SARTA DEL POZO Hg DE 4" (con accesorios)	m	6	C\$42,184.00	C\$5,000.00	C\$47,184.00	C\$47,184.00
3	SISTEMA ELECTRICO						
3.1	POSTE DE CONCRETO 35-Tipo UF-300 DAN	unidad	1	C\$10,265.77	C\$8,000.00	C\$18,265.77	C\$18,265.77

ÍTEM	ACTIVIDADES	U/m	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO DE MATERIALES	PRECIO UNITARIO DE MANO DE OBRA	PRECIO UNITARIO TOTAL	TOTAL
3.2	POSTE DE CONCRETO 40-Tipo UF-300 DAN	unidad	1	C\$12,013.09	C\$8,000.00	C\$20,013.09	C\$20,013.09
3.3	TRANSFORMADOR DE 10 kva-14.4/24.9KV-120/240 (accesorios que complementan su instalación)	unidad	1	C\$30,139.29	C\$5,000.00	C\$35,139.29	C\$35,139.29
3.4	CABLE TRIPLEX ACSR #1/0	m	300	C\$250.00	C\$20.00	C\$270.00	C\$81,000.00
3.5	BREAKER 1P 30A 120/240 10K (incluyendo cableado)	unidad	1	C\$1,500.00	C\$400.00	C\$1,900.00	C\$1,900.00
4	CASETA DE ZINC TROQUELADO						
4.1	TECHO DE ESTACION DE BOMBEO	m2	9	C\$1,185.00	C\$900.00	C\$2,085.00	C\$2,085.00
4.2	PAREDES DE ESTACION DE BOMBEO DE ZINC TROQUELADO (h=2.30m; a=3)	m2	27.6	C\$4,780.80	C\$2,760.00	C\$7,540.80	C\$7,540.80
4.3	TRANSPORTE DE MATERIAL	viaje	1	-	-	C\$600.00	C\$600.00
5	CERCO PERIMETRAL EN EL AREA DEL POZO						
5.1	EXCAVACION MANUAL	m3	5	-	C\$70.00	C\$70.00	C\$350.00
5.2	RELLENO Y COMPACTACION	m3	2	C\$310.00	C\$70.00	C\$380.00	C\$760.00
5.3	ZAPATA DE CONCRETO DE 3000 psi (0.3m*0.3m, h=0.2m, ref 4#3@0.05 en a/d).	unidad	10	C\$390.00	C\$500.00	C\$890.00	C\$8,900.00
5.4	MURO DE PIEDRA CANTERA DE 0.15m x 0.4m x 0.6 SIN SISAR CON ALTURA DE 1m	m2	30	C\$8,228.00	C\$4,500.00	C\$12,728.00	C\$12,728.00
5.5	CERCO DE MALLA CICLON (incluyendo soldadura y tubos)	m	30	C\$17,900.00	C\$5,000.00	C\$22,900.00	C\$22,900.00

ÍTEM	ACTIVIDADES	U/m	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO DE MATERIALES	PRECIO UNITARIO DE MANO DE OBRA	PRECIO UNITARIO TOTAL	TOTAL
5.6	TRANSPORTE DE MATERIAL	viaje	2	-	-	C\$600.00	C\$1,200.00
6	LINEA DE CONDUCCION						
6.1	EXCAVACION PARA TUBERIAS PVC SDR-17 DE 1 1/2"	m3	805	-	-	-	-
6.2	INSTALACION DE TUBERIAS Y ACCESORIOS PVC SDR-17 DE 1 1/2"	m	1610	C\$210,445.33	C\$144,900.00	C\$355,345.33.00	C\$355,345.33
6.3	BLOQUE DE REACCION PARA ACCESORIOS	m3	21	C\$1,348.00	C\$120.00	C\$1,468.00	C\$30,828.00
6.4	PRUEBA HIDROSTATICA	unidad	1	C\$1,000.00	C\$600.00	C\$1,600.00	C\$1,600.00
6.5	RELLENO Y COMPACTACION	m3	805	-	-	-	-
6.6	TRANSPORTE DE MATERIAL	viaje	3	-	-	C\$600.00	C\$1,800.00
6.7	VALVULAS DE LIMPIEZA	unidad	2	C\$360.00	C\$600.00	C\$1,320.00	C\$1,320.00
6.8	VALVULAS DE AIRE	unidad	3	C\$2,760.00	C\$3,000.00	C\$11,280.00	C\$11,280.00
7	TANQUE DE ALMACENAMIENTO						
7.1	EXCAVACION PARA LOSA DE TANQUE	m3	2	-	C\$70.00	C\$70.00	C\$140.00
7.2	ACERO DE REFUERZO #4 y #3 CON ALAMBRE DE AMARRE (losa y tanque)	qnt	8	C\$1,400.00	C\$250.00	C\$1,650.00	C\$13,200.00
7.3	LLENADO DE LOSA DE CIMENTACION PARA TANQUE	m3	1.8	C\$3,380.00	C\$3,000.00	C\$6,380.00	C\$6,380.00
7.4	LLENADO DE CONCRETO PARA VIGAS Y COLUMNAS	m3	2.6	C\$4,500.00	C\$2,500.00	C\$7,000.00	C\$7,000.00
7.5	LADRILLOS PARA PAREDES DEL TANQUE	m2	26	C\$2,912.00	C\$2,000.00	C\$4,912.00	C\$4,912.00
7.6	MEJORAMIENTO DE TERRENO PARA LOSA CON MATERIAL SELECTO	m3	2	C\$310.00	C\$70.00	C\$380.00	C\$760.00

ÍTEM	ACTIVIDADES	U/m	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO DE MATERIALES	PRECIO UNITARIO DE MANO DE OBRA	PRECIO UNITARIO TOTAL	TOTAL
7.7	LLENADO LOSA SUPERIOR DEL TANQUE DE CONCRETO SIMPLE (INCLUYE COMPUERTA SUPERIOR DE REVISION)	m3	1	C\$3,380.00	C\$3,000.00	C\$6,380.00	C\$6,380.00
7.8	TRANSPORTE DE MATERIAL	viaje	3	-	-	C\$600.00	C\$1,800.00
8	RED DE DISTRIBUCION						
8.1	EXCAVACION MANUAL PARA TUBERIAS	m3	1379	-	-	-	-
8.2	INSTALACION DE TUBERIAS Y ACCESORIOS PVC SDR-26 DE 1 1/2"	m	1,441.63	C\$59,886.57	C\$129,746.70	C\$189,633.27	C\$189,633.27
8.3	INSTALACION DE TUBERIAS Y ACCESORIOS PVC SDR-26 DE 1"	m	547.03	C\$16,280.15	C\$49,232.70	C\$65,512.85	C\$65,512.85
8.4	INSTALACION DE TUBERIAS Y ACCESORIOS PVC SDR-26 DE 1/2"	m	768.51	C\$11,217.97	C\$69,165.90	C\$80,383.87	C\$80,383.87
8.5	CAMARA ROMPE PRESION (incluyendo accesorios y armado de acero)	unidad	1	C\$16,130.00	C\$12,000.00	C\$28,130.00	C\$28,130.00
8.6	BLOQUES DE REACCION PARA ACCESORIOS	m3	45	C\$1,348.00	C\$120.00	C\$1,468.00	C\$66,060.00
8.7	PRUEBA HIDROSTATICA	unidad	1	C\$1,000.00	C\$600.00	C\$1,600.00	C\$1,600.00
8.8	RELLENO Y COMPACTACION	m3	1379	-	-	-	-
8.9	TRANSPORTE DE MATERIAL	viaje	5	-	-	C\$600.00	C\$3,000.00
8.10	VALVULAS DE LIMPIEZA	unidad	7	C\$360.00	C\$2,100.00	C\$4,620.00	C\$4,620.00
8.11	VALVULAS DE AIRE	unidad	8	C\$2,760.00	C\$6,000.00	C\$28,080.00	C\$28,080.00
9	CONEXIONES DOMICILIARES (accesorios y tuberías)						
9.1	EXCAVACION MANUAL PARA TUBERIA PVC SDR-26 DE 1/2"	m3	357	-	-	-	-

ÍTEM	ACTIVIDADES	U/m	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO DE MATERIALES	PRECIO UNITARIO DE MANO DE OBRA	PRECIO UNITARIO TOTAL	TOTAL
9.2	INSTALACION DE TUBERIA PVC SDR-26 DE 1/2" (incluyendo accesorios)	m	714	C\$14,803.00	C\$71,400.00	C\$86,203.00	C\$86,203.00
9.3	RELLENO Y COMPACTACION	m3	357	-	-	-	-
9.4	TRANSPORTE DE MATERIAL	viaje	1	-	-	C\$600.00	C\$600.00
10	LIMPIEZA Y ENTREGA FINAL						
I	SUB-TOTAL						C\$1,778,558.87
II	COSTOS INDIRECTOS (2% Subtotal)						C\$35,571.18
III	COSTOS ADMINISTRATIVOS (2% Subtotal + CI)						C\$36,282.60
IV	UTILIDADES (3% Subtotal + CI + CA)						C\$55,512.38
V	SUB-TOTAL (I + II + III + IV)						C\$1,905,925.03
VI	IVA (15% V)						C\$285,888.75
VII	COSTO TOTAL						C\$2,191,813.78
	COSTO TOTAL EN DOLARES TIPO DE CAMBIO OFICIAL 1\$= 33.50 CORDOBAS						\$65,427.28

Fuente: Elaboración propia

Los precios de los materiales se consultaron a ferreterías distribuidoras de productos AMANCO y DURMAN de la localidad como lo son ferretería Norma, ferretería Ferre Calle y SINSÁ. Y todo lo que corresponde al sistema eléctrico a Cubas Eléctrica.

Los precios de mano de obra se consultaron a contratistas y constructores de la localidad. A partir de las consultas antes mencionadas y los cálculos pertinentes se obtuvo el precio final estimado en córdobas de C\$2,191,813.78 con un equivalente de dólares de \$65,427.28.

4.7. Estudio de impacto ambiental (EIA)

El estudio ambiental preliminar (EAP) se realizó específicamente a determinar el alcance de los problemas ambientales que generara el sistema de abastecimiento de agua potable y a estudiar las ventajas y desventajas según criterios ambientales del SISGA, se evaluaron los siguientes aspectos como lo son requisitos ambientales físicos y técnicos para mini acueducto por bombeo eléctrico y los requisitos físicos y técnicos para pozos perforados.

En la siguiente tabla se muestra el análisis de los resultados obtenidos para los requisitos ambientales físicos y técnicos de un mini acueducto por bombeo eléctrico.

Tabla No. 40. Requisitos ambientales físicos y técnicos para mini acueducto por bombeo eléctrico

Criterios	Aplica	No aplica	Situación del sitio
Debe existir fuente de captación para el suministro eléctrico a una distancia no mayor de 200 m		X	El suministro eléctrico más cercano está ubicado a 300 m, por lo cual se necesitará hacer instalación de tendido eléctricos y transformador en la ubicación del pozo.
Debe existir acceso vehicular a la fuente con un ancho mínimo de 4 metros. Este requisito estará en dependencia del tamaño de los equipos y envergadura de las instalaciones a construir.	X		
El trazado de la red debe hacerse evitando las zonas de terrenos inestables. En los casos que no existan otras alternativas deben construir muros de sostenimiento y anclajes de tubería.	x		

Criterios	Aplica	No aplica	Situación del sitio
<p>Si el sistema contempla como fuentes de abastecimientos el uso de agua superficial, sea este de ríos o manantiales: El dato o datos de aforo, debe corresponder al final del período seco de la zona y se tomará como base para el diseño, el mínimo valor obtenido. Los caudales críticos de producción de la fuente deben ser mayor o igual al consumo máximo diario de la población al final del período de diseño. Cuando no se cumpla este criterio se establece un valor estimado en base a la referencia de los comunitarios (caudal histórico percibido) y los datos de aforo tomados por el formulador. Así mismo se establecerán medidas complementarias como: Cambios de tipo de conexión, protección de la fuente, racionamiento del agua y captación de agua de lluvia.</p>		x	<p>El método de captación es mediante un pozo perforado en la comunidad.</p>
<p>La profundidad e instalación de la bomba debe estar definida por las condiciones hidráulicas del acuífero y el caudal de agua a extraerse, tomando en consideración las variaciones estacionales o niveles naturales del agua en verano e invierno.</p>	X		
<p>El diámetro de la tubería de succión, será igual o mayor que el diámetro de la tubería de impulsión, será por lo menos el diámetro comercial (3") inmediatamente superior. Esto dependerá de la HP de la Bomba Sumergible. Nunca deberán usarse tuberías de succión de diámetros menores a los diámetros de descarga de la bomba.</p>	X		

Fuente: Elaboración a partir del uso del manual técnico del SISGA

En la siguiente tabla se muestra el análisis de los resultados obtenidos para los requisitos ambientales físicos y técnicos de pozos perforados.

Tabla No. 41. Requisitos ambientales físicos y técnicos para pozos perforados

Criterios	Aplica	No aplica	Situación del sitio
El nivel de servicio mínimo del pozo perforado debe ser de 17 casas, o sea, unas 100 personas por pozo; esto significa que deben estar ubicadas a una distancia máxima de 300 metros del pozo.		X	El pozo está ubicado a 1200 mts del caserío más cercano el nivel de servicio es apto para abastecer a toda la población de la comunidad.
La distancia mínima entre una estación de servicio (gasolineras) con pozos individuales de suministro de agua potable, debe ser de mil metros (1000 m). Esta distancia debe ser medida desde el centro del brocal del pozo hasta el tanque de combustible más cercano, de acuerdo a lo establecido en la Ley No. 742, Ley de Reforma y Adiciones a la Ley No. 277, Ley de Suministro de Hidrocarburos, en el artículo 27 inciso 9.	X		
La distancia de los pozos destinados al consumo humano con respecto a las estaciones de transferencia de desechos sólidos, centros de tratamiento y centros de procesamiento de desechos sólidos no debe ser menor de mil metros (1000 m), de conformidad con Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense Ambiental para el Manejo, Tratamiento y Disposición Final de los Desechos Sólidos No Peligrosos NTON 05 014-01.	X		
Cuando el nivel estático está a más de cuarenta metros (40 m) de profundidad, se debe guardar una distancia horizontal mínima de treinta metros (30 m) entre los pozos destinados al consumo humano y las siguientes fuentes potencialmente contaminantes: Tuberías de Alcantarillado Sanitario Canales de Agua Residual • Lechos y pozos de absorción para sistemas	X		

Criterios	Aplica	No aplica	Situación del sitio
individuales de disposición de excretas Lechos y pozos de infiltración de agua de lluvia • Letrinas			
Protección interna y externa del pozo. La terminal superior del pozo y el espacio anular entre las paredes de la formación natural y el ademe, son las áreas que presentan mayor riesgo de ingreso de contaminación desde la superficie del terreno, por tanto, todos los pozos deben contar con sello sanitario.	X		
Para asegurar la integridad estructural y sanitaria del pozo, este debe tener al menos los siguientes elementos: Sello Sanitario. En los primeros seis metros (6m) de profundidad del pozo, el espacio entre el ademe y la pared del agujero se debe rellenar con una lechada de cemento para evitar la entrada de agua superficial al pozo. Sobre - elevación del ademe por encima del nivel del suelo. El extremo superior del ademe debe sobresalir como mínimo cincuenta centímetros (50 cm) por encima del nivel del terreno natural o del terraplén en condiciones no inundables.	X		
La distancia horizontal mínima entre un pozo destinado al consumo humano y un sitio de disposición final de desechos sólidos peligrosos, debe ser un mil quinientos (1500 m) estando ubicado al pozo aguas arriba con respecto al sentido del flujo de agua subterránea de conformidad con la NTON 05-015-01	X		
La distancia horizontal mínima entre campo de pozos destinados al consumo humano y un sitio de disposición final de desechos sólidos peligrosos debe ser de dos mil quinientos metros (2,500 m) estando ubicado el pozo más cercano aguas arriba con respecto al sentido del flujo del agua subterránea (NTON 09-006-11).	X		

Fuente: Elaboración a partir del uso del manual técnico del SISGA

Al realizarse el análisis del impacto ambiental de este proyecto se orientó a determinar el alcance de los problemas ambientales que generara el sistema de abastecimiento de agua potable propuesto. Este proyecto se considera como de bajo impacto ambiental, ya que la mayor cantidad de efectos ambientales negativos será en la etapa de operación debido a la explotación de la fuente debido al constante uso del acuífero y en mínima cantidad la remoción de vegetación y maleza en la excavación en las líneas de tubería.

Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones

5.1. Conclusiones

Mediante la encuesta y el estudio socioeconómico que se realizó en la comunidad La Rinconada, se determinó que la población cuenta con 95 viviendas. Del cual se realizó un censo total y se determinó que el servicio de agua potable es ineficiente en toda la comunidad. Además, se identificó que el 28% de la población cuenta con un ingreso mensual menor o igual a los C\$ 4500 por familia, este ingreso se mantiene en el salario mínimo según lo emitido por el Ministerio del Trabajo de Nicaragua el cual establece que el salario mínimo en el sector agropecuario es de C\$ 4176.49 al mes, por lo tanto, el nivel socioeconómico de la comunidad es bajo.

Se realizó el diagnóstico de la fuente de abastecimiento mediante un aforo de la fuente de La Rinconada, se comprobó que este caudal de explotación es apto para abastecer la demanda de la población, por consiguiente, se propone el diseño de un mini acueducto por bombeo eléctrico y todo el sistema.

En la propuesta de diseño de sistema de abastecimiento de agua potable, se tomaron en cuenta todos los resultados obtenidos anteriormente para el cálculo de las tuberías y se proponen diámetros de 1-½, 1 y ½ pulgadas. Los datos obtenidos fueron simulados en el software EPANET, obteniendo una simulación adecuada de acuerdo a los parámetros establecidos en las normas NTON 09 002-99 y NTON 09 003-99. Posteriormente se realizaron los planos constructivos para el sistema de la red de distribución de agua potable.

Se realizó el estimado del costo y presupuesto del sistema de abastecimiento de agua potable, incluyendo la elaboración del tanque y de la caja rompe presión, se obtuvo el costo total de la ejecución del proyecto de C\$ 2,191,813.78.

Se realizó el estudio de impacto de impacto ambiental del cual se considera que este proyecto tiene un bajo impacto por lo que no es necesario tomar en cuenta medidas para contrarrestar los efectos negativos que conlleva la ejecución del proyecto.

5.2. Recomendaciones

En la investigación se proponen las siguientes recomendaciones:

Dar un buen mantenimiento al sistema de abastecimiento de agua potable para garantizar la calidad del agua.

Orientar a las familias el uso adecuado del consumo y mantenimiento de agua potable para evitar enfermedades.

Capacitar a la comunidad para la formación del comité de agua potable (CAP) y en la operación y mantenimiento del sistema propuesto con el fin de que sea sostenible.

Promover la reforestación de la micro cuenca de la fuente de agua y su conservación para preservar el agua del sistema.

Bibliografía

- Amanco. (2005). *Amanco*. Obtenido de https://www.academia.edu/16572588/Manual_tecnico_amanco
- Banco Central de Nicaragua. (Mayo de 2019). *Banco Central de Nicaragua*. Obtenido de https://www.bcn.gob.ni/divulgacion_prensa/notas/2019/noticia.php?nota=1220
- CAPRE. (1994). *Comite coordinador regional de instituciones de agua potable y saneamiento de centroamerica, panama y republica dominica*. Obtenido de http://biblioteca.enacal.com.ni/bibliotec/Libros/pdf/CAPRE_Normas_Regional.pdf
- Comision Nacional del Agua. (Diciembre de 2007). *CONAGUA*. Obtenido de <ftp.conagua.gob.mx>
- Comite coordinador regional de instituciones de agua potable y saneamiento de centroamerica, panama y republica dominica. (1994). *biblioteca enacal*. Obtenido de http://biblioteca.enacal.com.ni/bibliotec/Libros/pdf/CAPRE_Normas_Regional.pdf
- Confidencial . (5 de Febrero de 2019). *Confidencial*. Obtenido de <https://confidencial.com.ni/pobreza-crece-sin-freno-en-nicaragua/>
- Cruz, M. (2008). *Estacion Total Aplicada*. Obtenido de <https://tesis.ipn.mx/xmlui/bitstream/handle/123456789/83/Estacion%20total%20aplicada.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- EcuRed. (Junio de 2019). *EcuRed catalogo de accesorios* . Obtenido de https://www.ecured.cu/EcuRed:Enciclopedia_cubana
- FISE. (2017). *Sistema de Gestion Ambiental (SISGA)*.
- Gestion en Recursos Naturales. (2018). *GRN*. Obtenido de <https://www.grn.cl/estudio-de-impacto-ambiental.html>

NTON 09 002-99. (s.f.). *Diseño de abastecimiento de agua en el medio rural (NTON 09 002-99)*. Obtenido de <http://www.inaa.gob.ni/documentos/Normativas/seccion-1>

NTON 09 003-99. (s.f.). *Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua (NTON 09 003-99)*. Obtenido de <http://www.inaa.gob.ni/documentos/Normativas/seccion-1/7.Abastec.yPot.Agua.pdf/view>

ONU. (22 de Octubre de 2014). *ONU-DAES*. Obtenido de <http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/quality.shtml>

Organizacion Mundial de la Salud. (7 de Febrero de 2018). *Organizacion Mundial de la Salud*. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>

RotorPump. (s.f.). Obtenido de <http://www.rotorump.com/pdf/tabla-perdidas-por-friccion.pdf>

Sinnaps. (2019). *Sinnaps presupuesto*. Obtenido de <https://www.sinnaps.com/blog-gestion-proyectos/como-hacer-presupuesto-de-un-proyecto>

Universidad de Sevilla. (2007). *OpenCourseWare Universidad de Sevilla*. Obtenido de http://ocwus.us.es/ingenieria-agroforestal/hidraulica-y-riegos/temario/Tema%207.%20Bombas/tutorial_02.htm

CONDICIONES DE LA VIVIENDA (Preguntas. 2,3,4. Marcar con X una o más respuestas)

1. La vivienda es: a) Propia _____ b) Prestada _____ c) Alquilada _____
2. Las paredes son: a) Bloque _____ b) Ladrillo _____ c) Madera _____ d) Otros _____
3. El piso es: a) Madera _____ b) Tierra: _____ c) Ladrillo _____ d) Otros _____
4. El techo es: a) Zinc ____ B) Teja ____ c) Madera ____ d) Palma ____ e) Otros ____
5. Cuantas divisiones tiene la vivienda: a) Tres _____ b) Dos _____ c) No tiene _____
6. Resumen del estado de la vivienda: a) Buena _____ b) Regular _____ c) Mala _____

SITUACION ECONOMICA DE LA FAMILIA

7. Cuantas personas del hogar trabajan?

Dentro de la comunidad: H ____ M ____ Total ____

Fuera de la comunidad: H ____ M ____ Total ____

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

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

8. En que trabajan las personas del hogar? a) Ganadería _____ b) Agricultura _____
c) Jornaleros _____ d) Otros _____ Cual? _____

9. Que cultivos realizan? a) Arroz _____ b) Frijoles _____ c) Maíz _____ d) Otros _____

10. Tiene ganado? Sí ____ No ____

Cuánto: a) Vacuno _____ b) Equino _____ c) Caprino _____

11. Tiene animales domésticos? Sí _____ No _____

Cuántos: a) Cerdos _____ b) Gallinas _____

12. Los animales domésticos están? a) Encerrados _____ b) Amarrados _____ c) Suelos _____

13. Los animales domésticos se abastecen de agua en?

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

SANEAMIENTO E HIGIENE AMBIENTAL DE LA VIVIENDA (OBSERVAR, VERIFICAR)

14. Tiene letrina?

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

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

15. Quienes usan la letrina? a) Adultos _____ b) Niños _____ c) Otros familiares _____

16. La letrina está construida en suelo a) Rocoso _____ b) Arenoso _____ c) Arcilloso _____

17. Que hacen con las aguas servidas de la casa? a) La riegan _____ b) La dejan correr _____

c) Tienen zanja de drenaje _____ d) Tiene filtro para drenaje _____

18. Existen charcas en el patio? a) Si _____ (pasar al núm. 19) b) No _____

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

RECURSOS Y SERVICIOS DE AGUA

¿Cuentan con servicio de agua?

a) Si _____ Cual? _____

b) No _____ Como se abastecen? _____

c) Cuánto pagan de agua al mes? _____

20. Cuentan con servicio de agua?

a) Si _____ Cual: _____

b) No _____ Como se abastecen: _____

c) Cuánto pagan de agua al mes? _____

21. ¿Quién busca o acarrea el agua?

a) Mujer _____ b) Hombre _____ c) Los niños _____ d) Otros _____ Quien

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

23. En que almacena el agua? a) Barriles _____ b) Bidones _____ c) Pilas _____

24. Los recipientes en que se almacenan el agua los mantienen

a) Tapados _____ b) Destapados _____ c) Como _____ Verificar

25. La calidad del agua que consume en el hogar, la considera?

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

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

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

PROGRAMA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO RURAL (PASR)

27. Conoce el programa de agua potable y saneamiento rural del FISE?

a) Si _____ b) No _____ c) Poco _____ Que sabe? _____

28. Le gustaría tener servicio de agua potable en su hogar?

a) Si _____ b) No _____ c) Por qué? _____

29. Cuanto estaría dispuesto a pagar por este servicio? (Marcar uno)

a) C\$ 20 a 35 _____ b) C\$ 36 a 50 _____ c) C\$ 51 a mas _____

d) No estaría dispuesto a pagar _____ Por qué? _____

ORGANIZACIÓN COMUNITARIA:

30. Los miembros de este hogar pertenecen a alguna organización?

¿Sí _____ Que tipo? a) productiva _____ b) Social _____ c) Religiosa _____ d) Otra _____

¿No _____ Por qué? _____

31. Cuantos miembros del hogar participan en la organización comunitaria?

a) Hombres _____ b) Mujeres _____ c) Total _____

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

a) Si _____ b) No _____ c) Por qué? _____

SITUACION DE SALUD EN LA VIVIENDA

Enfermedades padecidas por los miembros del hogar durante el pasado año (cuantos)

ENFERMEDADES	GRUPOS DE EDAD				OBSERVACIONES
	-5	6 - 15	16 - 25	+ 26	
DIARREA					
TOS					
RESFRIADO					
MALARIA					
DENGUE					
PARASITOSIS					
INFECCION RENAL					
TIFOIDEA					
HEPATITIS					
INFECCIONES DERMICAS					
OTRAS					

33. Están vacunados los niños y niñas? ¿a) Si ____ b) No ____ Por qué?

34. Las personas que habitan en una vivienda practican hábitos de higiene como:

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

¿Hacer buen uso del agua a) Si _____ b) No _____ c) Por qué? _____

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

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

Vivos: Niñas _____ Niños _____ Total

Fallecidos: Niñas _____ Niños _____ Total

GRACIAS

NOMBRE DEL ENCUESTADOR

NOMBRE DEL SUPERVISOR

Requisitos Ambientales Físicos y Técnicos para Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico

Nombre del Proyecto: _____ Código: _____

Comunidad: _____ Municipio: _____

A la par de cada criterio anotar "X", si aplica o no en el diseño del MABE en la fase de factibilidad

Criterios	Aplica	No aplica	Situación del sitio
Debe existir fuente de captación para el suministro eléctrico a una distancia no mayor de 200 m			
Debe existir acceso vehicular a la fuente con un ancho mínimo de 4 metros. Este requisito estará en dependencia del tamaño de los equipos y envergadura de las instalaciones a construir.			
El trazado de la red debe hacerse evitando las zonas de terrenos inestables. En los casos que no existan otras alternativas deben construir muros de sostenimiento y anclajes de tubería.			
Si el sistema contempla como fuentes de abastecimientos el uso de agua superficial, sea este de ríos o manantiales: El dato o datos de aforo, debe corresponder al final del período seco de la zona y se tomará como base para el diseño, el mínimo valor obtenido. Los caudales críticos de producción de la fuente deben ser mayor o igual al consumo máximo diario de la población al final del período de diseño. Cuando no se cumpla este criterio se establece un valor estimado con base a las referencias de los comunitarios (caudal histórico percibido) y los			

datos de aforo tomados por el formulador. Así mismo, se establecerán medidas complementarias como: Cambio de tipo de conexión (domiciliar a puestos públicos) Protección de la fuente Racionamiento del Agua Captación de agua de lluvia			
La profundidad e instalación de la bomba debe estar definida por las condiciones hidráulicas del acuífero y el caudal de agua a extraerse, tomando en consideración las variaciones estacionales o niveles naturales del agua en verano e invierno			
El diámetro de la tubería de succión, será igual o mayor que el diámetro de la tubería de impulsión, será por lo menos el diámetro comercial (3") inmediatamente superior. Esto dependerá de la HP de la Bomba Sumergible. Nunca deberán usarse tuberías de succión de diámetros menores a los diámetros de descarga de la bomba.			

COMENTARIOS

Nombre del funcionario que realiza la evaluación	Cargo	Firma	Fecha
Nombre de funcionario que verifica la Evaluación	Cargo	Firma	Fecha

Requisitos Ambientales Físicos y Técnicos para Pozos Perforados (PP) Pozos Perforados (PP)

Nombre del proyecto: _____ Código: _____

Comunidad: _____ Municipio: _____

A la par de cada criterio anotar "X", si aplica o no en el diseño del PP en la fase de factibilidad

Criterios	Aplica	No aplica	Situación del sitio
El nivel de servicio mínimo del pozo perforado debe ser de 17 casas, o sea, unas 100 personas por pozo; esto significa que deben estar ubicadas a una distancia máxima de 300 metros del pozo.			
La distancia mínima entre una estación de servicio (gasolineras) con pozos individuales de suministro de agua potable, debe ser de mil metros (1000 m). Esta distancia debe ser medida desde el centro del brocal del pozo hasta el tanque de combustible más cercano, de acuerdo a lo establecido en la Ley No. 742, Ley de Reforma y Adiciones a la Ley No. 277, Ley de Suministro de Hidrocarburos, en el artículo 27 inciso 9.			
La distancia de los pozos destinados al consumo humano con respecto a las estaciones de transferencia de desechos sólidos, centros de tratamiento y centros de procesamiento de desechos sólidos no debe ser menor de mil metros (1000 m), de conformidad con Norma Técnica Obligatoria			

<p>Nicaragüense Ambiental para el Manejo, Tratamiento y Disposición Final de los Desechos Sólidos No Peligrosos NTON 05 014-01.</p>			
<p>Cuando el nivel estático está a más de cuarenta metros (40 m) de profundidad, se debe guardar una distancia horizontal mínima de treinta metros (30 m) entre los pozos destinados al consumo humano y las siguientes fuentes potencialmente contaminantes: Tuberías de Alcantarillado Sanitario Canales de Agua Residual • Lechos y pozos de absorción para sistemas individuales de disposición de excretas Lechos y pozos de infiltración de agua de lluvia • Letrinas</p>			
<p>Protección interna y externa del pozo. La terminal superior del pozo y el espacio anular entre las paredes de la formación natural y el ademe, son las áreas que presentan mayor riesgo de ingreso de contaminación desde la superficie del terreno, por tanto, todos los pozos deben contar con sello sanitario.</p>			
<p>Para asegurar la integridad estructural y sanitaria del pozo, este debe tener al menos los siguientes elementos: Sello Sanitario. En los primeros seis metros (6m) de profundidad del pozo, el espacio entre el ademe y la pared del agujero se debe rellenar con una lechada de cemento para evitar la entrada de agua superficial al pozo. Sobre - elevación del ademe por encima del nivel del suelo. El extremo superior del ademe debe sobresalir como mínimo cincuenta</p>			

centímetros (50 cm) por encima del nivel del terreno natural o del terraplén en condiciones no inundables.			
La distancia horizontal mínima entre un pozo destinado al consumo humano y un sitio de disposición final de desechos sólidos peligrosos, debe ser un mil quinientos (1500 m) estando ubicado al pozo aguas arriba con respecto al sentido del flujo de agua subterránea de conformidad con la NTON 05 - 015-01			
La distancia horizontal mínima entre campo de pozos destinados al consumo humano y un sitio de disposición final de desechos sólidos peligrosos debe ser de dos mil quinientos metros (2,500 m) estando ubicado el pozo más cercano aguas arriba con respecto al sentido del flujo del agua subterránea (NTON 09-006-11).			

Nombre de funcionario que realiza la evaluación	cargo	firma	Fecha
Nombre del funcionario que verifica la evaluación	cargo	firma	fecha

II. Resultados de las pruebas de calidad del agua de la fuente La Rinconada



Universidad Nacional de Ingeniería
Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo
Programa de Investigación, Estudios Nacionales y Servicios del Ambiente
Managua, Nicaragua



LABORATORIOS AMBIENTALES

CERTIFICADO DE ENSAYOS

MP-1901-012

CLIENTE		DIRECCION		TELEFONO	
AVODEC / ENTRAIDE / AGROJOVEM		Barrio San Antonio, Frente al Santuario Señor de Esquipulas- Jinotega		2782- 2831	
ATENCION		CARGO		CELULAR	
Lic. Victorino Centeno		Director Ejecutivo AVODEC		8854-1977	
		EMAIL			
		centenoy@avodec.org			
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO					
INGRESO	INICIO DE ANALISIS	FINAL DE ANALISIS	FECHA DE EMISION DE CERTIFICADO DE ANALISIS	CADENA CUSTODIA	NUMERO DE MUESTRAS
30/01/2019	04/02/2019	11/02/2019	11/02/2019	3366	Lina (01)
Fecha y Hora de Muestreo			29/01/19; 8:30 pm		Rango o valor máximo permisible o recomendado
Muestreado por			Victorino Centeno		
Supervisor de Muestreo en Campo			Victorino Centeno		
Fuente			Pozo		
Tipo de muestra			Agua Subterránea		
Observaciones de Ubicación			Municipio Concordia- Jinotega, Las Rinconadas # 1		
Coordenadas			NR		
Codificación PIENSA			LA-1901-0082		
METODO SM y EPA	ENSAYO REALIZADO PARAMETRO	UNIDAD	VALOR DE CONCENTRACION	Norma CAPRE*	
			PUNTO DE MUESTREO 1		
G.H	Arsénico	mg/L	<0.001	0.01	
3500-B	Cobre	mg/L	0.007	2	
3360-B	Cromo Total	mg/L	0.2	0.05	
3500-B	Plomo	mg/L	<0.01	0.01	
3500-B	Niquel	mg/L	<0.01	0.05	
3350-B	Mercurio	mg/L	<0.001	0.001	
EPA 507,500	Plaguicidas Organofosforados	mg/L	ND*	NE	

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.
Abreviaturas y símbolos: <= menor al Límite de Detección que se especifica por parámetro. NE= No especificada en la Norma, NR= No Reporta, Métodos, Normas y/o Decreto empleados: SM = Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater 23 RD 2017
EPA = Environmental Protection Agency, * Normas de Calidad del Agua Para Consumo Humano: Norma Regional CAPRE
ND: No Detectado, no se encontró Plaguicidas Organofosforado por encima del límite de detección (LD) del método. LD: < 3*10⁴ mg/L.
G.H: Generador de Hidruros. Usando ARSENATOR
OBSERVACIONES: La muestra fue recolectada, cuantificada e ingresada al laboratorio por el cliente

Los resultados reportados corresponden a los ensayos solicitados por el cliente

Mg. María Lina Gómez
Coordinadora de Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI



LABORATORIOS AMBIENTALES

CERTIFICADO DE ENSAYOS

MB-1901-014

CLIENTE		DIRECCION		TELEFONO	
AVODEC / ENTRAIDE / AGROJOVEM		Bo. Santa Antonio, Frente al Santuario Señor de Esquipulas-Jinotega		2782-2539	
ATENCIÓN		CARGO		EMAIL	
Lic. Victorino Centeno		Director Ejecutivo - AVODEC		centenov@avodec.org	
				CELULAR	
				8854-1977	
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO					
INGRESO	INICIO DE ANALISIS	FINAL DE ANALISIS	FECHA DE EMISION DE CERTIFICADO DE ANALISIS	CADENA CUSTODIA	NUMERO DE MUESTRAS
30/01/2019	30/01/2019	03/02/2019	11/02/2019	3566	Una (01)
Fecha y Hora de Muestreo			29/01/2019 : 05:30 pm		
Muestreado por			Victorino Centeno		
Supervisor de Muestreo en Campo			Victorino Centeno		
Fuente			Pozo		
Tipo de muestra			Agua Subterránea		
Observaciones de Ubicación			Municipio Concordia - Jinotega, Las Rinconadas # 1		
Coordenadas			NR		
Codificación PIENSA			LA-1901-0092		
METODO SM // EPA	ENSAYO REALIZADO PARAMETRO	UNIDAD	VALOR DE CONCENTRACION	Rango o valor máximo permisible o recomendado	
9221-B	Coliforme Total	NMP/100mL	PUNTO DE MUESTREO 1	Norma CAPRE*	
			24.0	Negativo	
9221-E	Coliforme Fecal	NMP/100mL	Negativo	Negativo	

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.
Abreviaturas y símbolos: <= menor al Límite de Detección que se especifica por parámetro. NE= No especificada en la Norma. NR= No Reporta.
 Métodos, Normas y/o Decreto empleados: SM = Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater 23 RD 2017
 EPA = Environmental Protection Agency. * Normas de Calidad del Agua Para Consumo Humano: Norma Regional CAPRE

OBSERVACIONES: La muestra fue recolectada, custodiada e ingresada al laboratorio por el cliente.

Los resultados reportados corresponden a los ensayos solicitados por el cliente

Mg. María Lidia Gómez
 Coordinadora Laboratorios Ambientales PIENSA-UNVI

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio garantiza la confidencialidad e imparcialidad del informe.



LABORATORIOS AMBIENTALES

CERTIFICADO DE ENSAYOS

FQAN1901-0014

CLIENTE		DIRECCIÓN		TELÉFONO	
AVCOEC/ ENTRAIDE/ AGROJOVEM		Bo. San Antonio, Frente al Santuario Señor de Esquipulas Jinotega		2782-2831	
ATENCIÓN		CARGO		EMAIL	
Lic. Victorino Centeno		Director Ejecutivo AVCOEC		centenov@avodec.org	
FECHAS DE PROGRAMAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO		FECHA DE EMISIÓN DE CERTIFICADO DE ANÁLISIS		CADENA CUSTODIA	
INICIO DE MUESTRA 30/01/2019		INICIO DE ANÁLISIS 31/01/2019		FINAL DE ANÁLISIS 12/02/2019	
FECHA Y HORA DE MUESTRO		MUESTRO		NUMERO DE MUESTRAS	
Muestreado por		29/01/2019, 08:30 pm		Una(1)	
Supervisor de Muestro en Campo		Victorino Centeno		Rango o valor máximo permisible o recomendado	
Fuente		Victorino Centeno			
Tipo de muestra		Pozo			
Observaciones de Ubicación		Agua Subterránea			
Coordenadas		Municipio de Concordia - Jinotega, Las Rincónadas #1			
Certificación PIENSA		NR			
MÉTODO SM Y EPA		ENSAYO REALIZADO PARAMETRO		UNIDAD	
		VALOR DE CONCENTRACION		PUNTO DE MUESTRO 1	
Visual		Aspecto		NE	
4500-B		Potencial de Hidrógeno		pH	
2510-B		Conductividad Eléctrica		µS/cm	
2130-B		Turbiedad		UNT	
2120-C		Color Verdadero		mg/L (Pt-Co)	
2320-B		Alcalinidad		mg/L CaCO ₃	
2320-B		Carbonatos		mg/L CaCO ₃	
2320-B		Bicarbonatos		mg/L CaCO ₃	
4500-B		Nitratos		mg/L	
4500-B		Nitritos		mg/L	
4500-D		Cloruros		mg/L	
3500-B		Hierro Total		mg/L	
4500-D		Sulfatos		mg/L	
2340-C		Dureza total		mg/L CaCO ₃	
2340-C		Dureza Caídica		mg/L CaCO ₃	
3500-B		Calcio		mg/L	
3500-B		Magnesio		mg/L	
3500-B		Manganeso		mg/L	
3500-X		Sodio		mg/L	
3500-C		Potasio		mg/L	
4500-C		Fluor		mg/L	

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva. Abreviaturas y símbolos: en mayúscula el Límite de Detección que se especifica por parámetro, NE= No especificado en la Norma, NR= No Reporta Métodos, Normas y/o Decretos aplicados: SM = Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater 23 RD 2017, EPA = Environmental Protection Agency, * Normas de Calidad del Agua Para Consumo Humano, Norma Regional CAPRE, ** Valor recomendado

OBSERVACIONES: La muestra fue recolectada, custodiada e ingresada al laboratorio por el cliente.

Los resultados reportados corresponden a los ensayos solicitados por el cliente.

Ing. María Lilia Gómez
Coordinadora de Laboratorios Ambientales, PIENSA-UNI

0000140

Declaro que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio se reserva el derecho de confidencialidad e integridad del informe.



PROFOMA LABORATORIOS AMBIENTALES		PLA-1901-0046	
Código:	Ubicación:	Fecha:	
AVOCEDENTRADEAGROQUIMIA	Barrio San Antonio, Frente al antiguo señor de Engañados - Jirónaga	20/11/2019	
Mostrador:	Código:	Mostrador:	Teléfono:
Lt. Vickyro Carrero	Desde agosto AVOCED	097488000@uni.edu.pe	0054-1677 2702-2831
LA PRESENTE PROFOMA DETALLA LOS PARAMETROS ASOCIADOS POR EL CLIENTE			
ANÁLISIS TIPO DE MUESTRAS			
Descripción	Cantidad	Precio unitario	Precio Total US\$
Analisis Total	1	5,00	5,00
Elementales	1	2,00	2,00
Cadmio	1	2,00	2,00
Cromo	1	5,00	5,00
Cobalto	1	5,00	5,00
Cobaltocromo Espectro	1	4,00	4,00
Cuanta Total	1	3,00	3,00
Cuanta Cadmio	1	3,00	3,00
Fierro	1	3,00	3,00
Hierro	1	4,50	4,50
HCl	1	4,00	4,00
Hierro	1	3,00	3,00
Hierro	1	3,00	3,00
Hierro (UV)	1	2,00	2,00
Hierro	1	3,00	3,00
Hierro Total	1	5,00	5,00
Manganeso	1	3,00	3,00
Manganeso	1	4,00	4,00
Niobio	1	3,00	3,00
Niobio	1	3,00	3,00
Subtotal			66,00
ANÁLISIS MICROBIOLOGICOS			
Diferencia Total y Fines	1	30,00	30,00
Subtotal			30,00
ANÁLISIS METALES PESADOS			
Asbesto	1	25,00	25,00
Mercurio	1	25,00	25,00
Plomo	1	30,00	30,00
Cadmio	1	30,00	30,00
Cromo	1	30,00	30,00
Cromo	1	20,00	20,00
Cromo Cromatado	1	20,00	20,00
Subtotal			205,00
Subtotal US\$			471,00
IVA US\$			70,50
Monto Total US\$			541,50

Nota: Se entrega Factura a la cancelación del Servicio. Costo de transporte exento de IVA.

Horario de Atención:

Lunes a viernes 08:30 am - 02:00 pm - 01:00 - 03:30 pm

Forma de Pago:

Adelanto del 50% del monto total de la profoma antes del momento de recepción de la muestra y 50% restante a la entrega de los resultados, todo mediante cheque de pago o transferencia de la institución bancaria. Los pagos pueden ser en dólares o dólares (al tipo de cambio oficial) por medio de:

1. Cheque a nombre de UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

1. Cuenta para transferencias bancarias:	Banco (Institución)	19011900046000
	Cuenta (Banco)	19011900046000

Dirección de Entrega de Resultados

10 días hábiles después del último momento de recepción de la muestra. Retirados en la Oficina de Atención al Cliente con la Lta. María Aguilar

Responsabilidad del Muestreo

La Coordinación del muestreo, análisis y entrega de resultados es bajo la responsabilidad de:

Lta. María Aguilar, Responsable del Lab. Física Química de Aguas Nacionales, correo: maria.aguilar@piensa.uni.edu.pe

Reserva y Validación de la Oferta

Válida por 30 días. El periodo de reserva por alguna modificación en los Certificados de análisis es de 7 días hábiles

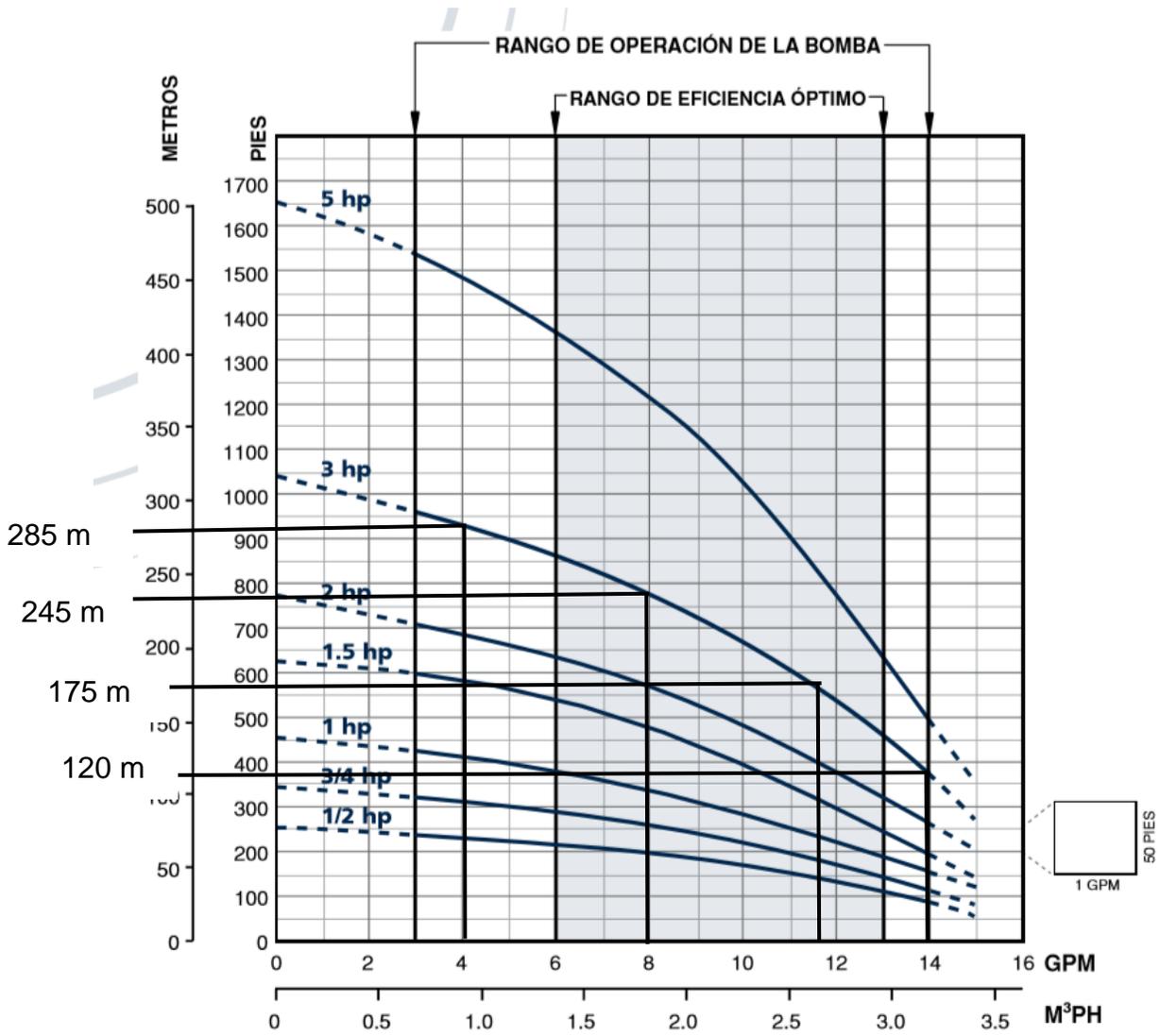
Fecha Proceso del Muestreo

Presca Parfiteiro

Los Laboratorios de PIENSA, se dedican a proporcionar una alta calidad de los servicios que ofrecemos, bajo el liderazgo de la Calidad y el Cliente, con una experiencia de más de 20 años. PIENSA es una institución de vanguardia en el sector ambiental.



III. Curva característica de bombas sumergibles Franklin Electric serie SSI



IV. Fotos tomadas en la elaboración de la investigación



V. Planos del diseño de abastecimiento de agua potable