



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

**“DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO AGUA POTABLE DE LA
COMUNIDAD SANTA MARTA, ISLA EL TERRÓN EN ARCHIPIELAGO EL
NANCITAL”**

Para optar al título de Ingeniero Civil

Elaborado por

Br. Royner Hurtado Marengo

Tutor

Ing. Manuel González Murillo

Managua, Septiembre 2018

Dedicatoria

Un logro más es el cumplimiento de una de mis metas y el inicio de una etapa en mi vida profesional, por tal razón dedico con orgullo al único y soberano Dios que es al único a quien dedico este trabajo, ya que sin él no hubiera logrado llegar hasta ahora.

A mis familiares.

A mis dos padres a quienes amo, Sr. Romulo Hurtado Pérez y Sra. Adilia Marengo Solano. Asimismo, a mis tíos Graciela Marengo, Eliuth Marengo y Edwin Castillo por sus oraciones siempre, a todos en general ya que han sido un elemento fundamental en su apoyo absoluto. ¡Gracias a ustedes!

A mis maestros.

Al Ing. Manuel González Murillo por su gran apoyo y motivación para la culminación del estudio y elaboración de este proyecto, en fin, por su tutoría; al M.Sc. Ing. Mario Francisco Castellón Zelaya por su esmero al compartir sus conocimientos en el aula de clases y ser un ejemplo como docente; en fin, a todos mis docentes que fueron parte del crecimiento de mis conocimientos profesionales.

Finalmente, a todos aquellos que marcaron cada etapa y que me ayudaron en asesorías y dudas presentadas en la elaboración de la tesis.

Royner Hurtado Marengo

Agradecimiento

Primero que todo quiero agradecer a Dios por haberme dado vida, salud, fortaleza y sabiduría, a lo largo de este periodo en la realización de esta monografía. Y con seguridad puedo expresar que hasta aquí el Señor me ha ayudado.

A mis padres *Rómulo Hurtado Pérez y Adilia Marengo Solano* por su apoyo incondicional, tanto moral, emocional y económico que dedicado e invertido en mí. Por ser un pilar en los momentos de desfallecimientos y por transmitir sus consejos en los momentos de incertidumbres, así como también el ánimo motivacional que su debido tiempo me proporcionaron.

De manera especial agradezco a mi hermano *Sol Silvestre Almendarez y su esposa*, por su apoyo absoluto en el ámbito económico a lo largo de mi formación profesional hasta la etapa de culminación de mis estudios, sin embargo, a pesar desde la distancia continuamente estuviste al pendiente de mis estudios.

De igual forma agradezco a Dios por rodearme de personas que de una u otra manera han sido parte de este proceso de formación de mi carácter como profesional. Mis hermanos, mis tíos y demás familiares, mis amigos en general.

A mis colegas Ing. Rafael Antonio Campos y al Ing. Axel García por formar parte en este estudio, la disposición para ejecución en conjunto en el trabajo de campo. A todos mis amigos cercanos que fueron influencia emocional y espiritual.

También quiero agradecer a *Todos* mis profesores por el tiempo y la enseñanza compartida a lo largo de estos seis duros años de estudio y dedicación. Sin pasar por desapercibido a mis compañeros de carrera, igual han formado parte del elenco de trabajo en muchas ocasiones ya que hemos intercambiado diferentes experiencias para el enriquecimiento del desarrollo tanto como personal y profesional.

Resumen del tema

El trabajo monográfico que a continuación describe el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad Santa Marta, isla El Terrón en el archipiélago El Nancital, cuyo proyecto abarca un periodo de diseño de 20 años (2018 - 2037), con el objetivo de beneficiar a los pobladores de esa comunidad y puedan gozar el derecho al consumo de agua potable a través de un sistema de agua potable.

Sistema que fue diseñado en base a parámetros de códigos de diseños internacionales y regidos normas nacionales, tales como: “Normas técnicas para el diseño del Sistemas de abastecimientos de agua potable en el medio rural”, emitidas por INAA (Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados en el sector rural) para desarrollar cuanto antes la formulación y por ende la ejecución del proyecto de agua potable. Aprovechando el recurso hídrico y económicos, dicha propuesta se encuentra regida mediante un análisis a fondo de las características socioeconómicas de la comunidad.

En el capítulo I está detallada la parte introductoria del proyecto, haciendo énfasis en la reseña de la importancia prioritaria que tienen las zonas rurales en las municipalidades, debido al derecho a gozar de agua apta al consumo humano. Asimismo, se describe brevemente la ubicación con coordenadas exactas del poblado beneficiario, justificando la problemática existente y dar fin a esta necesidad que presenta esta comunidad como se ha venido priorizando este tipo de proyectos en años anteriores en el resto del país.

La descripción en el capítulo II describe generalmente la información de la población que reside en la Isla El Terrón, la actividad socioeconómica y los indicadores de calidad y cobertura, esta información requerida para conocer a profundidad estos aspectos importantes que juegan un rol en proyectos de diseños.

En el capítulo III se encuentra la parte conceptual del marco teórico del documento, es decir el conocimiento científico de las definiciones y conceptos que se toman en cuenta en el diseño de cada componente del sistema de diseño. En el capítulo IV hace alusión al diseño metodológico con el que realizó el diseño, tomando en cuenta en que los parámetros de diseños que se establecen a nivel nacional como internacional.

En el capítulo V detalla los análisis y la presentación de resultados de estos a través del procedimiento que se describió en el capítulo anterior, precedidas de las conclusiones tomadas para finalizar los diseños y dimensionamientos de los componentes que requiere un sistema de agua potable en esa comunidad. Así como también se realizó un sin número de recomendaciones que se pueden tomar en cuenta, como también se deben tomar en cuenta.

El documento contiene la memoria de diseño de los componentes implicados para facilitar el diseño para el suministro de agua mediante la red de distribución. Dentro de la cual se presentan planos, resultados de simulación de red de agua potable, y fotografías en su conjunto, para el conocimiento del sitio.

INDICE

1. CAPÍTULO I: GENERALIDADES.....	1
1.2 INTRODUCCIÓN	1
1.2 ANTECEDENTES	2
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	3
1.4 OBJETIVOS.....	5
2. CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	6
2.1 Ubicación del área de estudio	6
2.2 Población.....	7
2.3 Aspectos socioeconómicos	8
3. CAPÍTULO III: MARCO TEORICO	15
3.1 Proyección de la población.....	15
3.2 Fuente de información.....	16
3.3 Dotación	16
3.4 Consumo de agua	17
3.5 Variaciones de Consumo	17
3.6 Sistema de Agua Potable.....	18
3.7 Calidad del Agua.....	18
3.8 Periodo de diseño	19
3.9 Vida útil	19
3.10 Fuentes de abastecimiento	19
3.11 Línea de Conducción	21
3.12 Tubería de Succión.....	22
3.13 Equipo de eléctrico.	22
3.14 Red de distribución	24

3.15 Almacenamiento	24
3.16 Procesos de potabilización del agua.....	25
3.17 Costo y presupuesto	27
4. CAPÍTULO IV: DISEÑO METODOLÓGICO.....	27
4.1 Levantamiento Topográfico	28
4.2 Elemento de diseño	28
4.3 Estudio de población.....	29
4.4 Tasa de crecimiento.....	29
4.5 Población de diseño.....	29
4.6 Períodos de Diseños.....	30
4.7 Dotación y población a servir	30
4.8 Variaciones de Consumo.....	30
4.9 Requisitos sobre la calidad	32
4.10 Estación de Bombeo.....	33
4.11 Equipos de Bombeo.....	34
4.12 Calidad del Agua.....	35
4.13 Línea de conducción	35
4.14 Red de distribución	45
4.15 Almacenamiento	50
4.16 Tratamiento.....	52
5. CAPITULO V: ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	58
5.1 Análisis y presentación de resultado de encuesta.....	58
5.2 Población	63
5.3 Estudio de población y consumo	63
5.4 Tuberías y válvulas en succión y descarga de bombas.....	66

5.5	Tanque de Almacenamiento	73
5.6	Red de Distribución.....	74
5.7	Tratamiento y desinfección	79
5.8	Costo y Presupuesto.....	82
6.	CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	86
6.1	CONCLUSIONES	86
6.2	RECOMENDACIONES	89
	BIBLIOGRAFÍA.....	91

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Macro localización del punto de estudio.....	6
Figura 2.	Mapa de Macro localización del punto de estudio.....	7
Figura 3.	Esquema de Perfil Longitudinal de la Línea de Conducción	34
Figura 4.	Procesos que integran la Filtración en múltiples etapas.....	52
Figura 5.	Capas de gravas para el filtro.....	53
Figura 6.	Presiones en Nodos	75
Figura 7.	Velocidades en tramos de tuberías	76
Figura 8.	Resultados de las Presiones.....	77
Figura 9.	Diámetros y velocidades	78

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Hogares de los habitantes.....	9
Ilustración 2. Escuela El Terrón.....	9
Ilustración 3. Centro de salud comunitario El Terrón.....	10
Ilustración 4. Actividad economía Pesca Artesana, El Nancital, Acoyapa.....	11
Ilustración 5. Generador mecánico de energía eléctrica	11
Ilustración 6. Transporte lacustre en las islas del Nancital	12
Ilustración 7. Aves y animales domésticos Isla El Terrón El Nancital.....	14
Ilustración 8. Flora en Isla El Terrón.....	15
Ilustración 9. Letrinas tipo FISE.....	15
Ilustración 10. Panorama de la isla.....	20

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Dotaciones para localidades para el resto del país	31
Tabla 2. Pérdidas localizadas en longitudes equivalentes	36
Tabla 3. Disminución de la Presión Atmosférica	43
Tabla 4. Presión de Vapor de Agua.....	44
Tabla 5. Presión de trabajo P para tuberías PVC y CPVC	48
Tabla 6. Módulos de Elasticidad del agua en materiales de tubería.....	48
Tabla 7. Parámetros de calidad de agua	54
Tabla 8. Criterios de tasa de filtración	55
Tabla 9. Criterios de diseño de medio filtrante	55
Tabla 10. Consumos durante el periodo de diseño del proyecto.....	65
Tabla 11. Pérdidas en la Línea de Succión	67
Tabla 12. Cálculo de diámetro de descarga	71
Tabla 13. Evaluación de diámetro económico	72
Tabla 14. Gastos unitarios en nodos	74
Tabla 15. Costo y Presupuesto	82
Tabla 17. Costos directos e indirectos.....	86

1. CAPÍTULO I: GENERALIDADES

1.2 INTRODUCCIÓN

En Nicaragua un 45% de ciudadanos que habitan en veinte municipios rurales del país, tiene cobertura al acceso a una fuente de agua mejoradas, según detalla el segundo informe sobre el Derecho Humano al Agua Potable y al Saneamiento en el Ámbito Rural de Nicaragua, publicado en septiembre de 2015.

Según ese nivel de cobertura, se considera al agua entubada hasta el lugar de consumo, y como otras fuentes también mejoradas a los grifos públicos, pozos excavados o manantiales protegidos; de estos últimos se alimenta un 38% de la población encuestada. Sin embargo, el 20% de los hogares utiliza un agua de consumo no mejorado, es decir, que utilizan aguas superficiales, siendo más crítico debido al mayor riesgo que representa para la salud.

La estabilidad de la salud de los habitantes en los municipios de zonas rurales siempre ha sido una prioridad, debido a la contaminación existente en la fuente de agua de la cual hacen uso en la comunidad y estos están limitados a gozar de un sistema de agua potable que les provea el agua apta para su consumo.

La comunidad Santa Martha, Isla El Terrón en el archipiélago El Nancital, ubicada a 34.5 kilómetros del municipio de Acoyapa, contando con una población actual de 105 habitantes no gozan de agua potable, lo cual la municipalidad aledaña tiene el deber de realizar propuestas para dar solución esta problemática.

En el presente trabajo monográfico, se pretende llevar a cabo una propuesta de diseño de un abastecimiento de agua potable en la comunidad de Santa Marta, con el objetivo de proveer a la población del vital líquido de una manera potabilizada. En este documento una descripción detallada de las actividades y metodología que conllevara al diseño y costo a incurrir para su formulación y ejecución del mismo.

1.2 ANTECEDENTES

De acuerdo con (CONAPAS, Agosto 2006, p.15) “La cobertura de agua potable en Nicaragua en el año 2004 es del 75.8 % a nivel nacional. En el subsector urbano alcanzan un promedio de 95.1 % y en el subsector rural 48.5 %”. El ente regulador ENACAL, garantiza el servicio de agua potable a la población asentada en los cascos urbanos de 109 municipios y 68 comunidades, en el resto del país a través de sistemas administrados por las Alcaldías a nivel nacional.

La entidad de Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados, ENACAL, una institución del pueblo (ENACAL, 2008) menciona en su revista que:

La cobertura del servicio de agua potable en las zonas rurales es menor que en las áreas urbanas. Vigilar por la calidad del agua se ha convertido en una competencia o mejor dicho en un reto, en la política de aguas del Gobierno que estas han desarrollado en el periodo del 2007 y 2008. (p.12)

En esos últimos dos años resaltan la importancia de la calidad del agua en los proyectos de suministro del vital líquido, así como también el nivel de inversión de este tipo infraestructuras. ENACAL invirtió en al menos 320 millones de dólares, para mejorar la calidad y cobertura del servicio de agua potable en todo el país, afirmó su presidente Ervin Barreda Rodríguez.

La entidad ENACAL, proyectó una ampliación en el espacio del 2014 al 2017, el nivel de cobertura en agua potable de un 85.9% a un 93.0%, lo que significa la restitución al derecho a 58,398 familias con nuevos servicios de líquido vital. Aguardando que las coberturas en el subsector rural progresen desde un 48.5 % en el 2004 hasta un 80.4 % en el año 2015. Según estudios realizados por el MINSA en el 2013, la comunidad Santa Marta, isla en El Terrón, accedían al agua directamente de la playa, atravesando un colado previo, para el filtrado de suciedades, y de esta manera hacer uso de este elemento. Encontrándose con un 17% de los niños menores de cinco años que presentaban problemas de parasitismo y complicaciones diarreicos, debido a la contaminación existente de la fuente de hídrica.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Nuestra reserva estratégica, el lago Cocibolca, a pesar de que miles de hogares no puede acceder al servicio de agua potable en ese sentido somos parte de la crisis mundial. A partir de (ENACAL, 2012, p.17) “Expone que, en Nicaragua, a lo largo del tiempo al igual que en muchos países, el acceso al vital líquido ha representado un problema agudo”. A pesar ser un país que posea un potencial hídrico, se requiere de costosas inversiones en infraestructuras, para la extensión de la cobertura en todo el país.

La cobertura actual del servicio de agua potable en las zonas rurales se ha encontrado un resultado deficiente, manifestando claramente la carencia en el análisis de la calidad del líquido vital en proyectos de suministro de este elemento en las comunidades distantes a la zona urbana. Según la revista (ENACAL, 2008) revela que:

En las zonas rurales el mejoramiento del servicio de agua requiere de acciones concertadas entre las entidades gubernamentales responsables del tema y las autoridades municipales, quienes deben asumir compromisos de inversión para ampliar la cobertura, y mejorar el mantenimiento de los sistemas y sustituir pozos (p.13).

En proyectos de esta índole requieren de un análisis de presupuesto, con y sin financiamiento de organizaciones extranjeras, para la verificación de la viabilidad y sostenibilidad del sistema de agua potable, y así contribuirán al desarrollo de comunidades con el beneficio del agua a sus hogares. Según la Comisión Nacional de Agua Potable y Saneamiento (CONAPAS, Agosto 2006 , p.16) emitió información respecto a “La calidad del agua de los sistemas rurales se ve afectada por la falta de un buen sistema de provisión de cloro y por malos hábitos de higiene personal y manejo del recurso”.

Las razones más sobresalientes que impulsaron a la investigación para dar paso a este proyecto con un diseño de un sistema para el suministro de agua potable, es la existencia de contaminación que están próximas, ubicadas en las cercanías

del lago Cocibolca que rodea la comunidad Santa Marta y el aumento de las enfermedades hídrico-entéricas en dicho poblado.

Basado en un último censo realizado por un colaborador en la isla en el 2013, la isla consta con una población de ciento siete personas, de los cuales el 15% están comprendido entre menores de cinco años, hay alrededor de diecinueve casas, una escuela de multigrado en donde asisten los niños y adolescentes cabe mencionar que algunos jóvenes se dedican a trabajar con sus padres.

En la comunidad El Terrón hay una población total de 104 habitantes dentro de los cuales 48 son varones, correspondiente a un 46% de la población, hay 33 mujeres, lo que representa a un 32% y 23 son niños y adolescentes, equivalente a un 22% de todos habitantes de la isla.

El precepto constitucional de Nicaragua garantiza que todos los nicaragüense tenemos derecho a un ambiente sano y que es obligación del estado la preservación y rescate del medio ambiente y los recursos naturales, para que puedan ejercer el goce del consumo de agua potable, tiene que haber un estudio previo el cual haya una recopilación de los datos que requiera un suministro de este recurso tan importante y así los pobladores de la comunidad puedan realizar con efectividad sus actividades antropogénicas.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivos Generales

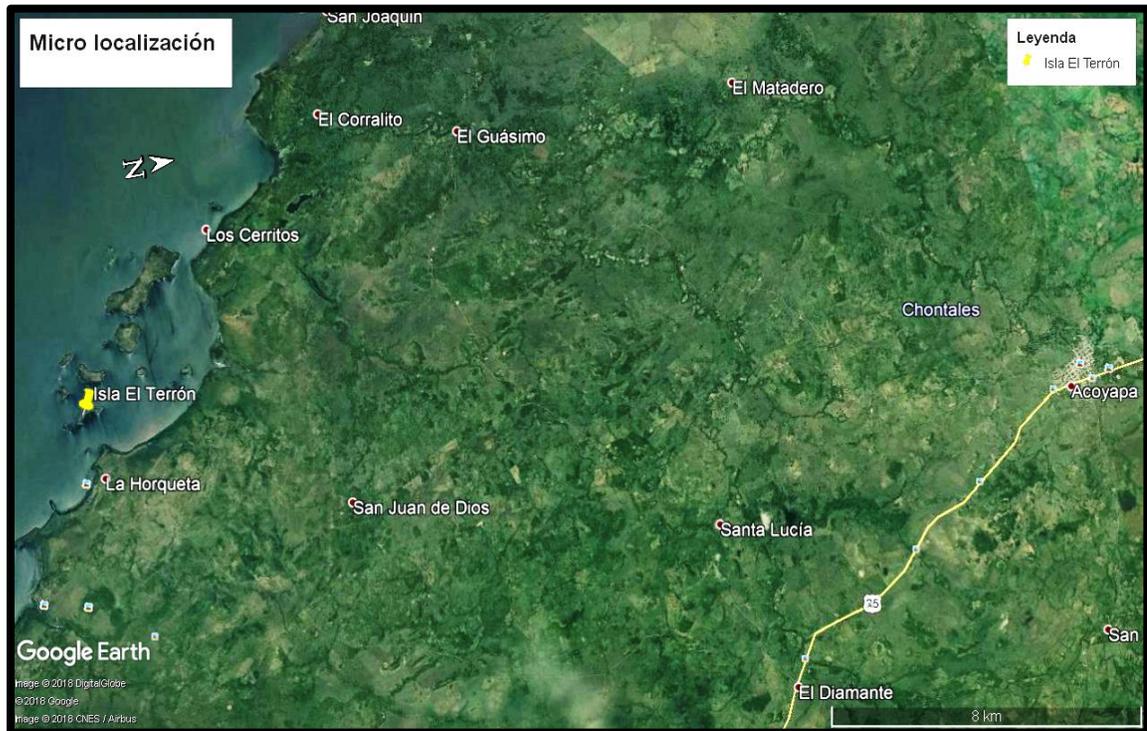
1. Desarrollar un diseño para un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la comunidad Santa Marta, Isla El terrón en el Archipiélago El Nancital.

1.4.2 Objetivos Específicos

2. Realizar estudios de proyección de la población actual en el área de estudio.
3. Elaborar planos topográficos del área de estudio.
4. Diseñar los elementos que componen el sistema de abastecimiento: línea de conducción, planta de tratamiento, tanque de almacenamiento y red de distribución.
5. Realizar el análisis hidráulico de la red de distribución con EPANET.
6. Elaborar presupuesto del sistema de Agua Potable.

2.1.2 Micro localización

Figura 2. Mapa de Macro localización del punto de estudio



Fuente: Google Earth

2.2 Población

El estudio de población radicará en la estructura por distintas edades y nivel ingreso, distribuciones habitacionales y comerciales, estimando la tasa de crecimiento para la población de esa localidad. La información requerida se obtuvo mediante la aplicación de encuesta socioeconómica (Ver anexo 1).

De acuerdo (INIDE Instituto Nacional de Información de Desarrollo, 2008) con el censo elaborado en abril de 1995, el Municipio de Acoyapa cuenta con un total de 2,649 unidades habitacionales de las cuales el 47.6% corresponden al área urbana y el 52.3% al área rural. Basado en los resultados de la encuesta arrojaron datos de una población de 104 habitantes y un índice habitacional de 4.33% habitantes por vivienda en la isla El Terrón.

2.3 Aspectos socioeconómicos

Tiene como objetivo conocer la capacidad económica y social de un individuo, una familia en la localidad. En otras palabras, según la fuente (ABC, p.1, 2018) “Son datos generales que permiten comprender los cambios sociales”. Estos son explícitos a través de datos que son más que números y porcentajes que de alguna forma expresan la realidad humana de un conjunto de individuos. Considerando que todo sistema de abastecimiento de agua los gastos de operación, el mantenimiento es inevitable, los cuales deben ser solventados por la población beneficiaria.

2.3.1 Agua

Actualmente en la isla El terrón cuenta con un puesto público, donde la demanda únicamente es para estudiantes que asisten a la escuela ubicada en la comunidad. El puesto público no se encuentra exactamente en el perímetro del colegio, sino que está próximo a la fuente en un pequeño almacenamiento, en donde el vital líquido proveniente de la playa a una distancia de quince metros, el cual es trasladada por medio de recipientes y así proveer el agua una vez ya filtrada para los niños de la escuela.

2.3.2 Vivienda

El déficit de viviendas por el estado físico de las construcciones en el municipio y la comunidad en estudio es considerable, tomando en cuenta que muchas de estas viviendas son construidas de tablones, taquezal, concreto y mampostería, a pesar de que se encuentran en el área rural a como se puede apreciar en las imágenes siguientes:

Ilustración 1. Hogares de los habitantes



Fuente: Propia

2.3.3 Educación

En la comunidad existe una población infantil distribuidos en las siguientes modalidades, según MINED Acoyapa la matrícula correspondiente a primaria multigrado es de 21 estudiantes comprendidos entre niños y niñas, y preescolar comunitarios una matrícula de 7 niños en ambos géneros. Las condiciones físicas de la escuela prestan los ambientes necesarios para impartir el pan de la enseñanza.

Ilustración 2. Escuela El Terrón



Fuente: Propia

La salud es un ámbito importante en una localidad en donde reside una cantidad de familias implicadas en el índice de morbilidad y mortalidad en la misma

población. En la zona de estudio existe una casa destinada para atención de los pacientes, cabe señalar que este centro asistencial funciona en tiempos foráneos, la atención funciona solamente cuando hay jornadas masivas en la ciudad, por ende, en sus comunidades aledañas. A continuación, se presenta una imagen del centro de salud, ubicada en la comunidad Santa Marta, archipiélago El Nancital.

Ilustración 3. Centro de salud comunitario El Terrón



Fuente: Propia

2.3.4 Recreación y cultura

Estas islas se han convertido en el refugio predilecto de miles de aves migratorias, además, y un atractivo para los amantes al deporte de la paciencia como es la pesca, convirtiendo así en ventaja para los pobladores de la comunidad El Terrón. La implementación de un proyecto de suministro de agua potable a esta comunidad beneficiaría a los pobladores, aumentaría la recurrencia de turistas en las épocas de verano las tendencias de expansión del turismo serian seguras.

Ilustración 4. Actividad economía Pesca Artesana, El Nancital, Acoyapa



Fuente: Propia

2.3.5 Energía eléctrica

La comunidad no cuenta con servicio público de energía eléctrica. En un hogar poseen con una planta eléctrica para usos propios a fines de una congregación evangélica. Y según la encuesta un hogar posee panel solar, cabe señalar que estas familias tienen un ingreso económico considerable al resto de la población. Según la alcaldía municipal de Acoyapa el próximo año dará la apertura del proyecto de energía eléctrica en la isla, la cual es uno de los proyectos esperados por los habitantes de la comunidad de Santa Marta.

Ilustración 5. Generador mecánico de energía eléctrica



Fuente: Propia

2.3.6 Telecomunicaciones

El municipio de Acoyapa cuenta con servicio público de teléfonos, cuya administración está a cargo de la Empresa Nicaragüense de Telecomunicaciones (ENITEL), el servicio que se presta es a través de magneto, cuenta con un total de 364 abonados, lo que nos proyecta un promedio de 1 teléfono por cada 20.81 habitantes del área urbana. Cabe señalar que la mayor cobertura en todas las comunidades que están en las islas que corresponden al archipiélago y específicamente en El Terrón, es la empresa de telefónica de Claro y Movistar.

De acuerdo con el número de habitantes por casas, la cobertura abarca el 100% de los afiliados en ambas compañías (Claro y Movistar). Los usuarios consideran que el servicio es de buena calidad, cabe señalar que en ocasiones la cobertura es interrumpida.

2.3.7 Vialidad y transporte

La comunidad del Terrón cuenta con un único medio de transporte el lacustre, este se realiza a través del gran lago Cocibolca, las rutas más concurridas son a las islas vecinas y al puerto de La Horqueta.

Ilustración 6. Transporte lacustre en las islas del Nancital



Fuente: Propia

2.3.8 Tipo y uso de suelo

De manera generalizada el tipo de suelo franco rocoso. Debido a la exploración y extracción de muestras por sondeo manual en puntos estratégicos en el área se encontró un suelo de tipo de franco rocoso, en el área propuesta para la construcción del tanque de almacenamiento y planta de tratamiento ver ubicación en fotografía de anexo 6. Los tipos de suelo encontrados a través de las muestras, se asimila con proximidad de lo que podría ser la capacidad del suelo portante del suelo en el sitio de construcción y conocer el tipo de material que se va a excavar.

2.3.9 Biodiversidad

Según el concepto acerca de (Biodiversidad, 2018, p.1) “Es referente a la variedad de ecosistemas y las diferencias genéticas dentro de cada especie que permiten la combinación de múltiples formas de vida, ambas interacciones con el resto del entorno fundamentan el sustento de la vida”. Durante el viaje a la isla El Terrón, se aprecia los centenares de especies de aves migratorias y nativas. También se encuentra árboles frutales como el mango, jocote, naranja, limón, guayaba, aguacate, fruta de pan y níspero. Por naturaleza, el archipiélago provee una diversidad animal y arboles silvestres.

a) Fauna existente

En cuanto a diversidad de animales según se declara en (Prensa, 2002, p.1) “Estas islas se han convertido en el refugio predilecto de miles de aves migratorias, así como de tucanes, garzas, cigüeñas, lapas, iguanas, monos y otras especies”. La fauna que existe en la isla es de amplia gama, asimismo cuenta con animales domésticos a como también de finca.

Ilustración 7. Aves y animales domésticos Isla El Terrón El Nancital



Fuente: Propia

b) Flora

Predominan también en este paradisíaco lugar una gran variedad de árboles frutales como el aguacate, coco, mango, guanábana, entre otros. También hay cultivos de banano, pitahaya y papaya. Entre los árboles maderables están el ceibo y el Guanacaste un sin fin de árboles en la cual dan vida a la isla.

2.3.10 Fuentes de contaminación

La preservación de la fuente de abastecimiento expuesta a los focos de contaminación, conmueven la calidad del recurso hídrico. La incorrecta aplicación de patrones en los parámetros fecales del agua, puede incorporar una variedad de organismos patógenos intestinales, las nacientes de contaminaciones del tipo, doméstico, agrícola, o de cualquier otra índole influyen en la modificación de la calidad de la fuente de abasto.

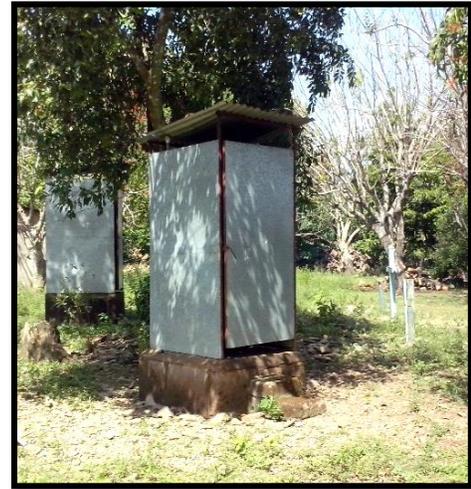
En la investigación realizada en paralelo al estudio poblacional se encontraron focos de contaminación, letrinas y fosas de los desechos son adyacentes a los hogares y a las cercanías del lago, con una distancia considerable que no afectan la toma para el abastecimiento de agua potable. A continuación, referencia de Flora en la isla, *Fotografía 8. Letrinas tipo FISE.*

Ilustración 8. Flora en Isla El Terrón



Fuente: Propia

Ilustración 9. Letrinas tipo FISE



Fuente: Propia

3. CAPÍTULO III: MARCO TEORICO

En este capítulo se abordan los conceptos teóricos necesarios que sustentan los resultados obtenidos en el trabajo monográfico. Asimismo, la validación y cumplimiento de la norma establecida por la Organización Mundial de la salud (OMS) para lograr un tratamiento efectivo, obteniendo su vitalidad. El agua potable es toda aquella, considerada “apta para consumo humano”, lo que quiere decir que es posible beberla sin que cause daños o enfermedades al ser ingerida.

La población beneficiaria es el parámetro básico para el dimensionamiento de los elementos que constituyen el sistema, por tal razón se debe realizar un estudio que lleve a cabo la recopilación de las variables que describan las necesidades presentes en la comunidad. Una vez obtenida esta información, se analizará mediante una metodología que permita lograr cada objetivo.

3.1 Proyección de la población

El conjunto de resultados provenientes de cálculos relativos a la evolución futura de la población, partiendo usualmente de ciertos supuestos respecto al curso que seguirán la fecundidad, la mortalidad y las migraciones. La población a servir es

el parámetro básico, para dimensionar los elementos que constituyen un sistema para abastecimiento de agua potable.

3.2 Fuente de información

El punto de partida en la selección de la tasa de crecimiento poblacional de la localidad en estudio, la información proveniente de Instituciones propias del lugar, tales como: Alcaldía municipal de Acoyapa, ENACAL y el Programa de Erradicación de la Malaria del MINSA. En caso de datos confiables sobre la población actual de la localidad en estudio, se ejecutan censos y/o muestreos de la población bajo el asesoramiento directo del INIDE - Instituto Nacional de Información de Desarrollo.

3.3 Dotación

Los sistemas de abastecimiento de agua potable comprenden un conjunto de estructuras instauradas para el funcionamiento de este, a partir de la captación y distribución de aguas. Las contribuciones de aguas circulando por esas tuberías serán en su totalidad constituidos por consumos domésticos, comerciales y público. En este estudio se tomarán en cuenta los siguientes parámetros de dotaciones para diferentes usos, evidenciando la aplicación del parámetro a emplear.

La dotación de agua es expresada como la cantidad de agua por persona por día, siempre y cuando esté en dependencia de:

1. Nivel de servicio adoptado.
2. Factores geográficos.
3. Factores culturales.
4. Uso del agua.
5. Densidad demográfica.

3.4 Consumo de agua

Corresponde al agua utilizada por un grupo cualquiera radicado en un lugar, este consumo estará en proporción directa al número de habitantes e igual al mayor o menor desarrollo de sus actividades comerciales e industriales. Históricamente se ha creído que el consumo del vital líquido depende única y exclusivamente del crecimiento poblacional, pero actualmente se consideran factores como el clima, nivel económico, densidad de población, el grado de industrialización, y fugas influyen en el consumo.

3.5 Variaciones de Consumo

De acuerdo con la norma (Normas del INAA para diseño de agua en Zona Rural, 2015, p.15) Es necesario en el diseño de abastecimiento de agua en zonas rurales “Las variaciones de consumo estarán expresadas como factores de la demanda promedio diario, y sirven de base para el dimensionamiento de obras de captación o toma, línea de conducción y red de distribución”.

3.5.1 Consumo Promedio Diario

Es el gasto de un día por todo el año, se define como el resultado de del consumo per cápita para una población futura.

3.5.2 Pérdidas de agua en el sistema

Corresponde al gasto disminuido en cada uno de sus componentes, o lo que se conoce como fugas y/o desperdicio en el sistema. Dentro del proceso de diseño, esta cantidad de agua se puede expresar como un porcentaje del consumo del día promedio. En el caso de Nicaragua, el porcentaje se fijará en un 20% instituidos por (Normas del INAA Zona Rural, 2015, p.17).

3.5.3 Consumo Promedio Diario Total

Está delimitado como el resultado del consumo promedio diario per cápita para una población futura más las pérdidas que se darán en el sistema de tuberías.

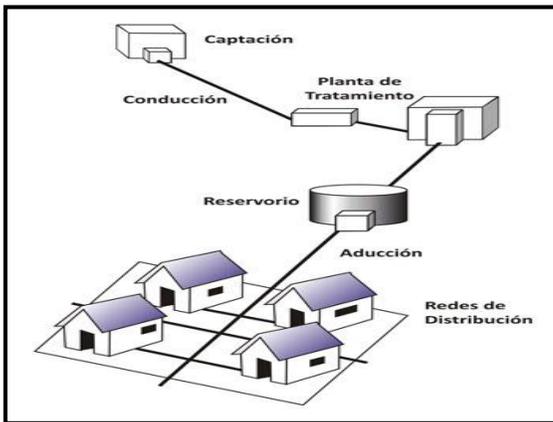
3.5.4 Consumo de Máximo Diario

Un sistema es eficiente cuando en su capacidad está prevista la máxima demanda de una población. Para diseñar las diferentes partes de un sistema, se necesita conocer las variaciones diarias y horarias del consumo esencialmente los máximos diarios y las máximas horarias, para evitar la escasez en los días de gran demanda, por eso es necesario utilizar coeficientes de variación diaria y horaria.

3.5.5 Consumo Máxima Hora

Existen variaciones horarias con respecto al gasto máximo diario, el cual no es consumido por la población en forma constante durante las 24 horas, pero determinados lapsos serán mayor o menor que el gasto máximo diario. Para poder satisfacer las demandas máximas durante el día, se debe incrementar el valor del gasto máximo diario de un coeficiente que cubra esas demandas máximas horarias.

3.6 Sistema de Agua Potable



Es el conjunto de tuberías, instalaciones y accesorios destinados para conducir un caudal requerida bajo una población determinada para satisfacer sus necesidades, desde su lugar de existencia natural o fuente hasta el hogar de los usuarios a través de una captación en la fuente, línea de

conducción, tratamiento de potabilización, red de distribución.

3.7 Calidad del Agua

Según el (Normas de Calidad del Agua para Consumo Humano CAPRE, 1993, p.6) establecen los requisitos básicos a los cuales debe responder las

características suministrada en los servicios para consumo humano y para todo uso doméstico, independientemente de su estado, origen o después de su tratamiento”. El agua de la fuente debe ser de calidad que no requiera un tratamiento excesivo o bien antieconómico.

3.8 Periodo de diseño

En los diseños de proyectos de abastecimientos de agua en las (Normas del INAA Zona Rural, 2015, p.15) recomienda “limitar la vida útil de cada uno de los componentes del sistema con el propósito de determinar los periodos de estos mecanismos de las infraestructuras deberán satisfacer las demandas futuras de la comunidad.

3.9 Vida útil

Según el manual (Terán, s.f.p.26) “El tiempo en que las obras estarán en servicio al 100% sin que tengan unas erogaciones de operación y mantenimiento elevadas en algunos casos está determinado por la duración de los materiales de que estén hechos los componentes de la obra”.

3.10 Fuentes de abastecimiento

Las fuentes de abastecimiento deben ser básicamente permanentes y suficientes, capaz de producir agua en cantidad y calidad suficiente para abastecer a la población a servir.

3.10.1 Fuente Superficial

Cada región tiene diferentes características geográficas y el acercamiento al agua no es igual en cada área poblacional, según (Fan del Agua, s.f.,p.2) “El acceso al agua potable es uno de los factores básicos que impulsan el desarrollo económico de una población”. Gracias a la existencia de la fuente aleadaña da lugar a que esta comunidad logre un perfeccionamiento en este servicio, para incremento el progreso en todos los sentidos.

1.4.1.1 Lago

Proviene en gran parte de manantiales, generalmente están sometidas a la acción del calor, la luz y pueden ser contaminadas por vertederos de afluentes cargados de sustancias orgánicas. Las principales ventajas de este tipo de aguas es que se pueden utilizar fácilmente, son visibles y pueden ser saneadas con relativa facilidad y a un costo aceptable.

Ilustración 10. Panorama de la isla



Fuente: Propia – Toma desde un costado frontal de la Isla El Terrón

Para el abastecimiento por aguas superficiales se deberá obtener la siguiente información:

1. Estudio Hidráulico: niveles de agua en el cauce del río, en el lago o laguna de estudio.
2. Estudios de calidad.
3. Fuentes de contaminación.

1.4.1.2 Estudios de calidad

En la investigación complementaria se efectuará para diferentes épocas del año, la toma de muestras de agua en el punto de captación de la fuente, determinando los análisis fisicoquímicos, así como también bacteriológicos establecidos en las normas del INAA (Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados).

3.10.2 Estación de bombeo

Las presentes (Normas del INAA para Diseño de Sistemas de Abastecimientos de Agua Potable en Zona Rural, 2015, p.21) considera que la estación de bombeo contiene los siguientes elementos de protección como conexiones electricas, fundacion y equipo de bombeo.

3.11 Línea de Conducción

Es el conjunto de tuberías integrado por estaciones de bombeo y dispositivos de control, que permiten el transporte del agua desde la fuente de abastecimiento hasta el sitio del tanque de regularización o una planta de tratamiento. El uso de este sistema, permite el análisis hidráulico de los ductos a presión dependiendo de las características topográficas presentes.

3.11.1 Accesorios y válvulas

Son dispositivos que permiten el control del flujo en la conducción, atendiendo a situaciones de corte y control de flujo, acumulación de aire, por llenado y vaciado de la conducción, depresiones y sobrepresiones generadas por fenómenos transitorios y retroceso del agua por paro del equipo de bombeo, entre otras. Los diferentes tipos son válvulas de aire, compuerta, limpieza, y de retención, entre otros.

3.11.2 Válvula de Pie

Es una válvula de retención, pero con un filtro, y comúnmente se usan en la abertura de una línea de succión en la bomba. Se usan para aplicaciones abiertas de agua como tuberías que extraen agua de un lago, ideal tanto para proveer filtración adicional como también ayuda a mantener el cebo en la cabeza de la bomba, ver imagen 1 en anexo 4.

3.11.3 Válvula de alivio

Este dispositivo es también conocido como válvula de seguridad la cual se abre al excederse una presión determinada descargando un gasto, limitando de esta forma la sobrepresión.

3.11.4 Válvulas de pase

Deberá 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.

3.11.5 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.

3.11.6 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.

3.12 Tubería de Succión

Según manifiesta (Normas de Diseño de Sistema de Abastecimiento y Potabilización del Agua - INAA, 2015, p.31) “La línea de succión debe ser lo más corta y recta posible, deben evitarse los cambios de dirección, especialmente cerca de la bomba, en la succión de la bomba, evitando codos o tees horizontales.

3.13 Equipo de eléctrico.

3.13.1 Potencia requerida

La potencia es trabajo mecánico que incorpora en su valor el parámetro tiempo. Es decir, la potencia se expresa con un número que cuantifica el trabajo efectuado

durante un lapso. Mientras más rápido se realiza el trabajo, la potencia que se desarrolla es mayor.

3.13.2 Presión de trabajo

Es aquella a la cual se somete el artefacto antes mencionado durante su funcionamiento, por lo general la presión de trabajo es inferior a la presión de diseño o nominal, que dicho sea de paso es la presión máxima a la cual funcionara.

3.13.3 Carga positiva de aspiración

La NPSH disponible es la diferencia entre la presión a la entrada de la bomba y la tensión de vapor del fluido a la temperatura de funcionamiento, medidas ambas en metros de columna de agua. Depende del diseño de la bomba e incorpora la energía necesaria para llenar la parte de aspiración de la misma y vencer las pérdidas por rozamientos y aumento de velocidad desde la conexión de aspiración hasta el punto donde se incrementa la energía.

3.13.4 Cavitación

Es un fenómeno físico hidrodinámico, mediante el cual un líquido, en determinadas condiciones, pasa nuevamente a estado líquido.

3.13.5 Golpe de ariete

El golpe de ariete se origina debido al fluido que es ligeramente elástico. En consecuencia, cuando se cierra bruscamente una válvula o un grifo instalado en el extremo de una tubería de cierta longitud, las partículas de fluido que se han detenido son empujadas por las que vienen inmediatamente detrás y que siguen aún en movimiento. Originando una sobrepresión que se desplaza por la tubería. Ocasionando dos efectos: comprime ligeramente el fluido, reduciendo su volumen, y dilata ligeramente la tubería. Cuando todo el fluido que circulaba en la tubería se ha detenido, cesa el impulso que lo comprimía y, por tanto, éste tiende a expandirse.

3.14 Red de distribución

Es un sistema de tuberías encargado de entregar el agua a los usuarios en su domicilio, con un servicio constante de 24 horas al día en cantidades adecuada y con la calidad requerida. Según la topografía, la vialidad en la ubicación de la fuente de abastecimiento y del tanque de almacenamiento se determina el tipo de red de distribución

3.14.1 Hidráulica del acueducto

Las tuberías de polietileno son fabricadas con la más avanzada tecnología y el más estricto control de calidad que permite asegurar una larga vida útil mayor a 50 años. La versatilidad de sus características técnicas y su diseño permite plantear una diversidad de soluciones para propósitos generales en la industria, en el saneamiento (Agua potable y Alcantarillado).

3.14.2 Análisis y/o Balanceo de las Redes

El software para el análisis de sistemas de distribución de agua potable es llamado EPANET. Este programa permite realizar análisis hidráulicos de redes de tuberías, a partir de las características físicas de las tuberías y dinámicas de los nudos, determinando la presión y los caudales en sus nodos. Logrando que consecutivamente sea suministrado bajo requisitos mínimos de presión y calidad, otra ventaja del programa que permita realizar esta simulación.

Los Factores como el crecimiento poblacional y el desarrollo influyen en la dinámica de crecimiento de la red de abastecimiento de una población, repercuten en variaciones las cuales deben preverse con el objetivo de implantar las soluciones técnicas necesarias a tiempo, a fin de satisfacer la demanda.

3.15 Almacenamiento

Los tanques de almacenamiento juegan un papel básico para el diseño hidráulico del sistema de distribución de agua, así como el mantenimiento de un servicio eficiente. Es un componente en el sistema de repartimiento para el suministro

continuo, oportuno, satisfactorio y económico a la población. Debe reservar una cantidad de agua suficiente para cubrir cualquier eventualidad, tal como de energía en el equipo de bombeo, o reparaciones del mismo y variaciones de consumo.

3.16 Procesos de potabilización del agua

La calidad de las aguas naturales depende, directamente de la mayor o menor concentración y variedad de esas sustancias extrañas presentes en su composición. La presencia en mayor o menor proporción de las partículas o sustancias ajenas a la composición química, da a conocer propiedades que pueden hacerla rechazar como fuente de abastecimiento o por lo menos obligan a aplicarle una serie de procesos correctivos para que cumpla con los requisitos de calidad para el consumo humano o para otros usos.

3.16.1 Tratamiento

Son los procesos físicos, mecánicos y químicos que harán que el agua adquiera características potables, es decir apta para consumo humano. La mayoría de las aguas superficiales requieren mayor o menor grado de algún tratamiento para cumplir con los requisitos de potabilidad, si la calidad del vital líquido satisface las Normas CAPRE (Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana), deberá someterse a tratamiento. Por medio del cual se verá afectado con una serie de procesos para efectuar su potabilización, según las normas internacionales de control de agua potable.

La (OMS, 2006, p.150) estipula que: “Los filtros lentos de arena son adecuados para aguas de turbidez baja y/o aguas sometidas a filtración previa. Especiales para separar algas y microorganismos, incluidos los protozoos, la filtración lenta en arena elimina eficazmente las sustancias orgánicas, incluso algunos plaguicidas.

1.4.1.3 Filtración Lenta

La filtración lenta es un proceso de tratamiento del agua que consiste en hacerla pasar por un lecho de arena en forma descendente o ascendente y a muy baja velocidad. Un filtro lento de flujo descendente según (Normas del INAA para Diseño de Sistemas de Abastecimientos de Agua Potable en Zona Rural, 2015, p.47) está compuesto por “Una caja rectangular conteniendo un lecho de arena, un lecho de grava, un sistema de drenaje, dispositivos simples de entrada y salida con sus respectivos controles y una cámara de agua tratada para realizar la desinfección”.

El agua tratada se recoge en tuberías situados en la parte baja del filtro. Periódicamente, se retiran y sustituyen los primeros centímetros de arena que contienen los sólidos acumulados.

1.4.1.4 Desinfección

La desinfección es una operación de importancia incuestionable para el suministro de agua potable. La destrucción de microorganismos patógenos es una operación fundamental que muy frecuentemente se realiza mediante productos químicos reactivos como el cloro. Basado en (Normas del INAA para Diseño de Sistemas de Abastecimientos de Agua Potable en Zona Rural, 2015, p.86) instituye que: “Toda agua que se abastece para consumo humano debe someterse a desinfección; incluso la de origen subterráneo para prevenir cualquier contaminación durante su distribución”. La esterilización constituye una barrera eficaz para numerosos patógenos (especialmente las bacterias), durante el tratamiento del vital líquido, ya que las aguas están expuestas a la contaminación fecal.

La desinfección química de un sistema de abastecimiento de agua de consumo que presenta contaminación fecal reducirá el riesgo general de enfermedades, pero no garantizará necesariamente la seguridad del suministro. Por ejemplo, (OMS, 2004, p.14) “La desinfección con cloro del agua de consumo tiene una

eficacia limitada frente a los protozoos patógenos y frente a algunos virus.” Está comprobado que el cloro no es tan eficaz cuando en el líquido hay presencia de microbios perjudiciales para la salud.

3.17 Costo y presupuesto

Un presupuesto es un plan integrador y coordinador que expresa en términos financieros con respecto a las operaciones y recursos que forman parte de una empresa para un periodo determinado, con el fin de lograr los objetivos fijados por la alta gerencia.

Es aquel donde se descompone cada concepto de obra y los precios de cada elemento que constituye el precio unitario se pueden estudiar y analizar tanto desde el punto de vista de su rendimiento, desperdicio y costo. Como su nombre lo indica muestra detalladamente el valor de cada unidad de obra y de los elementos que la constituyen.

4. CAPÍTULO IV: DISEÑO METODOLÓGICO

A continuación, se describe la metodología empleada en el diseño de sistema de abastecimiento agua potable de la comunidad Santa Marta, Isla el Terrón en el archipiélago El Nancital. Contenido es de carácter descriptivo de la situación técnico ambiental y socio - económico para realizar una propuesta de diseño que esté de acuerdo con las características y necesidades de la población. Para obtener la información se hará uso de los siguientes métodos:

1. Revisión bibliográfica, con el fin de manejar la información técnica y legal correspondiente al trabajo a realizarse.
2. Encuesta socioeconómica, con el objetivo de identificar el nivel de compromiso de los pobladores con respecto a la propuesta de diseño a implementarse.
3. Levantamiento topográfico en la zona de estudio con el objeto de conocer las longitudes y las elevaciones del terreno con el fin de elaborar los planos

y a la vez llevar a cabo un buen diseño hidráulico optimizando las presiones en el sistema.

La metodología de referencia utilizada para elaborar el diseño del MABE será tomada de la según las normas técnicas para el diseño de Abastecimiento y Potabilización del agua (NTON 09003-99).

4.1 Levantamiento Topográfico

Mediante el equipo de Estación Total, se efectuó el levantamiento topográfico para determinar las distancias y elevaciones del terreno. Los datos obtenidos se exportaron desde el equipo, para ejecutar el debido procesamiento de las coordenadas obtenidas en campo. Con la asistencia del software de AutoCAD Civil 3D Land, se importaron los puntos para elaborar los planos de altiplanimetría del terreno en estudio.

Software

El programa Auto Cad es un software de dibujo técnico desarrollado por Autodesk para el uso de ingenieros, técnicos y otros expertos en las carreras de diseño. Como su nombre lo dice Computer Aid Design (Programa que ayuda a diseñar), en el que se puede realizar todo tipo de diseños competentes, muy útil para ingenieros, pudiendo crear planos de todo tipo en 2d y 3d, planos, objetos, cortes de objetos, y este contiene herramientas avanzadas para cualquier tipo de diseño.

4.2 Elemento de diseño

La propuesta de diseño del sistema abastecimiento de agua, son regidos en los criterios de diseños establecidos por el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados - INAA, a través de las Normas Técnicas: Diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable en el Medio Rural y retroalimentados por las normas CAPRE

4.3 Estudio de población

Según (Normas del INAA para Diseño de Sistemas de Abastecimientos de Agua Potable en Zona Rural, 2015, p.9) “Se requiere la investigación de las tasas de crecimiento histórico, las que sirven de base para efectuar la proyección de población, de lo contrario deberá efectuarse un censo poblacional”. Averiguación que se llevó a cabo en el mes de diciembre, en la isla El Terrón. Los resultados obtenidos se encuentran detalladas en el siguiente capítulo.

4.4 Tasa de crecimiento

De acuerdo con las características de desarrollo y crecimiento poblacional constante del área de proyecto, se aplicará el método geométrico de proyección para estimar la población al final del periodo de diseño. Conviene conocer la tasa de crecimiento histórico nacional, los valores anuales varían de 2.5% a 4%. Según (Ficha Municipal de Acoyapa 2001, 2016, p.2) “La tasa de crecimiento (rg) será igual al 3.09% para el municipio de Acoyapa”.

4.5 Población de diseño

La proyección de la población se calculará a través de la fórmula que utiliza el Método Geométrico, que es el método que mejor se asemeja al crecimiento de la población, ecuación encomendada por las (Normas de Diseño de Sistema de Abastecimiento y Potabilización del Agua - INAA, 2015, p.9).

$$Pf = Po(1 + r)^n$$

Donde:

P_f : Población al final del período de diseño.

P_o : Población actual.

r : Razón de crecimientos expresada en decimal.

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

4.6 Períodos de Diseños

Según (Normas del INAA para Diseño de Sistemas de Abastecimientos de Agua Potable en Zona Rural, 2015) Considera que:

Al tratarse de la duración de las estructuras y los equipos de los componentes del sistema, es obligatorio la fijación de su vida útil, debido al crecimiento poblacional como posibles desarrollos o cambios de la comunidad, los cuales tiendan a dificultar la ampliación del proyecto, se estima que se alcanzará en un período de 20 años. (p.15) Ver cuadro 1 en anexo.

4.7 Dotación y población a servir

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

1. Nivel de Servicio adoptado
1. Factores geográficos
2. Factores culturales
3. Uso del agua

En sistemas de abastecimientos a través de conexiones domiciliarias según (Normas del INAA para Diseño de Sistemas de Abastecimientos de Agua Potable en Zona Rural, 2015, p.11) “está designado un caudal de 50 Lps a 60 Lps”. Partiendo de este parámetro, en el diseño se considera el de mayor valor, debido a que la comunidad tiende a crecer poblacionalmente con el tiempo.

4.8 Variaciones de Consumo

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

Tabla 1. Dotaciones para localidades para el resto del país

Consumo comercial, industrial y público	
Consumo	Porcentaje
Comercial	7
Público o Institucional	7
Industrial	2

Fuente: INAA (Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado)

Los porcentajes expresados en la tabla 1 anteriormente son utilizados para la determinación de la dotación doméstica diaria, para ciudades del resto del país, cabe destacar que se puede aplicar el 7% del consumo público o institucional.

4.8.1 Consumo promedio diario (CPD)

El caudal promedio diario se expresa de la siguiente manera:

$$CPD = \frac{Dotación * Población futura}{86400 \text{ seg}}$$

4.8.2 Consumo Promedio Diario Total

El consumo promedio diario total (CPDT) es el resultado de sumar el consumo Domiciliar más el Consumo Público.

4.8.3 Consumo Máximo Día

Según lo establecido para las localidades del país en las normas (Anónimo, Normas de Diseño para Abastecimiento de Agua en el Medio Rural y Saneamiento Básico Rural, 2015, p.15) “El consumo máximo día (CMD) se estima, utilizando el factor de variación diaria de 1.5 respecto al consumo promedio diario total (CPDT)”

$$CMD = 1.5 CPD(\text{consumo promedio diario})$$

4.8.4 Consumo de Máxima Hora

El consumo máxima hora (CMH), se estima utilizando el factor de variación horaria de 2.5 con respecto al consumo promedio diario total (CPDT), según lo explícito en las normas del INAA - Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (Normas del INAA para Diseño de Sistemas de Abastecimientos de Agua Potable en Zona Rural, 2015, p.15), el factor de máxima hora para las localidades del país será de:

$$CMH = 2.5 CPD(\text{consumo promedio diario})$$

4.8.5 Pérdidas en el Sistema

Según (Normas del INAA para Diseño de Sistemas de Abastecimientos de Agua Potable en Zona Rural, 2015, p.17) en la proyección de los Sistemas de suministros de agua potable “Es necesario considerar las pérdidas que se presentan en cada uno de sus componentes, la cantidad total de agua perdida se fija como un porcentaje del consumo promedio diario cuyo valor no deberá ser mayor del 20%”. Con el fin de reponer el caudal disipado en el conjunto de tuberías para abastecer del vital líquido.

4.9 Requisitos sobre la calidad

El agua de fuente de abastecimiento deberá ser examinada con el objeto de determinar las características siguientes:

- Bacteriológicas
- Físicas
- Químicas
- Biológicas

La calidad del agua deberá estar de acuerdo con las Normas de Calidad del Agua, (Normas de Calidad del Agua para Consumo Humano CAPRE, 1993) Donde esta limita que: “La fuente debe ser de tal calidad que no requiera un tratamiento

excesivo o antieconómico”. En anexo, se indican diversos límites aceptables del contenido de sustancias en la fuente de abastecimiento.

4.10 Estación de Bombeo

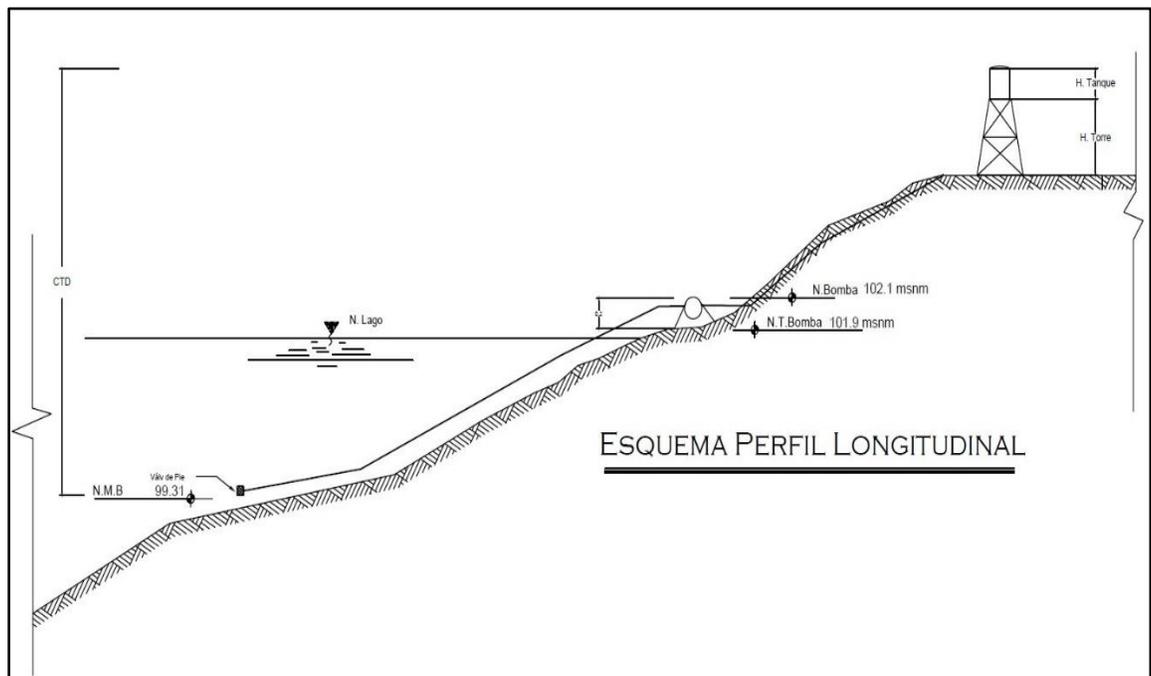
Las estaciones de bombeo son un conjunto de estructuras civiles, equipos, tuberías y accesorios, que toman el agua directa o indirectamente de la fuente de abastecimiento, la finalidad es proporcionar al líquido, la energía suficiente para poder ser transportado mediante un conducto a presión, desde un punto de menor cota a uno de mayor cota. Consta de una o varias bombas con sus correspondientes tuberías de succión y descarga.

4.10.1 Localización

En la selección del sitio para la estación de bombeo se debe considerar lo siguiente:

- Protección de la calidad del agua
- Eficiencia hidráulica del sistema de distribución o conducción.
- Peligro de interrupción del servicio por incendio, inundación, etc.
- Disponibilidad de energía eléctrica o de combustible
- Topografía del terreno
- Facilidad del acceso en todo el año
- Área necesaria para la estación, transformadores, cloradores, futuras ampliaciones y áreas de retiros.

Figura 3. Esquema de Perfil Longitudinal de la Línea de Conducción



Fuente: Propia

4.11 Equipos de Bombeo

En la selección de las bombas se deben tener en cuenta los siguientes factores, los cuales se encuentran recomendados por la norma (Normas de Diseño de Sistema de Abastecimiento y Potabilización del Agua - INAA, 2015, p.29).

- Tipo de bombas
- Número de unidades
- Capacidad de las unidades
- Eje horizontal o vertical
- Succión única o doble
- Tipo de impulsores
- Características del arranque y puesta en marcha
- Posibles variaciones de la altura de succión
- Flexibilidad de operación
- Curvas características y modificadas de las bombas
- N.P.S.H disponible y requerido

- Golpe de ariete

4.11.1 Motores

Los motores eléctricos serán del tipo jaula de ardilla de eje hueco y las capacidades de uso standard elaborados por los fabricantes son: 3, 5, 7, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 75, 100, 125, 150, 200 HP. En la selección del modelo adecuado de bomba debe tomarse en cuenta las curvas características de la bomba, aportadas por el fabricante de estas.

4.11.1 Velocidad de operación

Las (Normas de Diseño de Sistema de Abastecimiento y Potabilización del Agua - INAA, 2015, p.33) Instituye que “Usar la misma velocidad de operación de la bomba, y de ser posible se solicita que su velocidad no sobrepase los 1800 rpm”.

4.12 Calidad del Agua

En la calidad del agua, se toman en consideración las normas CAPRE (Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centroamérica, 1993, p.9-11), previendo de escenarios presentes y futuras, evitando contaminaciones de cualquier índole ya sea doméstico, agrícola, industrial; en base a las disposiciones legales existentes emitidas por las instituciones encargadas de la vigilancia, control, preservación y mejoramiento del medio ambiente. En las tablas que se muestran el anexo 3, tabla 4 se muestran las concentraciones máximas permisibles de los parámetros que indican la calidad del agua.

4.13 Línea de conducción

Según lo establecido en (Normas de Diseño de Sistema de Abastecimiento y Potabilización del Agua - INAA, 2015, p.37,48) “Dimensionamiento de tubería más económica en línea de conducción aplicando la fórmula de Hazen – Williams. Involucrando los costos anuales del consumo de energía, costo de las tuberías,

los costos totales de operación y mantenimiento a través del tiempo”. El caudal de diseño corresponde al caudal máximo diario, en el caso de las líneas de impulsión por bombeo, el caudal de diseño se obtendrá considerando el periodo de tiempo de bombeo por día.

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

$$H = 10.67 \left(\frac{Q}{C} \right)^{1.85} \left(\frac{L}{D^{4.87}} \right)$$

Donde:

H: Pérdida de carga en metros

L: Longitud en metros

Q: Gasto o caudal en m³/seg

D: Diámetro (m)

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

El uso de válvulas aliviadoras de presión, torres de oscilación o tanques neumáticos para la protección de las tuberías contra el golpe de ariete son de gran beneficio en las consideraciones en la hidráulica de los ductos.

Tabla 2. Pérdidas localizadas en longitudes equivalentes

Elemento	mm	13	19	25	32	38	50	63	75,1	100	125	150	200	250	300	350
	pulg	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	5	6	8	10	12	14
Codos de 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	4,3	5,5	6,1	7,3
Radio medio		0,4	0,6	0,7	0,9	1,1	1,4	1,7	2,1	2,8	3,7	4,3	5,5	6,7	7,9	9,5
Radio corto		0,5	0,7	0,8	1,1	1,3	1,7	2	2,5	3,4	4,5	4,9	6,4	7,9	9,5	10,5
Codos de 45		0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1,2	1,5	1,9	2,3	3	3,8	4,6	5,3
Curva de 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	2,4	3	3,6	4,4
R/D: 1		0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1	1,3	1,6	2,1	2,5	3,3	4,1	4,8	5,4

Curva de 45		0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,1	1,5	1,8	2,2	2,5
Entrada																
Normal		0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1	1,6	2	2,5	3,5	4,5	5,5	6,2
De borda		0,4	0,5	0,7	0,9	1	1,5	1,9	2,2	3,2	4	5	6	7,5	9	11
Válvula																
de compuerta		0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1	1,4	1,7	2,1	2,4
de globo		4,9	6,7	8,2	11,3	13,4	17,4	21	26	34	45,3	51	67	85	102	120
de ángulo		2,6	3,6	4,6	5,6	6,7	8,5	10,0	13,0	17,0	21,0	26,0	34,0	43,0	51,0	60,0
de pie		3,6	5,6	7,3	10	11,6	14,0	17,0	20,0	23,0	31,0	39,0	52,0	65,0	78,0	90,0
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	16,0	20,0	24,0	38,0
T. Pesado		1,6	2,4	3,2	4	4,8	6,4	8,1	9,7	12,9	16,1	19,3	25,0	32,0	38,0	45,0
Te 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	4,3	5,5	6,1	7,3
lateral		1,0	1,4	1,7	2,3	2,8	3,5	4,3	5,2	6,7	8,4	10,0	13,0	16,0	19,0	22,0
Te de salida																
Bilateral		1,0	1,4	1,7	2,3	2,8	3,5	4,3	5,2	6,7	8,4	10,0	13,0	16,0	19,0	22,0
Salida de tubería		0,4	0,6	0,7	0,9	1,0	1,5	1,9	2,2	3,2	4,0	5,0	6,0	7,5	9,0	11,0

Fuente: (López, 1999, p.161) *Diseño de Acueductos y Alcantarillados (Segunda Edición)*.

4.13.1 Ubicación

Según los planos topográficos se definirá la ubicación de la línea de conducción, considerando la topografía de la toma y del sitio donde estarán ubicado los filtros y el tanque. También será necesario en algunos casos identificar las características geológicas de los suelos y subsuelos de la primera fase del sistema de abastecimiento.

4.13.2 Trazado

En la determinación del trazado de la línea de conducción se consideraron los siguientes principios, los cuales fueron establecidos por (Normas de Diseño de Sistema de Abastecimiento y Potabilización del Agua - INAA, 2015, p.45) señalando los siguiente:

1. La dirección sea por gravedad siempre que sea posible.
2. Que el trazado de la línea sea lo más directo posible desde la fuente a la red de distribución.
3. Evadir que la línea atraviese por terrenos extremadamente difíciles o inaccesibles.
4. Debe estar por debajo de la línea piezométrica un mínimo de 5 metros, y a la vez que se eviten presiones mayores de los 50 metros.
5. Evitar que la línea pase por zonas de probables deslizamientos o inundaciones.
6. Para proteger la tubería en el caso de paso obligado bajo carreteras, ríos, efectuar obras de protección de la tubería.

4.13.3 Accesorios y válvulas

Deberán tomarse en cuenta las observaciones siguientes:

- Cuando la topografía sea accidentada se localizarán válvulas de aire y vacío en las cimas del perfil.
- En el caso de la topografía regular o plana, estas válvulas estarán localizadas cada 2.5 kilómetro como máximo y en las partes más altas del perfil.
- En caso de topografía plana se provocarán pendientes del 3% en el sentido positivo y 6% en el sentido negativo de la dirección del flujo y se ubicarán válvulas de aire en los puntos de inflexión.
- El diámetro de las válvulas de aire y vacío se determinará en función del diámetro de la línea de conducción. Los fabricantes generalmente recomiendan el uso de válvulas cuyo diámetro es 1½" por pie de diámetro de la línea de conducción.
- En los puntos más bajos de la línea se instalarán válvulas de limpieza con diámetro mínimo equivalente a ¼ del diámetro de la línea de conducción.
- Al inicio y al final de la línea de conducción, deberán instalarse válvulas de compuerta para regular o cortar el flujo cuando sea necesario.

4.13.4 Velocidades de diseño

Para líneas por bombeo, se procurará que la velocidad no exceda de 1.50 m/s. Determinando el diámetro más conveniente de la tubería, mediante el análisis económico correspondiente. Cuando haya suficiente altura de carga o energía de posición, pueden utilizarse las siguientes velocidades máximas para evitar la erosión. (Ver acápite 7.14.5 a continuación).

4.13.5 Tuberías de descarga y válvulas de succión

4.13.5.1 Succión

Según (Normas de Diseño de Sistema de Abastecimiento y Potabilización del Agua - INAA, 2015, p.31) "Nunca deberán usarse tuberías de diámetros menores a los diámetros de descarga de la bomba".

$$\Phi_{\text{succ.}} < \Phi_{\text{desc. bom.}}$$

En el extremo de la tubería de succión se instalará una válvula de pie con coladera. El área libre de las aberturas de la coladera deberá ser de 2 a 4 veces la sección de la tubería de succión. 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 inmediatamente superior.

Cuadro 1. Velocidad de la tubería de succión según el diámetro y caudal

Velocidad Metros por segundos	Diámetro (mm)	Caudal Litros por segundos
0.75	50	Hasta 1.5
1.10	75	5
1.30	100	10

Fuente: Normas para el sector rural del Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitario. (INAA)

Longitud de Tubería = 50.00 m

Longitud equivalente por accesorio en este caso solamente incluye la válvula de pie la cual se ubica en el extremo de la tubería de succión de una bomba, permitiendo el ingreso de agua. La equivalencia en metros se encuentra en la tabla 3. Pérdidas localizadas en longitudes equivalentes, con un valor de 14 metros

L_s (Longitud de Succión) = L. de Tubería + L. equiv. por accesorio + N. mínimo de bombeo

4.13.5.2 Descarga

A partir de (Anónimo, Normas de Diseño para Abastecimiento de Agua en el Medio Rural y Saneamiento Básico Rural, 2015, p.23) “En la tubería de descarga debe elaborarse un estudio económico comparativo entre varios diámetros para escoger el más apropiado de la tubería de impulsión”. Continúa con el planteamiento de las ampliaciones en estas serán concéntricas. En la descarga o sarta de la bomba debe proyectarse una válvula de compuerta y una válvula de retención, para el diseño del diámetro se recomienda los valores mostrados en la tabla que se muestran a continuación:

Cuadro 2. Diámetro de Sarta con relación a un rango de caudales

Diámetro de Sarta			
(Pulgadas)	mm	Gpm	Lps
2	50	80	5.05
3	75	200	12.60

Fuente: Normas para el sector rural del Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitario. (INAA)

Según (Normas del INAA para Diseño de Sistemas de Abastecimientos de Agua Potable en Zona Rural, 2015, p.24) “El diámetro de la sarta está definida por el diámetro del medidor de agua. La válvula de retención debe colocarse entre la bomba y la válvula de compuerta, considerar una llave de alivio para proteger la

instalación del golpe de ariete” recomendándose los siguientes diámetros de acuerdo al cuadro siguiente:

Cuadro 3. Diámetro de Válvula con caudal de descarga

Diámetro de Válvula de Alivio			
(Pulgada)	mm	Gpm	Lps
3	75	250 – 500	15.8 – 31.5
2	50	60 – 250	3.8 – 15.8
1	25	0 - 60	0 – 3.8

Fuente: Normas para el sector rural del Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitario. (INAA)

4.13.5.2.1 Formula de Bresse

La fórmula de Bresse, está obtenida con base en un análisis que asume el costo de instalación de la tubería varía linealmente con el diámetro y no considera la actualización del costo de energía eléctrica para el bombeo a valor presente. Considera también un valor constante del gasto de bombeo a lo largo del proyecto

$$D : 1.5 \sqrt{Q}$$

Donde:

D1: es el diámetro es el más económico, unidades de medidas (Pulg)

Q: es el caudal de bombeo. (Lps)

$$D: 1.3 \frac{tb^{1/3}}{24} Q^{1/2}$$

O bien la ecuación propuesta por la norma rurales del INAA, la cual es usada en Estados Unidos de Norte América. Similar a la de Bresse, con K = 0.9 y n = 0.45

$$D: 0.9Q^{0.45}$$

4.13.5.2.2 Equipos de eléctricos

La selección del equipo eléctrico está en dependencia del caudal versus carga total dinámica. Considerando los aspectos socioeconómicos y sus indicadores de calidad de la isla, y tomando en cuenta que actualmente se encuentra en gestión la ejecución el proyecto de energía eléctrica en la isla, sugiero un equipo eléctrico especificado en anexo 9, detallando las características del equipo de bombeo.

4.13.5.2.3 Potencia requerida

La potencia neta requerida para elevar el caudal demandado.

- La potencia neta demandada por la bomba.
- Pérdidas por fricción mecánica en rotación del eje.
- Pérdidas en el cabezal de descarga.

Las pérdidas por fricción en el eje, para $V = 1760$ rpm y/o $\frac{3}{4}$ ", $1 \frac{1}{2}$ " varían entre 0.30 y 1.15 HP/100' de columna. Se tiene por norma usar un factor de 1.15 para calcular los HP del motor en base a los HP de la bomba. Este factor cubre ampliamente las pérdidas mecánicas por fricción en el eje y cabezal de descarga de la bomba.

4.13.5.2.4 Velocidad de operación

Generalmente se acostumbra a usar la misma velocidad de operación de la bomba, y de ser posible se solicita que su velocidad no sobrepase los 1800 rpm.

4.13.5.2.5 Curvas Características

En el anexo 10, se encuentran las curvas características de la bomba selecta, presentando en el eje de abscisas el caudal y el eje de ordenadas la altura a alcanzar. También en otra curva mostrando la carga neta positiva versus la eficiencia de la bomba. Esto con el fin de seleccionar de la bomba de acuerdo a las necesidades requeridas en la optimización de los equipos de bombeos.

4.13.5.2.6 Presión de trabajo

Tabla 3. Disminución de la Presión Atmosférica

Tabla de Disminución de la presión atmosférica			
Altura sobre el nivel del mar		Presión Atmosférica (Pa)	
m	Ft	m	Pa
0	0	10.33	14.69
250	820	10.33	14.26
500	1640	9.73	13.83
750	2640	9.43	13.41
1000	3280	9.13	12.98
1250	4101	8.83	12.55
1500	4291	8.53	12.13
1750	5741	8.25	11.73
2000	6561	8.00	11.38
2250	73.81	7.75	11.02
2500	8202	7.57	10.68
2750	9022	7.28	10.35
3000	9842	7.05	10.02
3250	10662	6.83	9.71
3500	11483	6.62	9.42
3750	12303	6.41	9.12
4000	13123	6.2	8.82
4250	13943	5.98	8.52
4500	14764	5.78	8.22

Fuente: Guías para el diseño de estaciones de bombeo de agua potable según OPS - CEPIS

Ecuación:

$$P_{\text{ariete}} = CTD + \Delta H$$

Donde:

CTD: Carga Total Dinámica

P_{ariete} : Presión de Trabajo

ΔH : Golpe de ariete

Siempre deberá cumplirse que la NPSH_d igual que la NPSH_r. La NPSH_d siempre habrá de ser positiva y lo mayor posible, ya que de este modo se evitará que la presión a la entrada de la bomba descienda por debajo de la presión de vapor del fluido en las condiciones de temperatura existentes en dicho punto, lo que provocaría la aparición de burbujas de vapor, con el peligro de que la bomba

entre en cavitación reduce su carga y eficacia al tiempo que daña el material de la misma, reduciendo seriamente la vida útil de la bomba.

En el libros de datos tecnicos de bombas hidraulicas (INDEX, p.062) hace referencia del calculo del golpe de ariete, también calculos complementarios como la ecuación a continuación

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K(D/E)}}$$

Tabla 4. Presión de Vapor de Agua

Temperatura		Peso Especifico	Presión de Vapor (P.V.P)	
°C	F°	Kg/dm	M. Abs.	P.S.I Abs.
0	32	0.9998	0.062	0.088
5	41	1.000	0.089	0.127
10	50	0.9996	0.125	0.1781
15	59	0.999	0.174	0.247
20	68	0.9982	0.238	0.338
25	77	0.997	0.323	0.459
30	86	0.9955	0.432	0.614
35	95	0.9939	0.573	0.815
40	104	0.9921	0.752	1.070
45	113	0.99	0.977	1.389
50	122	0.988	1.258	1.789
55	131	0.9857	1.605	2.283
60	140	0.9831	2.031	2.889
70	158	0.977	3.177	4.519
75	167	0.9748	3.931	5.591
80	179	0.9718	4.829	6.869
85	185	0.9687	5.894	8.383
90	194	0.9653	7.149	10.168
95	203	0.9619	8.619	12.259
100	212	0.9583	10.332	14.696

Fuente: Guías para el diseño de estaciones de bombeo de agua potable según OPS – CEPIS

4.14 Red de distribución

Información necesaria para el diseño de la red de distribución

- Plan regulador del desarrollo urbano, en el que se establecen los usos actuales y futuros de la tierra con sus densidades de población (No es requisito obligatorio).
- Plano topográfico de la ciudad, con sus calles existentes y futuras (desarrollos futuros urbanísticos), perfiles de las calles y las características topográficas de la localidad (relieve del terreno).
- Establecimiento del tanque con sus cotas de fondo y rebose, determinación de los puntos de entrada del agua en la red desde la fuente y desde el tanque, etc.
- Ubicación de la fuente de abastecimiento en el periodo de diseño estimando, así como la ubicación del futuro tanque de almacenamiento, identificando en consecuencia los probables puntos de entrada del agua a la red de distribución.
- Determinación de las presiones necesarias en los distintos puntos de la red de distribución.

4.14.1 Diseño de red de distribución

En el análisis de una red se considera los aspectos del tipo de red abierta en este caso, la fórmula de Hazen-Williams y la utilización de software que genere el diseño de la red de distribución, en dependencia de las particularidades que se presenten en el sitio.

4.14.1.1 Generalidades

En el diseño de la red de distribución de una localidad, considerar los siguientes aspectos fundamentales establecidos por la norma (Anónimo, Normas de Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potablización de Agua Potable-1989, 2015, p.35).

- Plasmar para las condiciones más desfavorables en la red, con el fin de asegurar su correcto funcionamiento en el período de diseño.
- 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 acorde al 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 es de red abierta, distribuyéndose las tuberías en la planimetría de la comunidad, abarcando el mayor número de viviendas mediante conexiones domiciliarias.

La selección de los diámetros con dimensiones muy grandes, encarecerá el sistema, y las bajas velocidades provocarán problemas de depósitos y/o sedimentación; de lo contrario si el diámetro es reducido puede originar pérdidas de cargas elevadas y altas velocidades las cuales podrían causar erosión a las tuberías.

4.14.1.2 Parámetros de diseños

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

4.14.1.3 Coeficiente de Rugosidad (C)

Haciendo uso de la Fórmula de Hazen - Williams para los cálculos de pérdidas en los diferentes tipos de materiales en los conductos, incluso en el diseño de línea de conducción (ducto de succión y en el de descarga) como se muestra a continuación:

Cuadro 4. Rugosidad en materiales de acueducto

Material del Conducto	Coefficiente de Rugosidad (C)
Tubo de Hierro Galvanizado (H° G°)	100
Tubo de concreto	130
Tubo de Asbesto cemento	140
Tubo de hierro fundido (H° F°)	130
Tubo Plástico (PVC)	150

Fuente: Normas INAA (Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado) Coeficiente de Rugosidad en materiales de Acueductos.

4.14.1.4 Velocidades permisibles en tuberías

Los valores permisibles de las velocidades del flujo en los conductos se aplican ciertos rangos para evitar erosión interna o sedimentación, según (Normas del INAA para Diseño de Sistemas de Abastecimientos de Agua Potable en Zona Rural, 2015) son los siguientes:

- Velocidad mínima = 0.6 m/s.
- Velocidad máxima = 2.0 m/s.

4.14.1.5 Presiones Máximas y Mínimas

Al momento de abastecer a una comunidad y lograr el funcionamiento del sistema de suministro de agua potable con presiones adecuadas, (Anónimo, Normas de Diseño para Abastecimiento de Agua en el Medio Rural y Saneamiento Básico Rural, 2015, p.16) estipuladas por el Instituto de Acueducto y Alcantarillado, recomienda que cumpla un rango permisible, en los valores siguientes:

- Presión Mínima residual en la red principal de 5.0 metros.
- Presión Máxima: 50.0 metros.

4.14.1.6 Resistencia de la tubería y su material

Las tuberías habrán de resistir las presiones internas estáticas, dinámicas, de golpe de ariete, y las presiones externas de rellenos y cargas vivas debido al tráfico. La sobre presión por golpe de ariete se calculará con la teoría de Joukowski, u otra similar como también por fórmulas y monogramas recomendadas por los fabricantes. Según la (Normas INAA, 2015, p.26) señala que: “El Diseño de las tuberías comprende la selección del material, diámetro, resistencia y longitud de la misma” y se deben de tomar otras consideraciones.

Tabla 5. Presión de trabajo P para tuberías PVC y CPVC

SDR	Presión de Trabajo P Kg/cm ²	Presión de Trabajo m. c. a.
11	28.0 (400)	280
13.5	22.4 (320)	224
17	17.5 (250)	175
26	11.2 (160)	112
32.5	8.8 (125)	88
41	7.0 (100)	70
50	5.6 (80)	56

Fuente: Manual Técnico AMANCO, ASTM

Tabla 6. Módulos de Elasticidad del agua en materiales de tubería

Relación de módulos de elasticidad del agua y del material de la tubería	
Material de tubería	k
Acero	0.5
Hierro fundido	1
Concreto	5
Asbesto Cemento	4.4
Plástico	18

Fuente: Tabla obtenida en Libro Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados

4.14.2 Sistema por gravedad

El diseño de la red de distribución se forjará para tres condiciones de operación según lo establece la norma (Normas INAA, 2015, p.38) “El consumo de la máxima hora para el año último del período de diseño”. Esta condición se asume una distribución razonada de la demanda máxima horaria en todos los tramos y circuitos de la red de distribución, pudiendo el caudal demandado llegar bajo dos condiciones según sea el caso:

1. El 100% del caudal demandado llegará por medio de la línea de conducción, fuente o planta de tratamiento, siempre y cuando no se contemple tanque de almacenamiento.
2. El caudal se dotará de la demanda máxima diaria por la línea de conducción y el resto aportado por el tanque de abastecimiento para completar la demanda máxima horaria.
3. Consumo coincidente. Ese caudal corresponde a la demanda máxima diaria más la demanda de incendio.

El procedimiento de diseño es basado bajo requisitos anteriormente expuestos y contemplará los aspectos que establece (Normas INAA, 2015, p.39).

4.14.3 Distribución de las tuberías y determinación del sistema de la red

Mediante el estudio de campo y del levantamiento topográfico en el sitio, se dispondrá de los planos de planta y altimétrico de la isla, la ubicación adecuada del tanque de almacenamiento y de las posibles zonas de expansión. Un plan actualizado de las densidades de población, se planteó la dimensión referente a la densidad poblacional en la comunidad. Priorizando las áreas del desarrollo de las restricciones municipales, comprobándose la posibilidad de que toda la población proyectada se asiente dentro de los límites urbanos actuales.

4.14.4 Determinación del consumo o de los gastos de cálculos

La determinación de los gastos de cálculos de una localidad depende de los años del período de diseño, la clase de población, de las dotaciones, las pérdidas en la red y de los factores de que afectan el consumo, estos se utilizarán en el análisis de la red.

4.14.5 Distribución de gastos o consumo concentrados

El plano de distribución de gastos o consumos concentrados, se recomienda tener en cuenta lo siguiente:

- Partiendo de los datos de densidades, dotaciones y factores de variación del consumo, se determinarán los caudales tributarios a cada nudo de los ramales principales. Considerando que para las localidades pequeñas y en las cuales se pueda estimar el desarrollo futuro sea en base a densidades uniformes, obteniendo así los consumos concentrados en base al consumo por unidad de longitud de las tuberías.

$$q \text{ unitario} = \frac{CMH}{L. \text{total}}$$

$$q \text{ nodo} = q_u * L$$

q unit = Caudal unitario

CMH = Consumo de Máxima Hora

L = Longitud equivalente correspondiente al nodo

Nota: La suma de los caudales unitarios en los nodos debe ser igual al consumo de máxima hora. Así como también las distancias entre los nodos, deben sumar el total de las distancias dentro de la red de abastecimiento.

4.15 Almacenamiento

Según (Anónimo, Normas de Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potablización de Agua Potable-1989, 2015, p.48-49) Los depositos para el

almacenamiento tienen como función: “Suplir la cantidad necesaria para compensar las máximas demandas, brindan presiones adecuadas en la red de distribución y disponer de reserva ante eventualidades e interrupciones en el suministro de agua”.

4.15.1 Capacidad

La capacidad del tanque deberá satisfacer las condiciones regidas por las (Anónimo, Normas de Diseño para Abastecimiento de Agua en el Medio Rural y Saneamiento Básico Rural, 2015, p.38).

4.15.1.1 Volumen compensador

Es el agua necesaria para compensar las variaciones horarias del consumo, por lo cual la (Anónimo, Normas de Diseño para Abastecimiento de Agua en el Medio Rural y Saneamiento Básico Rural, 2015, p.38) estima que: “Para un 15% de consumo promedio diario”.

4.15.1.2 Volumen de Reserva

A partir de (Normas del INAA para Diseño de Sistemas de Abastecimientos de Agua Potable en Zona Rural, 2015, p.38) “El volumen de reservas y para eventualidades en casos de emergencias, y reparaciones en la línea de conducción o bien sea en obras de distribución, se estimará un 20% del consumo promedio diario”. La capacidad del depósito estimará la sumatoria de cada una de las variables, quedando de la siguiente manera:

$$\text{Vol. del tanque} = \text{Vol de compensador} + \text{Vol de reservas}$$

De manera que la capacidad del tanque suma en total el 35% del consumo promedio diario (CPD).

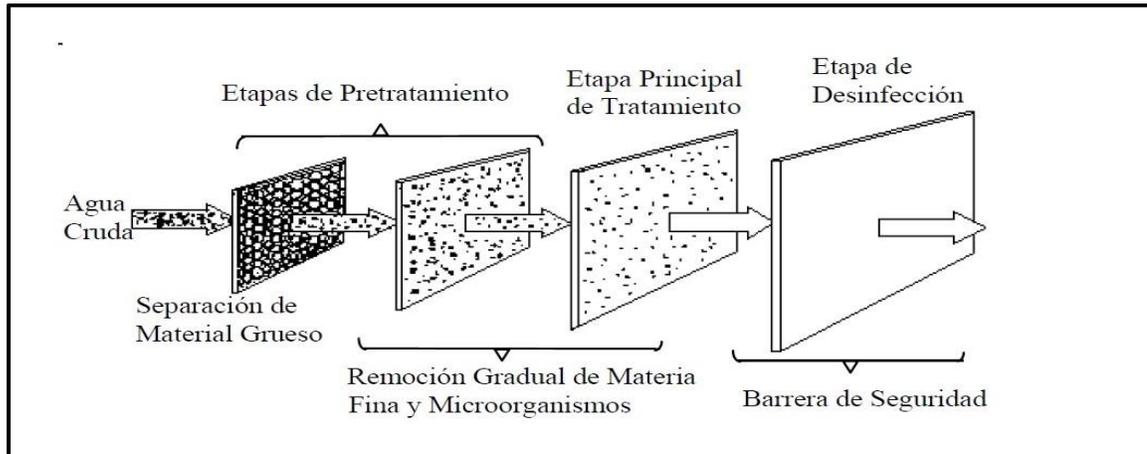
2.15.2 Ubicación de reservorio

La ubicación y nivel del reservorio de almacenamiento fueron fijados para garantizar que las presiones dinámicas en la red de distribución con el fin de que

se encuentren dentro de los límites de servicio. Por razones económicas, según (Guías para el diseño de reservorios elevados de agua potable - OPS, 2005, p.11) “recomienda situar el reservorio próximo a la fuente de abastecimiento o de la planta de tratamiento y dentro o en la cercanía de la zona de mayores consumos”. El área para el emplazamiento del reservorio no debe situarse en lugares que constituyan escurrimiento natural de aguas de lluvia.

4.16 Tratamiento

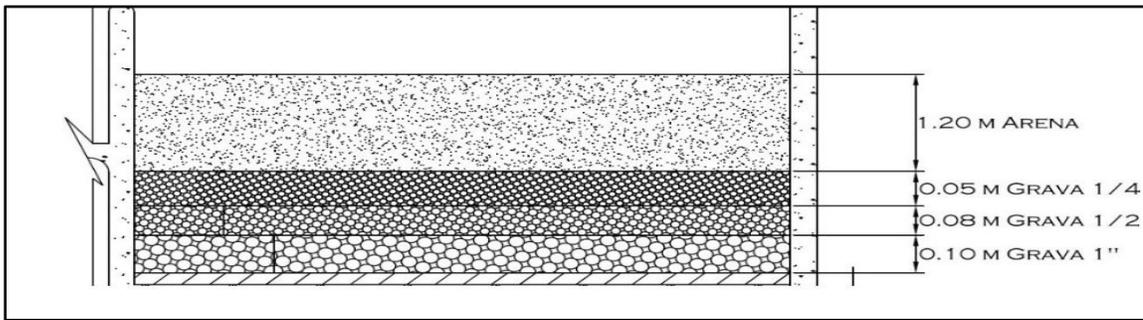
Figura 4. Procesos que integran la Filtración en múltiples etapas



Fuente: Diseño de Filtros según OPS (Organización Panamericana de la Salud)

Los filtros gruesos de grava pueden ser de flujo horizontal o vertical. Consiste en un compartimiento principal donde se ubica un lecho filtrante de grava. El tamaño de los granos de grava disminuye con la dirección del flujo.

Figura 5. Capas de gravas para el filtro



Fuente: Propia

4.16.1 Filtro lento arena

La utilización de este filtro es apropiada para pequeñas poblaciones, siendo sus principales ventajas:

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

El caudal unitario de agua a través de los filtros lentos de arena es de 0,1 a 0,3 m³/(m²·h). Son depósitos que contienen arena (con partículas de tamaño efectivo de 0,15 a 0,3 mm) hasta una profundidad de 0,5 a 1,5 m. En los que el agua bruta fluye hacia abajo, la turbidez y los microorganismos se eliminan principalmente en los primeros centímetros de la arena.

La turbiedad del agua cruda puede limitar el rendimiento del filtro, por lo cual a veces es necesario aplicar algún pretratamiento tal como prefiltrado horizontal o vertical o prefiltración rápida en medio granular grueso. La velocidad de filtración varía entre los 0.1 y 0.2 m/s dependiendo de la calidad del agua cruda. A mayor contaminación del agua afluente menor velocidad de filtración.

4.16.1.1 Criterios de diseño

En esta etapa, serán regidos bajo los parámetros de las normas de diseño para abastecimiento de agua potable en zona rural y deberá verificar que la calidad del agua a filtrarse satisfaga en época seca y lluviosa los límites de aplicación del proceso.

Tabla 7. Parámetros de calidad de agua

<i>Parámetro</i>	<i>Valor Máximo</i>
<i>Color</i>	< 50 unidades
<i>Turbiedad</i>	< 50 unidades

Fuente: “Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural” y “Saneamiento Básico Rural

4.16.1.2 Estructura de entrada

Constará de una cámara de distribución con compuertas y rebose. Se instalará un vertedero triangular de pared delgada para aforar el influente. La entrada del agua al filtro se efectuará por medio de un vertedero muy largo de pared gruesa, para obtener una delgada lámina de agua que se adhiera al muro, para evitar que se formen chorros sobre el lecho, que lo dañarían, además se colocará sobre el lecho una placa de concreto para que reciba el impacto del agua.

4.16.1.3 Estructura de salida

Consistirá en un vertedero de control, localizado a una altura mayor que la cota del extremo superior del lecho, de tal manera que el lecho filtrante quede siempre sumergido, este regulará la carga mínima.

4.16.1.3.1 Tasa de filtración

Tabla 8. Criterios de tasa de filtración

Turbiedad (UTN)	Tasa (m³/m² día)
10	7.20 - 20.40
50	4.8
50.100	2.4

Fuente: “Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural” y “Saneamiento Básico Rural

4.16.1.3.2 Medio filtrante

1. Una capa de arena de 1.20 m de espesor con la siguiente característica:
Tamaño efectivo: $0.15 \leq TE \leq 0.35$ mm

Coefficiente de uniformidad: $CU \leq 2.00$

2. Grava de soporte en cuatro capas como se muestra a continuación:

Tabla 9. Criterios de diseño de medio filtrante

Medio Filtrante		
Capa	Tamaño (Pulg)	Espesor (m)
*1	1 - 2	0.10 - 0.12
2	1/2 - 1	0.08 - 1.10
3	1/4 - 1/2	0.05 - 0.10
4	1/8 - 1/4	0.05 - 0.10
*Fondo		

Fuente: *Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural* y *Saneamiento Básico Rural*

4.16.1.3.3 Sistema de drenaje

El sistema de drenaje se diseñará de la siguiente manera: Con tuberías (PVC) de drenaje perforadas con orificios no mayores de 1" (2.54 cm), las cuales pueden desembocar en forma de espina de pescado a un conducto o tubería central o a un pozo lateral con una pendiente del 1% a 2%.

4.16.1.3.4 Número de unidades

La norma INAA recomienda el uso de dos unidades como mínimo, en cuyo caso cada una de ellas deberá diseñarse para atender el consumo máximo diario. Considerando una capacidad adicional de reserva.

Para una población de ≤ 2000 utilizar 2 unidades

4.16.1.3.5 Dimensionamiento

1. **Caudal de diseño (Qd):** Se expresa en (m³/h)

2. **Número de unidades (N):** Mínimo de dos unidades de filtración.

3. **Área superficial (As):** m²

$$\text{Área superficial (As)} = \frac{Qd}{N * Vf}$$

Donde: Vf = velocidad de filtración (m/h)

Qd = caudal de diseño (m³/h)

N = número de unidades

4. **Coefficiente de mínimo costo (K):**

$$K = (2 * N)/(N + 1)$$

5. **Longitud de unidad:**

$$L = (As * K)^{1/2}$$

6. **Ancho de unidad:**

$$b = (As/K)^{1/2}$$

7. **Velocidad de filtración real (VR):**

$$VR = Qd/(2 * A * B)$$

8. **Sistema de drenaje:**

Los drenes se diseñarán con el criterio de que la velocidad límite en cualquier punto de estos no sobrepase de 0.30m/s. La relación de velocidades entre el

dren principal (V_p) y los drenes secundarios (V_s) debe ser de: $V_p/V_s \leq 0.15$, para obtener una colección uniforme del agua filtrada.

9. Pérdidas de carga:

Son producidas en las tuberías, en válvulas, lecho filtrante, drenes y vertederos.

- Lecho Filtrante: Es proporcional a la granulometría del material y la velocidad de filtración.
- Drenes: (menor a 10%)

$$hd = 0.331 \frac{1}{dh} * V^2 / 2g$$

Dónde: dh: diámetro hidráulico

V: velocidad del dren, ($dh = 4Ad/P$)

Ad: área del dren

P: perímetro del dren

4.16.2 Desinfección

La desinfección residual se utiliza como protección parcial contra la contaminación con concentraciones bajas de microorganismos y su proliferación en el sistema de distribución. Una turbidez elevada puede proteger a los microorganismos de los efectos de la desinfección, estimular la proliferación de bacterias y generar una demanda significativa de cloro.

El uso de productos químicos desinfectantes en el tratamiento del agua genera habitualmente subproductos. No obstante, los riesgos para la salud que ocasionan estos subproductos son extremadamente pequeños en comparación con los asociados a una desinfección insuficiente, y es importante que el intento de controlar la concentración de estos subproductos no limite la eficacia de la desinfección. (OMS, 2004, p.14).

En la desinfección son importantes dos factores; el tiempo de contacto y la concentración del agente antiséptico. El cloro es el desinfectante más extendido y usado a nivel mundial, desde hace décadas ha jugado un papel esencial en el tratamiento de agua. En Nicaragua casi todos los sistemas de abastecimiento utilizan el cloruro de sodio para el debido tratamiento del agua, debido a su potencial germicida, economía y eficiencia. En general, el Hipoclorito se recomienda para abastecimiento de pequeñas poblaciones. La capacidad requerida de la estación de cloración:

$$Ca = (Q * C)/1000$$

Donde:

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

Q = Caudal de agua, máximo horario m³/día

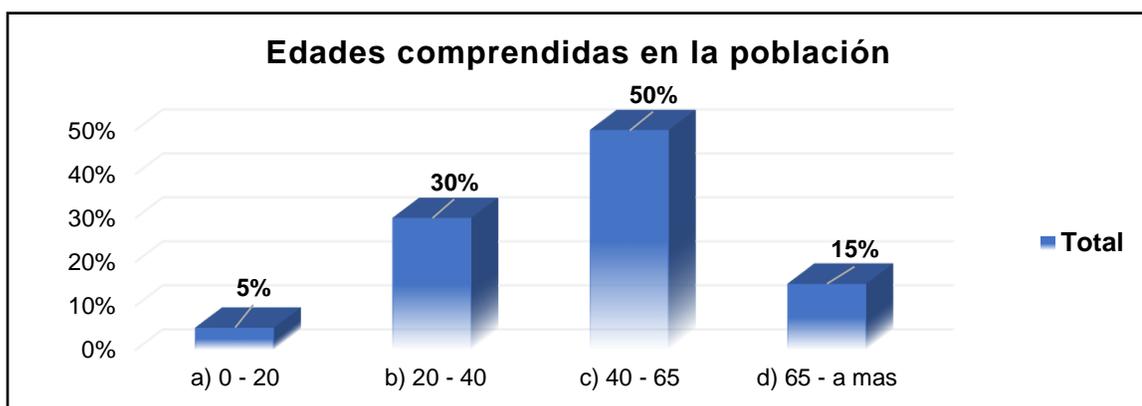
C = Dosis de cloro a aplicar 200 µg/L = 0.20 mg/L

El Hipoclorito de Sodio se aplicará diluyendo con agua limpia hasta una concentración máxima de 1% al 3%. Para su dosificación se usarán hipocloradores de carga constante de fabricación nacional. Según (Normas del INAA para Diseño de Sistemas de Abastecimientos de Agua Potable en Zona Rural, 2015, p.99) “El tiempo de contacto entre el cloro y el agua sea de 30 minutos antes de que llegue al primer consumidor; en situaciones adversas se puede aceptar un mínimo de 10 minutos”. Continúa explicando que la concentración de cloro residual que debe permanecer en los puntos más alejados de la red de distribución deberá ser 0.2 - 0.5 mg/L después del período de contacto antes señalado.

5. CAPITULO V: ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

5.1 Análisis y presentación de resultado de encuesta

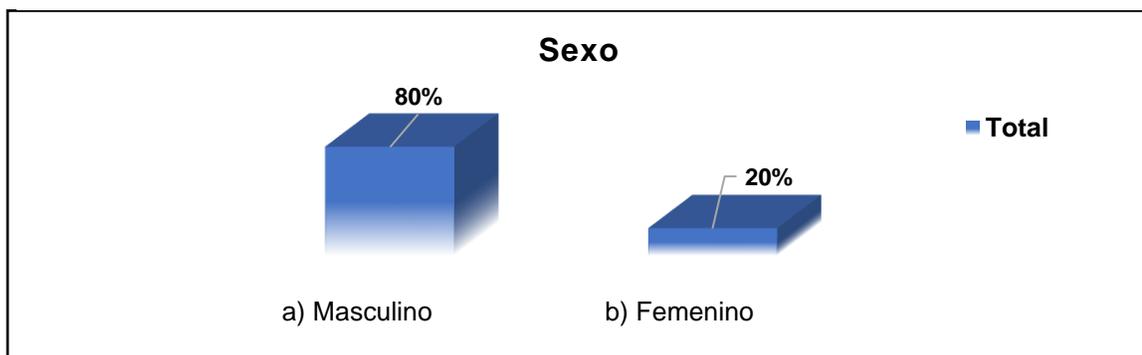
Gráfica 1. Rango de edades de la población



Fuente: Propia obtenida de datos de encuesta realizada en sitio

La población actual de la comunidad está comprendida en las edades mostradas de la siguiente manera, el 50% de los habitantes se encuentran en un intervalo de 40 a 65 años de edad. Un 30% de la población de 20 a 40 años, un 15% de mayor edad comprendidos de 65 años a más y un 5% los menores de 1 a 20 años de edad.

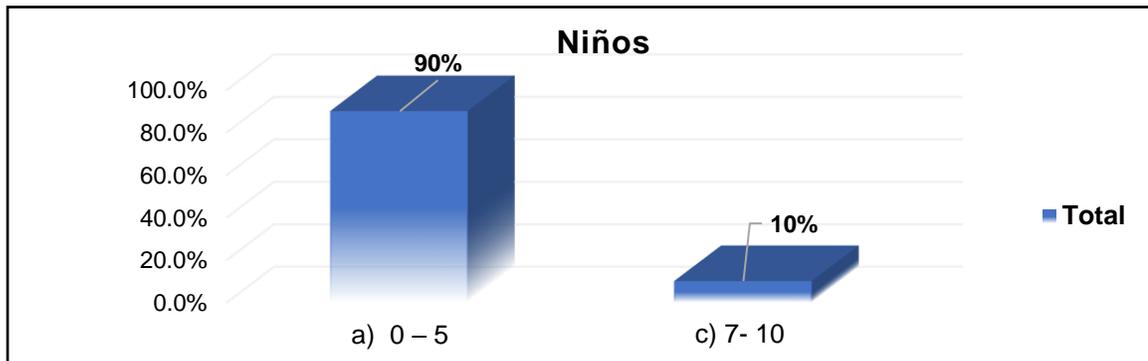
Gráfica 2. Género



Fuente: Propia obtenida de datos de encuesta realizada en sitio

El género predominante en la comunidad en estudio, comprende un 80% de presencia es el género masculino, cabe destacar que el otro 20% a la población lo ocupa la mujer adulta de la isla.

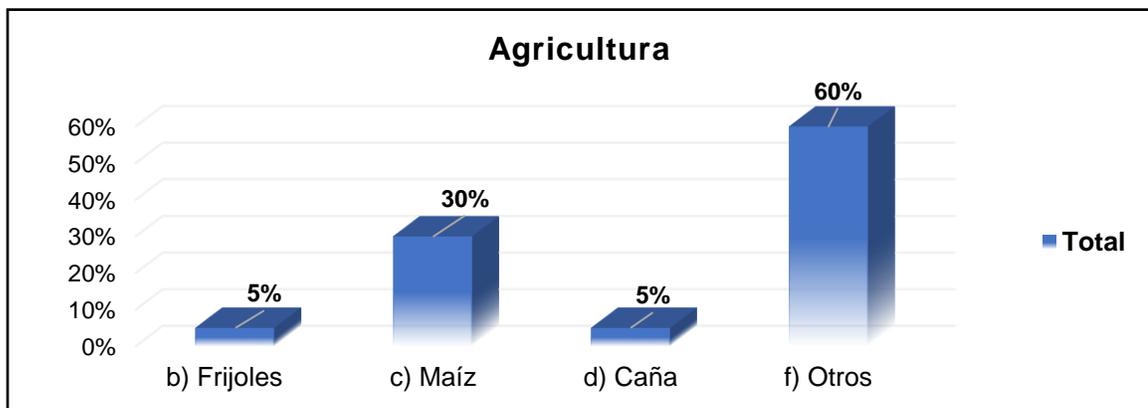
Gráfica 3. Edades de infantes



Fuente: Propia obtenida de datos de encuesta realizada en sitio

En lo que respecta la gráfica de niños muestra que en el 90% de los hogares de la isla hay niños menores de 5 años de edad. Y un 10% está comprendido en niños entre las edades de 7 a 10 años de edad.

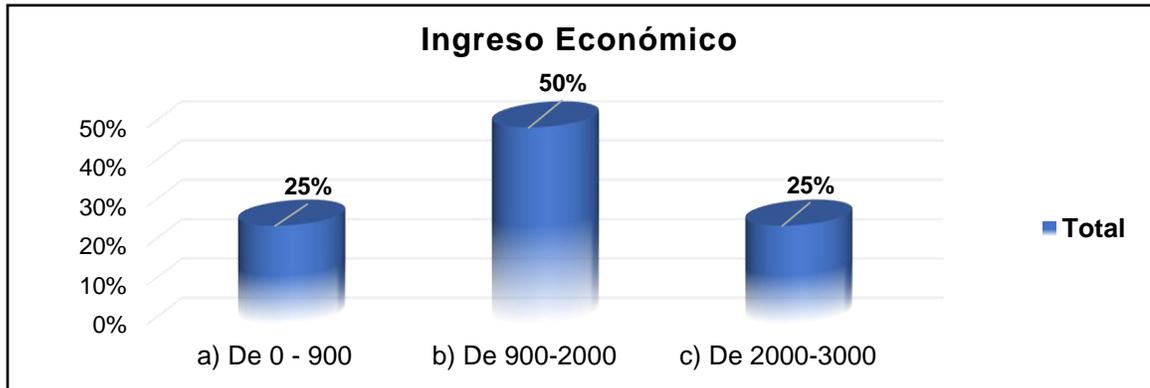
Gráfica 4. Agricultura en la comunidad



Fuente: Propia obtenida de datos de encuesta realizada en sitio

La agricultura es muy escasa, la producción no es mucha, revela un estudio cuantitativo de la población que cosecha en sus tierras. Un 5% cultiva frijoles, un 30% maíz, un 5% caña un 60% de la población cultivan árboles frutales y mayormente algunas hortalizas, ya que dentro de la isla hay escasas de algunas.

Gráfica 5. Ingreso económico en la comunidad



Fuente: Propia obtenida de datos de encuesta realizada en sitio

Los resultados de esta categoría no están explícitas, en cambio muestra rangos de aproximaciones referente a las ganancias de entradas económicas en cada hogar, dando como resultado un 50% de la población tienen entradas en de C\$900 a C\$2000 mensual, y un 25% de la población obtienen ingresos de 2000 a 3000 córdobas, y el otro 25% logran ingresos aproximadamente entre 0 a 900 córdobas.

Gráfica 6. Focos de contaminación en los diferentes hogares

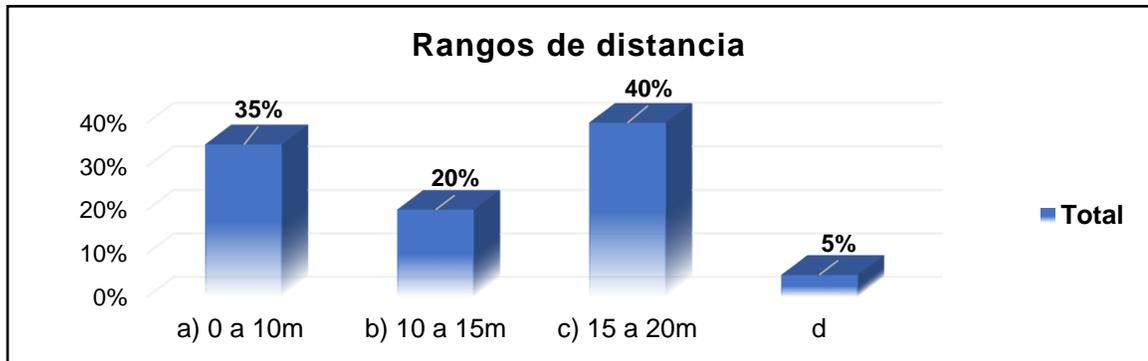


Fuente: Propia obtenida de datos de encuesta realizada en sitio

Partiendo de que cada casa hay focos de contaminación (es decir la basura que acumula diariamente) aledañas a la fuente de agua, los porcentajes están

basados en la cantidad de hogares. Un 10% de la población sus residuos son ubicados en baldes para después eliminarlos a través de quemas a cielo abierto. El 30% realizan acumulaciones de los desechos en fosas ubicadas en los límites de sus propiedades. Y el 60% de la población realizan la recolección y la ubican

Gráfica 7. Distancia aproximada entre la quema y la fuente hídrica

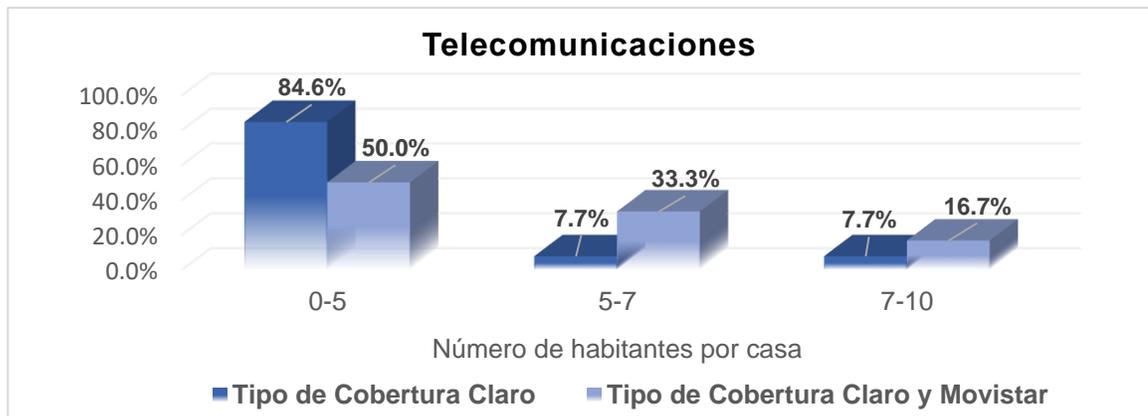


dentro de sus propiedades para después ser quemadas a cielo abierto.

Fuente: Propia obtenida de datos de encuesta realizada en sitio

La gráfica plantea la distancia aproximada de focos de contaminación y la fuente hídrica en la cual los hogares se abastecen, de manera directa repercute la calidad de la fuente, la mayor parte de los pobladores están cumpliendo con los parámetros de contaminación con 40%, la cual los residuos alcanzan con un 40% por cada casa.

Gráfica 8. Telecomunicaciones en la comunidad



Fuente: Propia

Según la tabla están comprendida por las coberturas telefónicas Claro y Movistar, el cual se muestran por porcentajes por el número de habitantes en cada hogar, arrojando los siguientes resultados. Con un 84.6% de la población donde habitan entre 0 – 5% utilizan telefonía Claro, con un 50.0% de los pobladores que habitan en casa hacen uso de las coberturas Claro y movistar.

5.2 Población

Según el estudio socioeconómico realizada en campo, se encontró lo siguiente:

Habitantes: 104

Nº de Viviendas: 24

Índice Habitacional: 4.33 hab/viv

El resultado del índice habitacional resulta de dividir la cantidad de el número de habitantes entre el número de viviendas.

5.3 Estudio de población y consumo

Tasa de crecimiento

$rg = 3.09\%$

Porcentaje obtenido de la ficha municipal perteneciente al municipio de Acoyapa.

5.3.1 Proyección de Población

$$Pf = P_0(1 + r)^n$$

$$P_{(2018)} = 104 \text{ habitantes}$$

$$Pf = 104(1 + 0.0309)^{20}$$

$$Pf_{(2037)} = 191 \text{ habitantes}$$

La población de 191 habitantes es proyectada a 20 años lo cual aumenta el número de habitantes en la comunidad con la que diseñó el sistema de abastecimiento.

5.3.2 Dotaciones

Consumo doméstico: 60lt / hab / d

Consumo público: 7%

Dotación: 64.2 lt/hab/d

La dotación es la cantidad de agua por cada habitante diario para satisfacer las condiciones inmediatas y futuras en la población proyectada.

5.3.3 Variaciones de consumo

Consumo Promedio Diario (CPD)

$$CPD = \frac{Pf * dotación}{86400}$$

$$CPD = \frac{191hab * \frac{64.2lt}{hab} / dia}{86400}$$

$$CPD = 0.1419Lps$$

El consumo promedio diario calculado corresponde al consumo 191 personas en un día con una dotación considerando factores de demanda en la comunidad.

5.3.4 Pérdidas en el sistema

$$hf = 20\%CPD$$

$$hf = 0.2 * 0.1419$$

$$hf = 0.028 Lps$$

Del consume promedio diario se considera un 20% en perdidas del sistema de consumo.

5.3.5 Consumo Promedio Diario Total (CPDT)

$$CPDT = CPD + hf$$

$$CPDT = 0.1419 + 0.02838$$

$$CPDT = 0.170 Lps$$

El caudal CPDT incluye las pérdidas en el sistema al consumo promedio diario.

5.3.6 Consumo de máximo día

$$CMD = K * CPDT$$

$$CMD = 1.5 * 0.17028$$

$$CMD = 0.255 \text{ Lps}$$

Los consumos a lo largo del día no son iguales, hay un consumo de máximo en el día.

5.3.7 Consumo de máxima hora

$$CMH = 2.5 * CPDT$$

$$CMH = 2.5 * 0.170258$$

$$CMH = 0.425 \text{ Lps}$$

Tabla 10. Consumos durante el periodo de diseño del proyecto

Proyección de Caudales en periodos de Diseño							
Año	Población	Dotación (Lt/hab/d)	Consumo Promedio Diario (Lps)	Pérdidas del Sistema (Lps)	CPDT (Lps)	Consumo de Máximo Día (Lps)	Consumo de Máxima Hora (Lps)
2018	104	64.20	0.077	0.015	0.092	0.139	0.23
2019	111	64.20	0.082	0.016	0.098	0.147	0.246
2020	114	64.20	0.084	0.016	0.101	0.152	0.25
2021	117	64.20	0.087	0.017	0.104	0.157	0.261
2022	121	64.20	0.090	0.018	0.108	0.162	0.269
2023	125	64.20	0.092	0.018	0.111	0.167	0.278
2024	129	64.20	0.095	0.019	0.114	0.172	0.286
2025	133	64.20	0.098	0.019	0.118	0.177	0.295
2026	137	64.20	0.101	0.020	0.122	0.182	0.304
2027	141	64.20	0.104	0.020	0.125	0.188	0.314
2028	145	64.20	0.108	0.021	0.129	0.194	0.324
2029	150	64.20	0.111	0.022	0.133	0.20	0.334
2030	154	64.20	0.114	0.022	0.137	0.206	0.344
2031	159	64.20	0.118	0.023	0.142	0.213	0.35
2032	164	64.20	0.122	0.024	0.146	0.219	0.36
2033	169	64.20	0.125	0.025	0.15	0.226	0.377
2034	174	64.20	0.129	0.025	0.155	0.233	0.388
2035	180	64.20	0.133	0.026	0.16	0.24	0.40
2036	185	64.20	0.137	0.027	0.165	0.248	0.413
2037	191	64.20	0.142	0.028	0.17	0.255	0.426

Fuente Propia

La derivación de las variaciones de consumo se encuentra a partir del gasto promedio diario, estos definen los diseños de los elementos del sistema de agua potable, además de conocer el comportamiento de los consumos a lo largo de la vida útil del proyecto así se muestran los resultados de los caudales proyectados por año. Con el fin de tener un programa para realizar monitoreos en la planta durante la vida útil y la población al año correspondiente.

5.4 Tuberías y válvulas en succión y descarga de bombas

5.4.1 Diámetro de Succión

Según las normas establecen en no usar diámetros comerciales al inmediato superior. Al diámetro de descarga de la bomba. El diámetro de succión es igual o mayor que el diámetro de la tubería de impulsión. La cota de la Válvula de Pie es de 99.31 msnm

5.4.2 Longitud de succión

LS (Longitud de Succión) = L. de Tubería de Succión + L. equiv. por accesorio +
Diferencia de nivel entre Valv de pie y NTB

LS (Longitud de Succión) = 50.00 + 14.00 + 0.2 + 2.59 = 66.79 m

La distancia de esta tubería es la que se prolonga hacia el lago con el fin de llegar un nivel mas bajo y alejado del equipo de bombeo. Normalmente se considera una extensión por estaciones foráneas del lago y este tiende a alejarse de la costa.

Pérdidas por Succión

$$H_f = 10.67 \left(\frac{Q}{C} \right)^{1.85} \left(\frac{L}{D^{4.87}} \right)$$

Sustituyendo

$$H_f = 10.67 \left(\frac{0.340876}{150} \right)^{1.85} \left(\frac{66.79}{0.051^{4.87}} \right)$$

$$H_f = 0.06 \text{ m}$$

Tabla 11. Pérdidas en la Línea de Succión

Perdida en la Succión	
D	0.051 m
Q	0.340876
L	66.79m
C	150
<i>Pérdida por Válvula de compuerta</i>	<i>0.4 m</i>
<i>Perdida por Válvula de Pie</i>	<i>14.00 m</i>
Hf por Succión	0.060 m

Fuente: Propia

Velocidad

Aplicando la ley de continuidad en tubería de descargas

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

$$V = \frac{4(0.000340876 \frac{m^3}{s})}{\pi(0.028 m)^2}$$

$$V = 0.55 m/seg$$

La velocidad está dentro los parámetros de la norma, por tal razón se tomará la mínima establecida por Normas del INAA para Diseño de Sistemas de Abastecimientos de Agua Potable en Zona Rural, 2015.

5.4.3 Cálculo hidráulico de la estación de bombeo

$He = H$ de rebose del Tanq. + H de aspiración sobre eje de aspiración o succión

$$He = 114.0 m - 99.31 m$$

$$He = 14.69 m$$

$$CTD = Hf \text{ locales en tubería de succión} + Hf \text{ en tubería de descarga} \\ + H \text{ estática}$$

$$CTD = 0.06 \text{ m} + 0.1302 \text{ m} + 14.69 \text{ m}$$

$$CTD = 14.883 \text{ m}$$

5.4.4 Potencia de la Bomba

$$Pb = \frac{\rho * Q * CTD}{76 \eta} * 1.15$$

$$Pb = \frac{(1000) * \left(\frac{0.3409 \text{ lps}}{1000}\right) * 14.883}{76 * \frac{40\%}{100}} * 1.15$$

$$Pb = 0.15 \text{ HP}$$

Comercialmente se instalará una bomba comercial de 2 HP. Seleccionando un equipo de bombeo para las siguientes características de operación:

Q 60 Lpmin

CTD 32.5 m.c.a

En anexo 9 y 10 de este documento se muestran las características del motor y las curvas características de la bomba, tomadas del catálogo de bombas de BARNES

H máx. 32

Q máx. 95

Potencia 2.0 Hp

Voltaje 110/220 V

NEMA 56J

5.4.5 Cavitación

Carga Neta Positiva (CNPS)

$$CNPS = ha + He + P. \text{ de Vapor} + Hf \text{ en succion}$$

Donde

Ha = Presión barométrica o atmosférica, valores especificados en tabla 4. Dato que debe encontrarse por interpolación, ya que varía conforme la altura del nivel del mar.

Donde:

$$H_a = 10.207 \text{ m. c. a}$$

Ya que según la Interpolación

H sobre niv	P atmosf
0	10.33
102.1	x
1000	9.13

Donde "x" será igual a la incógnita a la respuesta según la altura sobre el nivel del mar, dando lugar a una p atmosférica de 10.207 m. c. a

Pv = Presión Vapor de agua (Valores estipulados en la Tabla 5. Presión de Vapor de Agua). Cuyo valor se tomará a una temperatura de 27°C PV = 0.36 m

He = Carga estática de succión (correspondiente a la diferencia de cota de la válvula de pie y la cota de bomba)

$$H_e = 102.10 \text{ m} - 99.11 = 2.79 \text{ m}$$

$$H_{f \text{ en succión}} = 0.06 \text{ m}$$

Sustituyendo en la ecuación

$$CNPS = 10.207 \text{ m} - (2.79 \text{ m} + 0.36 \text{ m} + 0.06 \text{ m})$$

$$CNPS = 6.994 \text{ m}$$

5.4.6 Golpe de Ariete

$$\Delta H = Va/g$$

Donde

V = Velocidad de agua de la descarga 0.1682 m/seg

g = Aceleración de Gravedad (9.81 m/seg)

a = Velocidad de onda (m/seg)

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K(D/E)}}$$

k = Módulo de Elasticidad de 18 (Parámetros reflejados en la tabla N° 7. Módulos de Elasticidad del Agua en materiales de tubería).

D = 0.051 m

E = Espesor mínimo de pared del tubo con SDR 26 (0.073 pulg = 0.001854 m)

Según el Anexo 8. Especificaciones para tuberías ASTM D – 2241.

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 18 * (0.051/0.001854)}}$$

$$a = 425.436$$

Sustituyendo

$$\Delta H = \frac{\left(0.5959 \frac{\text{m}}{\text{seg}}\right) * (425.436)}{9.81 \frac{\text{m}}{\text{seg}}}$$

$$\Delta H = 7.294$$

5.4.7 Presión de trabajo

$$P : CTD + \Delta H$$

Donde

P: Es la presión de trabajo

CTD: Carga Total Dinámica

ΔH : Presión de ariete

$$P = 14.883 \text{ m} + 7.294 \text{ m}$$

$$P = 22.177 \text{ m}$$

Considerando que la presión de servicio que ofrece la tubería de PVC cédula SDR– 26 es de 112 m.c.a., la que hace factible esta denominación de tubería en la línea de conducción y resistir la presión de trabajo.

5.4.8 Diámetro económico de tubería de descarga

Datos

Peso específico del Agua (ρ) = 1000 kg/m³

Eficiencia de la Bomba (η) = 40%

Tiempo de Bombeo = 12

Potencia de Bomba = 2 HP

Carga Total Dinámica = 12.195m

Costo kW/h = C\$ 3.942

i Tasa de actualización anual = 0.15

n = 20 años

Tabla 12. Cálculo de diámetro de descarga

Cálculo de Diámetro de Descarga en Línea de Conducción		
	Ecuación	Diámetro (Pulg)
Fórmula de Bresse	$D = 1.3 \left(\frac{tb}{24} \right)^{1/3} \cdot Q^{1/2}$	0.750
	$\phi = 1 \cdot 5 Q^{0.5}$	1.090
	$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}}$	0.6697

Fuente: Propia

Tabla 13. Evaluación de diámetro económico

Evaluación en selección del diámetro más económico					
Evaluar diámetro comercial (Pulg)	Longitud de Descarga (m)	Pérdidas Hf (m)	CTD (M)	Potencia	Costo del Tubo
1	22.00	0.7085 m	15.461 m	0.1541	C\$180.89
1 1/2	22.00	0.1154 m	14.868 m	0.1482	C\$419.45
2	22.00	0.1302 m	14.883 m	0.1483	C\$332.90

Fuente: Propia

Evaluar diámetro comercia (Pulg)	Potencia Eléctrica (Hp)	Costo Anual de la Energía	Valor Presente $Val. Present = \frac{valor}{(1+r)^n}$	Costo Anual de tubería $\frac{Vp * i}{(1+i)^n - 1}$	Costo Anual
1	2	C\$15,539.36	C\$949.46	C\$9.27	C\$15,548.63
1 1/2	1.5	C\$11,654.52	C\$712.09	C\$6.95	C\$11,661.47
2	1	C\$7,769.68	C\$474.73	C\$4.63	C\$7,774.32

Fuente: Propia

Las tablas que se muestran anteriormente, reflejan el análisis económico de la tubería de conducción, en base al cálculo de los componentes tales como diámetros de succión e impulsión, potencia de bomba capaz de vencer las cargas, etc. Con el fin de demostrar que con la selección el diámetro de la línea de conducción y variando la potencia se puede trabajar con una de menor fuerza con un menor diámetro.

5.5 Tanque de Almacenamiento

Con el fin de garantizar las presiones dinámicas en la red de distribución se planteó lo siguiente: Que la estructura de almacenamiento se instale sobre una torre de 5 H una altura máxima de 3m, con un borde de 0.5m.

CPD: 0.1419 Lps Consumo Promedio Diario.

Vol. de compensación : 15% CPD

Vol. de Reserva : 20% CPD

Vol. Total del tanque : 35% CPD

Vol. Total: 35% * 0.1419 Lps (1 m³ /1000Lts) *86400 seg

Vol. total: 4.291056 m³

5.5.1 Dimensionamiento del Tanque

Por razones económicas y estéticas la estructura tiene una ventaja en sus paredes ya que están sometidas a esfuerzos de tensión simple, en otras palabras, requiere de espesores mínimos, debido todo lo anterior a la forma cilíndrica del tanque. En su dimensionamiento se toma en cuenta la forma geométrica del reservorio, por lo que tendrá utilizarse la formula de un cilindro, lo que se logrará la dimensión.

$$V : \frac{\pi}{4} D^2 H$$

Donde: D=H

V: Volumen del tanque

D: Diámetro

H: Altura

$$D: \sqrt[3]{\frac{4v}{\pi}}$$
$$D: \sqrt[3]{\frac{4(4.291056m^3)}{\pi}}$$

$$D = 1.7612 \text{ m} \approx 1.8 \text{ m}$$

$$\text{Como } D = H = 2 \text{ m}$$

5.6 Red de Distribución

Tabla 14. Gastos unitarios en nodos

Tabla de Distribución de Caudales

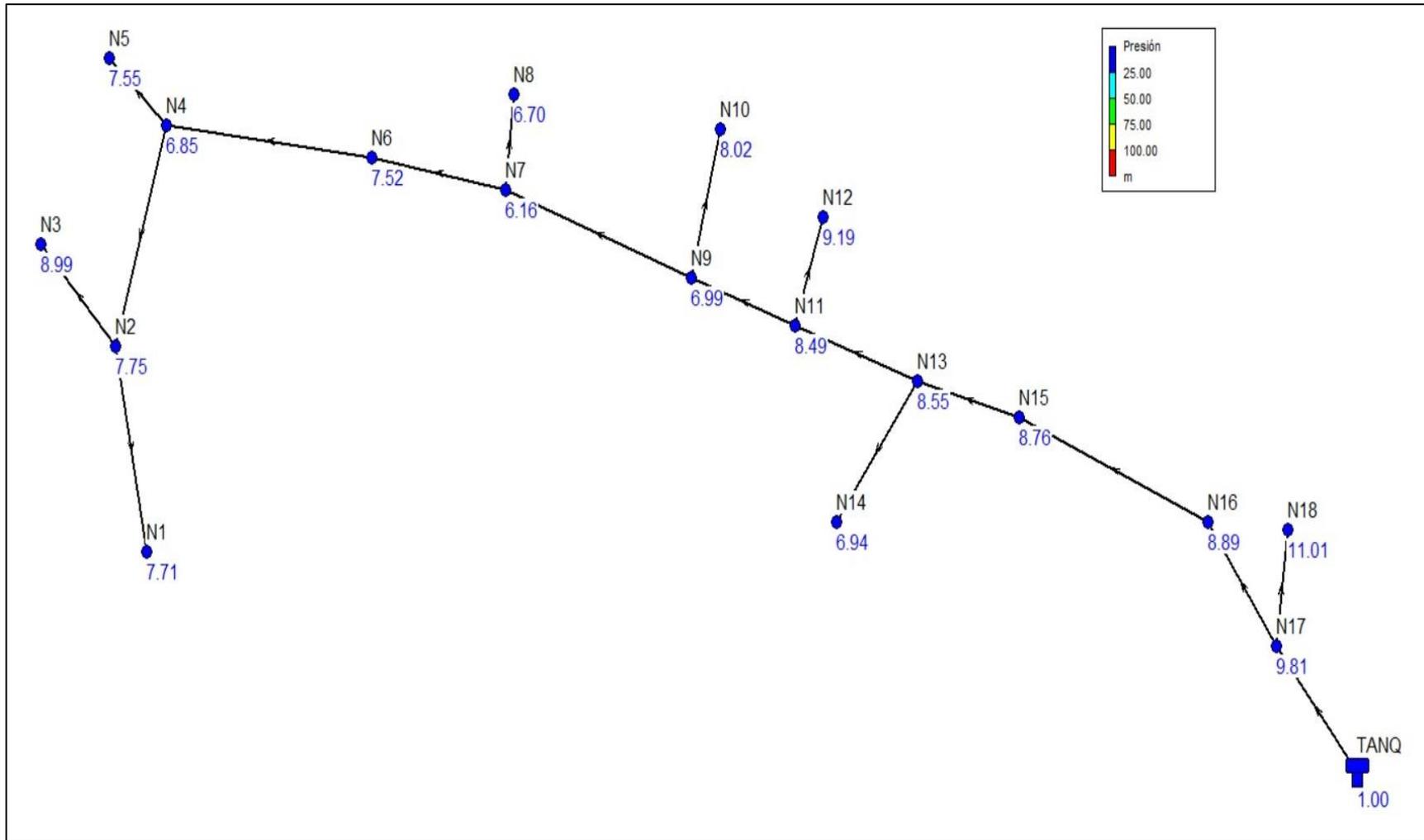
Nº	Nº de Nodo	Longitud entre Nodos (m)	q. unit en nodo
19	Tanque		0
18	N17 - N18	19.5795	0.0128
17	Tanque - N17	20.5136	0.0134
16	N17 - N16	28.8542	0.0188
15	N16 - N15	74.0775	0.0483
14	N13 - N14	32.4668	0.0212
13	N15 - N13	29.143	0
12	N11 - N12	24.7309	0.0161
11	N13 - N11	30.5686	0.039
10	N9 - N10	27.0319	0.0176
9	N11 - N9	26.1932	0.0171
8	N7 - N8	15.5805	0.0102
7	N9 - N7	65.2371	0.0426
6	N7-N6	33.3777	0
5	N4 - N5	19.4104	0.0127
4	N6 - N4	79.6635	0.0737
3	N2 - N3	24.4736	0.016
2	N4 - N2	38.0008	0.0248
1	N2 - N1	64.2128	0.0419
	Total	653.1156	0.4261

Fuente: Propia

En la tabla anterior aparece en la columna cuatro los caudales unitarios calculados para cada nodo en la red de distribución. Basado en la metodología proporcionada por las normas INAA, a partir del caudal de máxima hora entre la distancia correspondiente al nodo. Adquiriendo así los consumos concentrados en base al consumo por unidad de longitud de las tuberías. Los valores obtenidos de “qunit” se digitan en el plano de EPANET, en los nodos de la tubería de red de distribución, y así obtener presiones en las uniones de las tuberías. En la columna 3 se muestra las distancias existentes entre cada nodo. Las sumas de las distancias tienen que ser igual a la cantidad de tubería en la red.

5.6.1 Análisis de Presiones

Figura 6. Presiones en Nodos

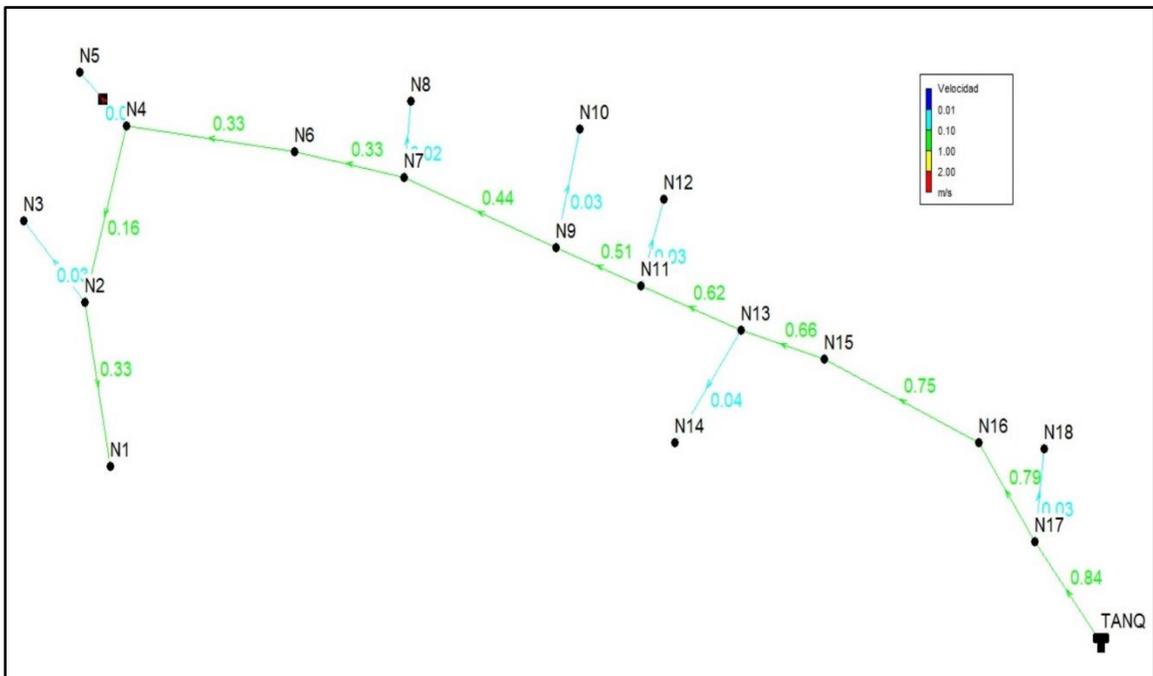


Fuente: EPANET 2.0

El esquema de la simulación digital para sistemas de abastecimientos, expresa los valores de presión en cada nodo, los cuales resultan adecuados ya que estos cumplen las condiciones de 50 m a 5 m de presión empleadas por normas técnicas del INAA - Instituto Nicaraguense de Acueductos y Alcantarillados, específicamente para zonas rurales.

5.6.2 Análisis de Velocidades en Red de Distribución

Figura 7. Velocidades en tramos de tuberías



Fuente: EPANET 2.0

El esquema probado en el software EPANET detalla las velocidades en los tramos de tuberías, los tramos de tuberías que están divididas entre los nodos. Los resultados de la simulación se encuentran dentro los parámetros de las velocidades mínimas y máximas. El cuadro de leyenda muestra los tramos de color turquesa son las velocidades más bajas, no así los tramos de color verde. En los tramos donde las velocidades son menores, se implementa el

establecimiento de válvulas de limpiezas ya que es donde la rapidez del fluido es menor en la red de distribución y tiende a acumularse sedimentos.

Figura 8. Resultados de las Presiones

ID Nudo	Demanda LPS	Presión m
Conexión N1	0.04	7.71
Conexión N2	0.02	7.75
Conexión N3	0.02	8.99
Conexión N4	0.07	6.85
Conexión N5	0.01	7.55
Conexión N6	0.00	7.52
Conexión N7	0.04	6.16
Conexión N8	0.01	6.70
Conexión N9	0.02	6.99
Conexión N10	0.02	8.02
Conexión N11	0.04	8.49
Conexión N12	0.02	9.19
Conexión N13	0.00	8.55
Conexión N14	0.02	6.94
Conexión N15	0.05	8.76
Conexión N16	0.02	8.89
Conexión N17	0.01	9.81
Conexión N18	0.01	11.01
Depósito TANQ	-0.43	1.00

Fuente: EPANET 2.0

Esta herramienta de diseño de ductos para el abastecimiento de agua simula de igual forma los caudales unitarios y su respectiva altura en las uniones de las tuberías. El programa encuentra la presión ejercida en cada nodo de acuerdo a

los datos anteriores, cuyos gastos unitarios son previamente calculados y digitados a continuación. El programa simula las presiones con los caudales unitarios en los nodos, con el uso de la ecuación de Hazen William, los resultados se encuentran en la tabla N° 15.

Figura 9. Diámetros y velocidades

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Velocidad m/s
Tubería 1	64.2128	12.7	0.33
Tubería 3	24.4736	25.4	0.03
Tubería 4	38.0008	25.4	0.16
Tubería 5	19.4104	25.4	0.03
Tubería 6	79.6635	25.4	0.33
Tubería 7	33.3777	25.4	0.33
Tubería 9	65.2371	25.4	0.44
Tubería 10	27.0319	25.4	0.03
Tubería 11	26.1932	25.4	0.51
Tubería 12	24.7309	25.4	0.03
Tubería 13	30.5686	25.4	0.62
Tubería 14	32.4668	25.4	0.04
Tubería 15	29.143	25.4	0.66
Tubería 16	74.0775	25.4	0.75
Tubería 18	28.8542	25.4	0.79
Tubería 19	20.5136	25.4	0.84
Tubería 20	15.5805	25.4	0.02
Tubería 21	19.5795	25.4	0.03

Fuente: Obtenida de los resultados simulados en EPANET 2.0

En la tabla anterior se muestran los diámetros apropiados que satisfacen las velocidades y las presiones que establecen las normas del INAA para el diseño de redes de distribución de agua potable de acuerdo al caudal de consumo de

máximo hora (CMH) distribuido en unidades de las longitudes tributarias entre nodos, siendo caudales unitarios en los nódulos. Estos resultados fueron ya verificados en el software para la selección de los mismos.

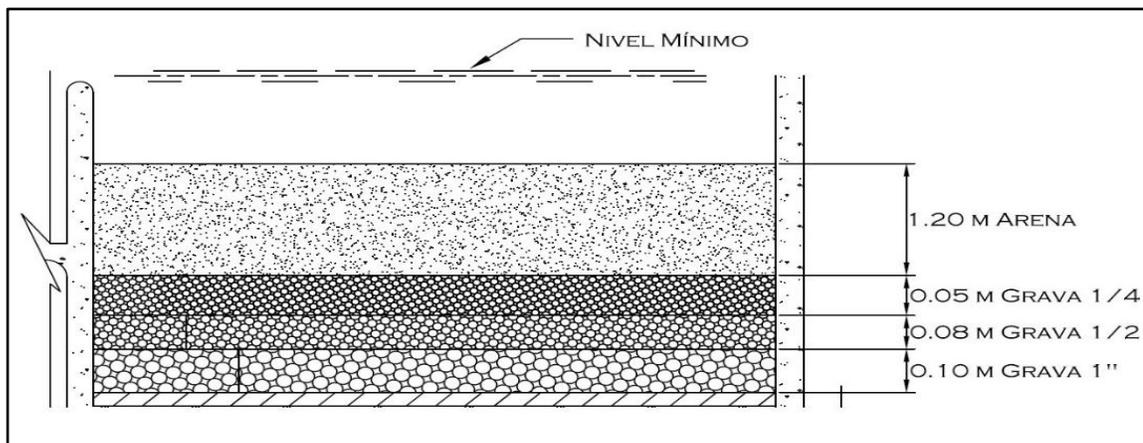
5.7 Tratamiento y desinfección

El tratamiento del agua para el consumo, primeramente, se efectuó el estudio de calidad de agua bajo la los criterios de calidad CAPRE y sometidos a criterios establecidos por INAA para el dimensionamiento de los filtros. Los primeros parámetros valorados son el color y turbiedad, los cuales ambos resultados son menores a los establecidos, es decir; Color verdadero $2 < 15$ y Turbiedad $4.70 < 5$ unidades

Tasa de filtración se consideró el valor mínimo de $7 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ día}$, ya que la turbiedad dado a los cambios climáticos afecta la nebulosidad del agua y se parte a dimensionar con tal parámetro.

El medio filtrante tendrá una capa de arena de 1.20 m con un tamaño efectivo de 0.15 mm y un $\text{CU} = 2.00$

Ilustración: Esquema de medio filtrante en filtro.



Fuente: Propia

El esquema anterior muestra los espesores de las capas de los filtros, considerando los parámetros de los gruesos los mantos. Los diámetros de las gravas disminuyen de acuerdo a la dirección del flujo. La última capa y la más

gruesa será de arena. El sistema de drenaje estará comprendido por tuberías con orificios laterales de ¼ pulgadas, con 6 orificio en el lateral de la tubería.

Caudal de diseño (Qd): Se expresa en (m³/h) = 0.9204 m³/h (0.2556 Lps)

Número de unidades (N): Mínimo de dos unidades de filtración.

Área superficial (As): m²

$$\text{Área superficial (As)} = \frac{Qd}{N * Vf}$$

Donde: Vf = velocidad de filtración (m/h)

Qd = caudal de diseño (m³/h)

N = número de unidades

$$\text{Área superficial (As)} = \frac{0.9204\text{m}^3/\text{h}}{2 * 0.15}$$

$$\text{Área superficial (As)} = 3.068 \text{ m}^2$$

Coefficiente de mínimo costo (K):

$$K = (2 * N)/(N + 1)$$

$$K = (2 * 2)/(2 + 1)$$

$$K = 1.33$$

Longitud de unidad:

$$L = (As * K)^{1/2}$$

$$L = (As * 1.33)^{1/2}$$

$$L = 2 \text{ m}$$

Ancho de unidad:

$$b = (As/1.33)^{1/2}$$

$$b = 1.5 \text{ m}$$

Velocidad de filtración real (VR):

$$VR = Qd / (2 * A * B)$$
$$VR = 0.9204 \text{ m}^3/\text{h} / (2 * 2 * 1.5)$$
$$VR = 5.52 \text{ m/h}$$

Sistema de drenaje:

Los drenes se diseñarán con el criterio de que la velocidad límite en cualquier punto de estos no sobrepase de 0.30m/s. La relación de velocidades entre el dren principal (V_p) y los drenes secundarios (V_s) debe ser de: $V_p/V_s \leq 0.15$, para obtener una colección uniforme del agua filtrada.

Pérdidas de carga:

Son producidas en las tuberías, en válvulas, lecho filtrante, drenes y vertederos.

- Lecho Filtrante: Es proporcional a la granulometría del material y la velocidad de filtración.
- Drenes: (menor a 10%)

$$hd = 0.331 \frac{1}{dh} * V^2 / 2g$$

Donde: dh: diámetro hidráulico

V: velocidad del dren, ($dh = 4Ad/P$)

Ad: área del dren = 5.1 mm

P: perímetro del dren = 8.0 mm

$$dh = 0.000254 \text{ mm}$$

$$hd = 0.331 \frac{1}{0.1632} * \frac{0.15^2}{2} * 9.81$$
$$hd = 0.00232 \text{ m}$$

Desinfección

La selección del tipo de cloro a utilizar debe hacerse tomando en cuenta los siguientes aspectos:

$$Ca = (Q * C)/1000$$

Donde:

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

Q = Caudal de agua, máximo horario m³/día

C = Dosis de cloro a aplicar mg/L (0.20 mg/Lt)

Sustituyendo

$$Ca = \frac{36.815 \frac{m^3}{día} * 0.0000020 \frac{kg}{Lt}}{1000}$$

$$Ca = 0.00000074 \text{ kg/día}$$

El sistema de cloración por inyección con Hipoclorito de Sodio en el año 10 de vida útil del proyecto de planta de tratamiento, recomiendo que se haga una inspección al equipo de cloración para descartar su reemplazo.

5.8 Costo y Presupuesto

En la elaboración del siguiente presupuesto, se consideró una guía de maestro de costo primarios (2012), elaborado por la División de Desarrollo institucional. A continuación, se detalla el costo total del proyecto, considerando todas las etapas que componen este proyecto. Los precios que son estimados, correspondiente a costos de inversión presentándose de la siguiente manera.

Tabla 15. Costo y Presupuesto

COSTO Y PRESUPUESTO						
ETAPA	ACTIV	DESCRIPCIÓN	UNID	CANT.	COST. UNIT.	TOTAL
310	00	Preliminares	M2	14,000.00	C\$50.00	C\$700,000.00
	02	Trazo y nivelación	M	653.12	C\$30.00	C\$19,593.47

	07	Otros trabajos preliminares	GLB	156.00	C\$123.00	C\$19,188.00
315						
	04	Acarreo de materiales	M3	19.80	C\$770.00	C\$15,246.00
	05	Relleno y compactación	M3	748.57	C\$88.40	C\$66,173.85
316						
	01	Sobre-excavaciones	M3	367.00	C\$76.50	C\$28,075.50
	02	Relleno y compactación de material de excavación	M3	293.60	C\$84.76	C\$24,885.54
320	00	Línea de conducción	M	86.66	C\$230.00	C\$19,931.19
	01	Excavación para tubería	M3	11.00	C\$1,200.00	C\$13,200.00
	03	Instalación de tubería	M	22.00	C\$746.90	C\$16,431.80
	04	Relleno y compactación	M3	8.80	C\$750.00	C\$6,600.00
	06	Prueba hidrostática	M	22.00	C\$735.00	C\$16,170.00
	07	Tubería de 1 1/2" de diámetro	M	86.66	C\$179.00	C\$15,512.14
	08	Tubería de 2" de diámetro	M	64.66	C\$110.00	C\$7,112.31
	24	Válvulas y accesorios	C/U	7.00	C\$580.00	C\$4,060.00
330	00	Línea de distribución	M	653.12	C\$367.00	C\$239,693.43
	01	Excavación para tubería	M3	326.56	C\$510.00	C\$166,544.48
	02	Excavación especial para tubería	M3	261.25	C\$510.00	C\$133,235.58
	03	Instalación de tubería	M	804.43	C\$746.00	C\$600,104.99
	04	Relleno y compactación	M3	739.77	C\$750.00	C\$554,829.70
	08	Tubería de 1" de diámetro	M	265.49	C\$250.00	C\$66,371.80
	09	Tubería de 1 1/2" de diámetro	M	387.63	C\$335.00	C\$129,855.51
	19	Acoples	C/U	110.00	C\$124.00	C\$13,640.00
	23	Excavación en piedra cantera	M3	653.12	C\$250.00	C\$163,278.90

	25	Válvulas y accesorios	C/U	15.00	C\$475.00	C\$7,125.00
	27	Tubería de 2" de diámetro	M	64.66	C\$415.00	C\$26,832.80
335	00	Tanque de almacenamiento	M3	4.30	C\$9,500.00	C\$40,850.00
	01	Movimiento de tierra para tanque de almacenamiento	M3	160.00	C\$110.00	C\$17,600.00
	06	Caseta de vigilancia	M2	7.68	C\$754.00	C\$5,790.72
	08	Cercas perimetrales y portones	M2	35.00	C\$467.00	C\$16,345.00
350	00	Conexiones	C/U	21.00	C\$627.00	C\$13,167.00
	01	Conexiones intradomiciliarias	C/U	21.00	C\$750.00	C\$15,750.00
	03	Instalación de válvulas	C/U	8.00	C\$1,050.00	C\$8,400.00
	04	Tubería de 1" de diámetro	M	265.49	C\$250.00	C\$66,371.80
	06	Tubería de 1/2" de diámetro	M	110.00	C\$135.00	C\$14,850.00
	09	Medidores de agua potable	C/U	21.00	C\$1,895.00	C\$39,795.00
360	00	Planta de purificación	M3	73.00	C\$15,500.00	C\$1,131,500.00
	01	Filtros	C/U	2.00	C\$15,700.00	C\$31,400.00
	02	Obras para control de purificación	M2	4.50	C\$1,500.00	C\$6,750.00
	04	Estación de bombeo	GLB	2.00	C\$2,500.00	C\$5,000.00
	06	Cercas perimetrales	M2	15.00	C\$143.00	C\$2,145.00
370	00	Limpieza y entrega	GLB	6.00	C\$480.00	C\$2,880.00
	01	Limpieza final	GLB	6.00	C\$450.00	C\$2,700.00
	02	Entrega y detalles	DIA	1.00	C\$3,000.00	C\$3,000.00
Total, en Córdobas						C\$4,497,986.50
Total, en Dólares						\$144,583.30

Fuente: Propia

La tabla anterior expresa la cantidad total de los costos directos calculados en las etapas correspondientes, donde el valor estima los costos de materiales, transporte y mano de obra. Los precios unitarios incluyen mano de obra. Cabe mencionar que no se incluye equipos y transporte.

5.8.1 Costos Directos

Son los que representan distintos rubros o actividades que influyen en la ejecución del proyecto, estos componentes son:

1. Materiales
2. Mano de obra
3. Transporte
4. Equipos / subcontratos

En estos costos en particular se encuentra de manera inmersa en cada actividad reflejada en el presupuesto. Es decir que los precios de las cantidades, transporte y equipos, van inmerso en el costo por unidad de medida.

5.8.2 Costos Indirectos

Son los costos que representan los conceptos administrativos e impuestos que se le aplican al Costo directo del proyecto de manera porcentual, son componentes son:

Administración es el 10% de costo directo. En las Utilidades se aplica un 8 % de costo directo) propuesta de diseño hidráulico a nivel de prefactibilidad del sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad Santa Marta, comunidad El Terrón. Y en supervisión se establece un 8% del costo directo.

Luego se suman el total de costo Directo y el total de costo indirecto y se le aplica el 1% de impuesto municipal y obtenemos el costo Total Previsto

Tabla 16. Costos directos e indirectos

Costos Directos e Indirectos	
Sub total Costo Directo	\$144,583.30
Costos Indirectos	
<i>Administración 10% de costo Directo.</i>	\$14,458.33
<i>Utilidades 8% de costos directo</i>	\$11,566.66
<i>Supervisión de 8% del costo directo</i>	\$11,566.66
Sub total Costo Indirecto	\$37,591.66
<i>Sub total Costo Directo + Costo Indirecto</i>	\$182,174.96
<i>Impuestos Municipal 1% de Costo Directo+ Costo Indirecto</i>	\$1,821.75
Costo del Total Previsto	\$183,996.71

Fuente: Propia

La tabla mostrada anteriormente, refleja los totales del costo del proyecto, incluyendo los recursos materiales, mano de obra, equipos y los costos administrativos que son los indirectos.

6. CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

Ultimando la proyección actual de la comunidad de la isla El Terrón, según el método geométrico utilizado en la metodología de la proyección de población para la vida útil del proyecto, un estimado de 20 años según la norma INAA. Basados en el estudio socioeconómicos la población futura es de novecientos noventa y un habitantes, y un índice habitacional de 4.33 habitantes por viviendas, una dotación por habitante por día de 64.2 litros. Cabe destacar que el cálculo de proyección está regido a la cantidad de personas existentes, claro está que la cantidad de habitantes aumenten y sobre pasen la línea de proyección la vida útil del proyecto será menor que la propuesta. Por tal razón se debe realizar estudios de población anuales para comparar con los resultados expuestos.

El levantamiento topográfico de la isla fue de gran relevancia para el proyecto como tal, ya que en la alcaldía municipal de Acoyapa no hay registros de levantamientos formales, más que el que se realizó para la elaboración de este trabajo monográfico. Logrando la importación de los puntos de las coordenadas del sitio y extrayendo curvas de nivel, la ubicación de las colindancias de los hogares y sitios públicos, las cuales se utilizan para mostrar las diferencias de niveles en la isla y finalmente proceder a la distribución de tramos de tuberías para realizar simulaciones y definir el diseño de las mismas

La línea de conducción y la red de distribución se especifica en el capítulo VII. Los planos se encuentran en anexos consecutivamente, trazado de línea de conducción, ubicación de tanque de almacenamiento y red de distribución. El diseño hidráulico de la línea de conducción está basado en los parámetros reflejados en la norma del INAA (Instituto Nicaraguense de Acueductos y Alcantarillaod) para Diseño de Sistemas de Abastecimientos de Agua Potable en Zona Rural, en el caso de la selección sección más económico, demostrado en el capítulo de análisis y presentación de resultados en el acápite 3.20, se concluye que la elección económica del diámetro de la tubería y la potencia de la bomba es suficiente dependiendo que prevean las pérdidas, en este documento se muestran los valores que se consideraran a lo largo de las tuberías.

La ubicación del tanque de almacenamiento en la zona de estudio se prevé, accesibilidad con la línea de conducción, principalmente con el nivel de terreno siendo capaz de ganar altura para garantizar presión en el fluido y ser capaz de suministrar el agua a través de la gravedad. Su dimensionamiento se obtuvo de acuerdo a la dotación del consumo promedio, resultando 4.29 m^3 de capacidad, un diámetro de 1.8 metros con una altura de 2 metros. equivalente a un tanque de 4500 litros ó 5000 litros, correspondientes a capacidades comerciales de tanques Rotoplas, los cuales son fabricados con un material que no requiere un mantenimiento y si tiene larga duración. Cabe señalar que el depósito de agua potable estará sobre una torre metálica de 5 metros de altura sobre el nivel de

terreno, este criterio se consideró para aumentar las presiones en los nodos de los ramales en la red de distribución.

El diseño de la Red de Distribución basados en parámetros de las normas INAA (Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados), garantizando la distribución del vital líquido con flujo continuo, siendo su principal entrada de suministro el tanque de almacenamiento, con la capacidad de dotar el consumo promedio diario y compensando el consumo de máxima hora. La longitud total de tubería en la red es de 653.11 metros. Los diámetros de las tuberías en los diferentes tramos fueron encontrados a través de la simulación de EPANET, capaces de garantizar los caudales con las presiones y velocidades adecuados en los nodos. Cabe señalar que las presiones encontradas están dentro de los parámetros, siendo el diámetro menor de 12.7 mm y el mayor de 25.4 mm. Asimismo las velocidades se encuentran en un rango de 0.03 a 0.84, siendo estos los valores definitivos después de simulaciones que se acercaran a los rangos.

la planta de tratamiento se considerarán dos unidades previendo las actividades de reparaciones y mantenimientos. El caudal de diseño es de 0.920 m³/h (0.25 Lps), es decir que es el caudal máximo que puede trabajar la planta de tratamiento. La unidad de filtración tendrá una dimensión de 2 m de largo y 1.5 m de ancho, con un área de filtración de 3.0 m². El área del dren es de 5.1mm. Ver los planos de detalles del perfil del filtro de arena en anexos. En caso que unos de los datos puedan ser modificados o sustituidos en el campo, estos puedan sufrir cambios considerables, por lo cual recomiendo que los planos y hojas de cálculos se sometan a supervisión.

El take Off o Costo y presupuesto del proyecto tiene un valor monetario en dólares de \$144,583.30 netos, de los cuales solamente incluyen los recursos materiales, este costo implica de la misma manera las herramientas y mano de obra. encuentra desglosado por etapas, el cálculo fue realizado por actividades, recordando que los precios varían con el tiempo y deben de actualizar conforme varía el tiempo. Como última instancia se concluye y reitero que este diseño solamente es una propuesta realizada bajo fundamentos internacionales que se

deben tomar en cuenta en los diseños de acueductos. Por esta razón deberán realizar los replanteos en el sitio de estudio y obviamente proceder a actualizar el presupuesto y los precios.

Las conclusiones tomadas en este documento, fueron tomadas después de realizar los cálculos correspondientes para esta zona. No aplica el mismo estudio para esta zona rural en comparación a otra. Ya que la recolección de los datos varía según fecha de realización de levantamientos, incluso los diseños o ejecución de obras del proyecto.

6.2 RECOMENDACIONES

En primera instancia hago énfasis primordial en el *acápite 2.3.8 Tipo y uso de suelo* en la ubicación del tanque de almacenamiento, ya que en este documento solamente contempla un sondeo manual en el terreno siendo lo mas recomendable es realizar un estudio de SPT, para corroborar el estudio realizado anteriormente, encontrando el tipo de suelo, características propias de la zona, particularidades físicas y granulométricas y la capacidad portante del suelo. Exploración importante en un proyecto ya que se garantiza la seguridad del terreno ante cualquier percance natural.

Respecto a tuberías, válvulas de succión y descarga de bombas la norma (Normas del INAA para Diseño de Sistemas de Abastecimientos de Agua Potable en Zona Rural, 2015) específica que: “En el extremo de la tubería de succión se instalará una válvula de pie con coladera. En el cual el área libre de las aberturas de la coladera de 2 a 4 la sección de la tubería de succión”.

Deberán instalarse válvulas de aire y vacío y de drenaje, es muy importante recalcar la instalación de válvulas aliviadoras de presión, para la protección de las tuberías contra el golpe de ariete en la línea de conducción por bombeo. Las sargas deberán llevar según Normas del INAA para Diseño de Sistemas de Abastecimientos de Agua :

- Medidor Maestro.

- Manómetro con llave de chorro ½”.
- Derivación descarga para prueba de bombeo y limpieza de la sarta.
- Unión flexible para efecto de mantenimiento, las tuberías deben anclarse adecuadamente y determinar las fuerzas que actúa en los atraques para obtener un buen diseño.

En caso de que la población exceda a la proyectada en la comunidad, al año que caduque la población determinada al periodo de diseño del sistema, normativas del INAA, (Normas de Diseño de Sistema de Abastecimiento y Potabilización del Agua - INAA, 2015) Se considera conveniente que: “Los nuevos anillos se anexas a los ya existentes, a menos que por razones propias de la alimentación del nuevo sistema, sea preciso reforzar algunos tramos existentes con otras tuberías”.

Toda conexión domiciliar deberá estar siempre controlada por su medidor correspondiente o por un regulador de flujos. Es de mucha importancia retomar las recomendaciones basadas en las normas del INAA, que el diámetro mínimo de cada conexión será de ½ (12.5 mm) pulgada. Las tuberías PVC de cualquier material deberán alojarse en zanjas para garantizar su protección y seguridad.

Revisar los resultados de calidad realizados en la fuente de captación Lago Cocibolca, para conocer las características físico-químicas del agua a utilizar, tal como se muestran los resultados de este estudio en Anexo 7 con el fin de efectuar un excelente desempeño en la planta de tratamiento, al momento de realizar los análisis para la cloración de la misma. Tener el debido cuidado para el transporte, manipuleo del equipo requerido, disponibilidad suficiente y seguridad en cuanto al almacenamiento. El tiempo de almacenamiento para el hipoclorito de sodio no debe ser mayor de un mes y para el de calcio no mayor de tres meses.

En caso de que el proyecto demore en su ejecución, deberán revisar con exhaustivo cuidado la tabla de take Off o Costo y presupuesto, sobre todo la columna de los precios, de manera que realicen las respectivas actualizaciones de los importes. El proyecto está calculado de manera que se ejecute al destajo, pero el administrador del proyecto en sí puede tomar la decisión en ejecución, de

cuál sea más conveniente y cuando el presupuesto esté dentro del marco con el cual fue calculado.

BIBLIOGRAFÍA

Normas de Calidad del Agua para Consumo Humano CAPRE. (Septiembre de 1993). Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana. *Normas CAPRE*. San José, Costa Rica.

ABC, D. (07 de 03 de 2018). *Definición abc*. Obtenido de Definición abc: <https://www.definicionabc.com/economia/nivel-socioeconomico.php>

Biodiversidad. (Martes 03 de Abril de 2018). *Wikipedia*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Biodiversidad>

Comité Coordinador regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centroamerica, P. y. (Viernes de Agosto de 2016). Normas CAPRE. *Norma Regional de Calidad del Agua para el Consumo Humano*. Juigalpa.

CONAPAS, G. d. (Agosto 2006). *Estrategia sectorial de agua potable y saneamiento (2005-2015)*. Managua.

Diccionario Multibilingüe. (1985).

ENACAL. (2008). *Una Institución al Servicio del Pueblo*.

ENACAL. (2012). *Plan de desarrollo institucional de ENACAL 2008-2012*.

Fan del Agua. (s.f.). *Fan del Agua*. Obtenido de <http://www.fandelagua.com/fuentes-naturales-de-agua/>

Ficha Municipal de Acoyapa 2001. (2016). *Ficha Municipal de Acoyapa 2001*.

Guías para el diseño de reservorios elevados de agua potable - OPS. (2005). *Guías para el diseño de reservorios elevados de agua potable - OPS*. Lima.

INDEX. (s.f.). *Datos Tecnicos de Bombas Hidraulicas*. Valencia.

- INIDE Instituto Nacional de Información de Desarrollo. (Marzo de 2008). *Acoyapa en Cifras*. Obtenido de INIDE: www.inide.gob.ni
- López, R. A. (1999). *Elementos de diseños para acueductos y alacantarillados. Segunda edición*. Bogotá: Alfa y Omega.
- Normas de Diseño de Sistema de Abastecimiento y Potabilización del Agua - INAA. (Agosto de 2015). Normas de Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potablizacion de Agua Potable-1989. Juigalpa, Nicaragua.
- Normas del INAA para Diseño de Sistemas de Abastecimientos de Agua Potable en Zona Rural. (19 de Agosto de 2015). *Normas de Diseño para Abastecimiento de Agua en el Medio Rural y Saneamiento Básico Rural*. Juigalpa, Nicaragua.
- OMS, O. M. (2006). Guías para La Calidad del Agua Potable. *Guías para la calidad del agua potable. Vol 1 . Tercera edición*. Ginebra.
- Prensa, L. (03 de Octubre de 2002). Obtenido de msequeira@ameri-cabel.com.ni
- Terán, I. J. (s.f.). *Manual para el Diseño de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario*. Zalapa, Venezuela.
- Zhukovski, N. (06 de Abril de 2017). *Wikipedia, La enciclopedia libre*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Golpe_de_ariete

ANEXOS

Anexo 1. Encuesta realizada a los jefes de familia de las viviendas seleccionadas para el muestreo.



Encuesta

La Universidad Nacional de Ingeniería UNI región central Juigalpa en conjunto con la alcaldía de la municipalidad de Acoyapa, está coordinando una exploración en el contribuirá a la recopilación de información en la comunidad en estudio.



Objetivo La compilación de las características sociodemográficas de la comunidad, generando así cifras estadísticas que permita la realidad actual de la población de la comunidad Santa Martha, Isla El Terrón.

Instrucción

Encierre con un círculo el inciso de las respuestas que usted considere las opciones que mejor convenga.

Datos Generales

Nombre completo o número telefónico _____

Localidad _____

Sexo: a) Masculino b) Femenino

Edad: _____

Cuestionario

1. ¿Cuántas personas habitan en la casa?

a) 0 – 5 b) 5 – 7 c) 7- 10

2. ¿Cuántas personas adultas habitan en la casa?

H _____ M _____

3. ¿Cuántos niños viven en la casa?

a) 0 – 5 b) 5 – 7 c) 7- 10

4. ¿Cuenta con servicio de agua?

a) Si b) No

5. ¿Qué tipo de servicio de agua cuenta?

a) Conex. Dom b) Pozo c) Puesto Público e) Ninguno de los anteriores

d) Otro _____

6. ¿Usted considera que la comunidad necesita mejorar el sistema de agua?

a) Si b) No

7. ¿En qué recipientes almacena usted el agua?

a) Barriles b) Bidones c) Pilas d) Otros _____

8. ¿Cuántos galones de agua acarrear aproximadamente?

a) 30 b) 40 c) 50 d) Otros_____

9. ¿Cree usted que los recipientes en que se almacena el agua son seguros para la salud?

a) Si b) No

¿Por qué?_____

10. ¿Cómo considera usted la calidad del agua que consume?

a) Buena b) Regular c) Mala

11. ¿Qué condiciones tiene el agua que consumen?

a) Mal sabor b) Mal olor c) Todas las anteriores d) Ningunas de las anteriores

12. ¿Su familia estaría dispuesta a aportar mano de obra para la construcción de las obras de mejoramiento del sistema de agua potable?

a) Si b) No

13. ¿En qué área desempeña su trabajo los familiares que trabajan?

a) Ganadería b) Agricultura c) Jornalero d) Pesca e) Otro _____

14. ¿Cuál es el ingreso económico promedio mensual del hogar?

a) De 0 - 900 b) De 900-2000 c) De 2000-3000 d) Otros _____

15. ¿Qué cultivo realizan en sus propiedades?

a) Arroz b) Frijoles c) Maíz d) Caña c) Otros _____

16. ¿Quién se encarga del acarreo el agua?

a) La mujer b) El hombre c) Ambos

c) Los niños/as d) Otros _____

17. ¿A qué distancia se acarrea el agua desde la fuente hasta su casa?

a) 0 a 100 m b) 100m a 500 m c) 500m a 1 km

18. ¿Cuánto tiempo se dedican para el acarreo el agua hasta la casa?

a) Menos de 30 min b) 1 hora c) 2 horas

d) Más de 2 horas

19. ¿Cuántos viajes realizan para buscar el agua que utiliza diariamente?

a) 2 a 5 b) 5 a 10 c) 10 a 15 d) 15 a 20

20. El agua que obtienen de la fuente la usa para:

a) Beber b) Preparar alimentos c) Lavar ropa d) Higiene personal e) Limpieza personal f) Todas las anteriores

21. La proximidad de los focos de contaminación influyen en la calidad del agua en la fuente de abastecimiento ¿Dónde almacenan los desechos orgánicos?

a) Bolsas b) baldes c) fosa d) Otros _____

22. ¿Qué tan próximos de la playa se encuentra el lugar donde están los residuos orgánicos?

- a) 0 a 10m b) 10 a 15m c) 15 a 20m d) Otros _____

Anexo 2

Cuadro 2. Periodos de diseños económicos en los elementos componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable.

<i>Tipo de Componentes</i>	<i>Periodos de Diseño</i>
<i>Pozos excavados</i>	10 años
<i>Pozos perforados</i>	15 años
<i>Captaciones superficiales y manantiales</i>	20 años
<i>Desarenador</i>	20 años
<i>Filtro lento</i>	20 años
<i>Líneas de conducción</i>	15 años
<i>Tanque de almacenamiento</i>	20 años
<i>Red de Distribución</i>	15 años

Fuente: Normas de Diseño de Abastecimiento de Agua Potable INAA

Anexo 3

Cuadro 4. Parámetros biológicos y microbiológicos

Organismo	Unidad	Valor Guía	Observaciones
I. Calidad Microbiológica			
<p>A- Agua distribuida por tuberías.</p> <p>A-1 Agua sometida a tratamiento que entra en el sistema de distribución.</p> <p>Bacterias coliformes fecales. Bacterias coliformes.</p>	<p>Número/100ml</p> <p>Número/100ml</p>	<p>0</p> <p>0</p>	<p>Turbiedad UTM para desinfección con el cloro es preferible un PH igual a 8.0 con 0.2 a 0.5 mg/l de cloro residual libre después del contacto durante 30 minutos (tiempo mínimo)</p>
<p>A-2 Agua no sometida a tratamiento que entra en el sistema de distribución.</p> <p>Bacterias coliformes fecales. Bacterias coliformes</p> <p>Bacterias coliformes fecales</p>	<p>Número/100ml</p> <p>Número/100ml</p>	<p>0</p> <p>0</p>	<p>En el 98% de las muestras examinadas durante el año, cuando se trata de grandes sistemas de abastecimiento y se</p>

	Número/100ml	3	examinan suficientes muestras. Ocasionalmente
A-3 Agua en el sistema de Distribución.			
Bacterias coliformes	Número/100ml	0	En el 95% de las muestras examinadas durante el año cuando se trata de grandes sistemas de abastecimiento y se examinas suficientes muestras. Ocasionalmente en algunas muestras, pero no en muestras consecutivas.
Bacterias coliformes	Número/100ml	3	
B. Agua no distribuida por tuberías.			
Bacterias Fecales	Número/100ml	0	No debe ocurrir en forma repetida; cuando el hecho sea frecuente y no se pueda mejorar la protección sanitaria, si es posible se deberá buscar otra fuente.
Bacterias coliformes	Número/100ml	10	
C. Agua embotellada			
Bacterias coliformes	Número/100ml	0	La fuente debe estar exenta de contaminación fecal.
Bacterias coliformes	Número/100ml	0	
D. Abastecimiento de agua en situaciones de emergencia.			
Bacterias coliformes fecales.	Número/100ml	0	Aconsejar al público a hervir el agua cuando el agua no se ajusta a los valores.
Bacterias coliformes.	Número/100ml	0	

II. Calidad Biológica			
Protozoarios(Patógenos)	No se han		
Helmintos (Patógenos)	fijado		
Organismos de vida libres	No se han		
	fijado.		

Fuente: Norma Regional de Calidad del Agua para el Consumo Humano CAPRE

Anexo 4. Accesorios y obras complementarias



Imagen 1. Válvula de pie



Imagen 2. Válvula de pase



Imagen 3. Válvula de limpieza



Imagen 4. Válvula de aire



Imagen 5. Válvula reguladora de presión



Imagen 6. Anclaje

Anexo 5. Fotografía: Toma de muestra en el sitio de estudio Isla El Terrón



Fuente: Propia – Obtención de muestra para laboratorios, para estudios de Calidad.

Anexo 6. Fotografía: Ubicación de Tanque de Almacenamiento y Filtros de tratamientos



Fuente: Propia Ubicación de Tanque de Almacenamiento en el punto más alto de la zona.

Anexo 7. Resultados de estudios de Calidad de Agua



LABORATORIOS AMBIENTALES

CERTIFICADO DE ENSAYOS

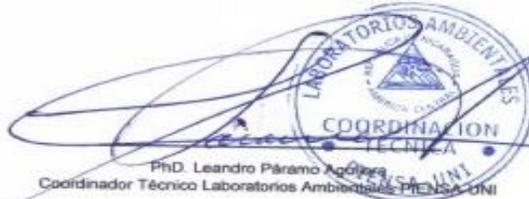
LA-MB-1702-0021

EMPRESA / PROYECTO / PERSONA			DIRECCIÓN		TELEFONO
Royner Hurtado Marengo			UNI		NR
ATENCIÓN			CARGO	EMAIL	CELULAR
Royner Hurtado Marengo			Tesista	enochurtado@gmail.com	89251869
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO					
INGRESO			FECHA DE EMISION DE CERTIFICADO DE ANALISIS		CADENA CUSTODIA
INICIO DE ANALISIS		FINAL DE ANALISIS			
10/02/2017		10/02/2017	14/02/2017		2668
Fecha y Hora de Muestreo			09/02/2017 11:20am		
Muestreado por			Royner Hurtado Marengo		
Supervisor de Muestreo en Campo			Royner Hurtado Marengo		
Fuente			Lago Cocibolca		
Tipo de muestra			Agua Superficial		
Observaciones de Ubicación			Isla El Terron		
Coordenadas			NR		
Codificación PIENSA			LA-1702-0120		
METODO SM // EPA	ENSAYO REALIZADO PARAMETRO	Unidad	VALOR DE CONCENTRACION PUNTO DE MUESTREO 1		
9221B	Coliforme total	NMP/100ml	6.8		
9221E	Coliforme fecal	NMP/100ml	Neg.		
			Rango o valor máximo permisible		
			Norma CAPRE*		
			Neg		

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.
 <: menor al Limite de Detección que se especifica por parámetro. NE= No especificada en la Norma, NR= No Reporta, Neg= Negativo
 Metodos, Normas y/o Decreto empleados: SM = Standard Methods, 21th.2005 EPA = Environmental Protection Agency

* Norma regional de calidad del agua para consumo humano

Los resultados de estos ensayos corresponden a los solicitados por el cliente


 Ph.D. Leandro Páramo Aguilera
 Coordinador Técnico Laboratorios Ambientales PIENSA UNI

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

FQAN1702-0028

EMPRESA / PROYECTO / PERSONA		DIRECCIÓN		TELEFONO	
Royner Hurtado Marengo		UNI		NR	
ATENCIÓN		CARGO		EMAIL	
Royner Hurtado Marengo		Tesisista		enochurtado68@gmail.com	
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO		FECHA DE EMISION DE CERTIFICADO DE ANALISIS		CADENA CUSTODIA	
INGRESO	INICIO DE ANALISIS	FINAL DE ANALISIS			NUMERO DE MUESTRAS
10/02/2017	10/02/2017	24/02/2017	24/02/2017	2668	Una (01)
Fecha y Hora de Muestreo			09/02/2017; 11:20 am		
Muestreado por			Royner Hurtado		
Supervisor de Muestreo en Campo			Royner Hurtado		
Fuente			Lago Cocibolca		
Tipo de muestra			Agua Superficial		
Observaciones de Ubicación			Isla El Terron		
Coordenadas			NR		
Codificación PIENSA			LA-1702-0120		
METODO SM // EPA	ENSAYO REALIZADO PARAMETRO	Unidad	VALOR DE CONCENTRACION PUNTO DE MUESTREO 1		Norma CAPRE*
Visual	Aspecto	NE	Claro, PMS		NE
4500-B	Potencial de Hidrógeno	pH	9.01		6,5 - 8,5**
2510-B	Conductividad Eléctrica	µS/cm	284.00		400**
2130-B	Turbiedad	NTU	4.70		5
2120-C	Color Verdadero	UC	2.00		15
2320-B	Alcalinidad	mg/L	99.40		NE
2320-B	Carbonatos	mg/L	2.08		NE
2320-B	Bicarbonatos	mg/L	97.32		NE
4500-B	Nitratos	mg/L	1.65		50
4500-B	Nitritos	mg/L	< 0.009		0.1
4500-D	Cloruros	mg/L	26.90		250
3500-B	Hierro Total	mg/L	0.075		0.3
4500-D	Sulfatos	mg/L	11.33		250
2340-C	Dureza total	mg/L	74.72		400**
2340-C	Dureza Calcica	mg/L	37.84		NE
3500-B	Calcio	mg/L	15.17		100**
3500-B	Magnesio	mg/L	8.96		50
3500-B	Manganeso	mg/L	< 0.02		0.5
3500-X	Sodio	mg/L	30.00		200
3500-C	Potasio	mg/L	1.24		10
4500-C	Fluor	mg/L	0.367		0.7

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva
 <: menor al Límite de Detección que se especifica por parámetro. NE= No especificada en la Norma, NR= No Reporta, PMS=Poca Materia en Suspensión.
 Metodos, Normas y/o Decreto empleados: SM = Standard Methods, 21th.2005 EPA; Environmental Protection Agency
 * Norma regional de calidad del agua para consumo humano: ** Valor recomendado

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

PhD. Leandro Páramo
 Coordinador Técnico Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI

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

0005063

Telefax Dirección: (505) 2278-1462 • Teléfonos: Área Académica 2270-5613 y 8666-6702 (M); Atención al Cliente Laboratorios 5847-6823 y 8152-7314 (M); Coordinación de Laboratorios 8100-0421 (M) • e-mail: piensa@uni.edu.ni • Web: www.piensa.uni.edu.ni

Anexo 8. Especificaciones para tuberías ASTM D - 2241

TABLA A.7: ESPECIFICACIONES PARA TUBERÍA ASTM D-2241

Diámetro Nominal		SDR	Presión trabajo		Largo en metros	Diámetro medio exterior		Espesor mínimo de pared		Diámetro interior medio		Presión ruptura		Peso aprox. p./tubo kg
mm	pulg		psi	kg/cm ²		mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	kg/cm ²	psi	
12	1/2	13,5	315	22,1	6	21,34	0,840	1,57	0,062	18,20	0,716	70,2	1000	0,87
18	3/4	17	250	17,6	6	26,67	1,050	1,57	0,062	23,53	0,926	56,2	800	1,11
25	1	17	250	17,6	6	33,40	1,315	1,96	0,077	29,48	1,161	56,2	800	1,73
31	1 ^{1/4}	17	250	17,6	6	42,16	1,660	2,49	0,098	37,18	1,464	56,2	800	2,75
38	1 ^{1/2}	17	250	17,6	6	48,26	1,900	2,84	0,112	42,58	1,676	56,2	800	3,63
50	2	17	250	17,6	6	60,33	2,375	3,56	0,140	53,21	2,095	56,2	800	5,62
62	2 ^{1/2}	17	250	17,6	6	73,03	2,875	4,29	0,169	54,45	2,537	56,2	800	8,22
75	3	17	250	17,6	6	88,90	3,500	5,23	0,206	78,44	3,88	56,2	800	12,19
100	4	17	250	17,6	6	114,30	4,500	6,73	0,265	100,84	3,970	56,2	800	20,16
150	6	17	250	17,6	6	168,28	6,625	9,91	0,390	148,46	5,845	56,2	800	43,69
200	8	17	250	17,6	6	219,08	8,625	12,90	0,508	193,28	7,609	56,2	800	74,24
25	1	26	160	11,2	6	33,40	1,315	1,52	0,060	30,36	1,195	35,1	510	1,36
31	1 ^{1/4}	26	160	11,2	6	42,16	1,660	1,63	0,064	38,90	1,532	35,1	510	1,84
38	1 ^{1/2}	26	160	11,2	6	48,26	1,900	1,85	0,073	44,56	1,754	35,1	510	2,39
50	2	26	160	11,2	6	60,33	2,375	2,31	0,091	55,71	2,193	35,1	510	3,37
62	2 ^{1/2}	26	160	11,2	6	73,03	2,875	2,79	0,110	67,45	2,655	35,1	510	5,50
75	3	26	160	11,2	6	88,90	3,500	3,43	0,135	82,04	3,230	35,1	510	8,19
100	4	26	160	11,2	6	114,30	4,500	4,39	0,173	105,52	4,154	35,1	510	13,50
150	6	26	160	11,2	6	168,28	6,625	6,48	0,255	155,32	6,115	35,1	510	29,29
200	8	26	160	11,2	6	219,08	8,625	8,43	0,332	202,22	7,961	35,1	510	49,70
250	10	26	160	11,2	6	273,05	10,75	10,49	0,413	252,07	9,924	35,1	510	76,99
300	12	32,5	125	8,8	6	323,85	12,75	12,45	0,490	298,95	11,770	35,1	510	108,30
38	1 ^{1/2}	32,5	125	8,8	6	48,26	1,900	1,52	0,060	45,22	1,780	28,1	400	1,86
50	2	32,5	125	8,8	6	60,33	2,375	1,85	0,073	56,63	2,229	28,1	400	2,90
62	2 ^{1/2}	32,5	125	8,8	6	73,03	2,875	2,24	0,088	68,55	2,699	28,1	400	4,25
75	3	32,5	125	8,8	6	88,90	3,500	2,74	0,108	83,42	3,284	28,1	400	6,58
100	4	32,5	125	8,8	6	114,30	4,500	3,51	0,138	107,28	4,224	28,1	400	10,84
150	6	32,5	125	8,8	6	168,28	6,625	5,18	0,204	157,92	6,217	28,1	400	23,54
200	8	32,5	125	8,8	6	219,08	8,625	6,73	0,265	205,62	8,095	28,1	400	39,94
250	10	32,5	125	8,8	6	273,05	10,75	8,41	0,331	256,23	10,088	28,1	400	62,22
300	12	32,5	125	8,8	6	323,85	12,75	9,96	0,392	303,93	11,966	28,1	400	87,51
75	3	41	100	7,0	6	88,90	3,500	2,16	0,085	84,58	3,330	22,1	315	5,18
100	4	41	100	7,0	6	114,30	4,500	2,79	0,110	108,72	4,280	22,1	315	8,74
150	6	41	100	7,0	6	168,28	6,625	4,11	0,162	160,08	6,303	22,1	315	18,90
200	8	41	100	7,0	6	219,08	8,625	5,33	0,210	208,42	8,205	22,1	315	31,92
250	10	41	100	7,0	6	273,05	10,75	6,65	0,262	259,75	10,226	22,1	315	49,58
300	12	41	100	7,0	6	323,85	12,75	7,90	0,311	308,05	12,128	22,1	315	69,86

Fuente: Anexo A – Manuel Técnico de Productos AMANCO - página 174

Anexo 9. Características de Bomba



Bombas Caracol Motor eléctrico

EE 1.5 10-1
EE 1.5 15-1
EE 1.5 20-1

Características de la bomba								
Tipo de bomba		Acoplamiento			Tipo de impulsor			
Centrífuga		Monobloque			Cerrado, en plástico.			
Etapas		Cierre del eje			Temperatura máx. líquido			
1		Sello mecánico 5/8" Tipo 6			70°C (158°F) Continua			
Modelo	Ref.	Ø Succión	Ø Descarga	Ø Impulsor	Peso (kg)	H máx. (mca) *	Q máx. (gpm) **	
1	EE 1.5 10-1	1A0083	1 1/2" NPT	1 1/2" NPT	4,400"	16,0	24	91
2	EE 1.5 15-1	1A0084	1 1/2" NPT	1 1/2" NPT	4,800"	18,5	27	93
3	EE 1.5 20-1	1A0085	1 1/2" NPT	1 1/2" NPT	5,150"	20,0	32	95

Características del motor			
Alimentación		Velocidad (rpm)	
Eléctrica		3.600 (nominal)	
Cerramiento		Frecuencia (Hz)	
ODP		60	
Potencia (hp)	Fases	Voltaje (V)	Frame
1,0	1	110/220	NEMA 56J
1,5	1	110/220	NEMA 56J
2,0	1	110/220	NEMA 56J

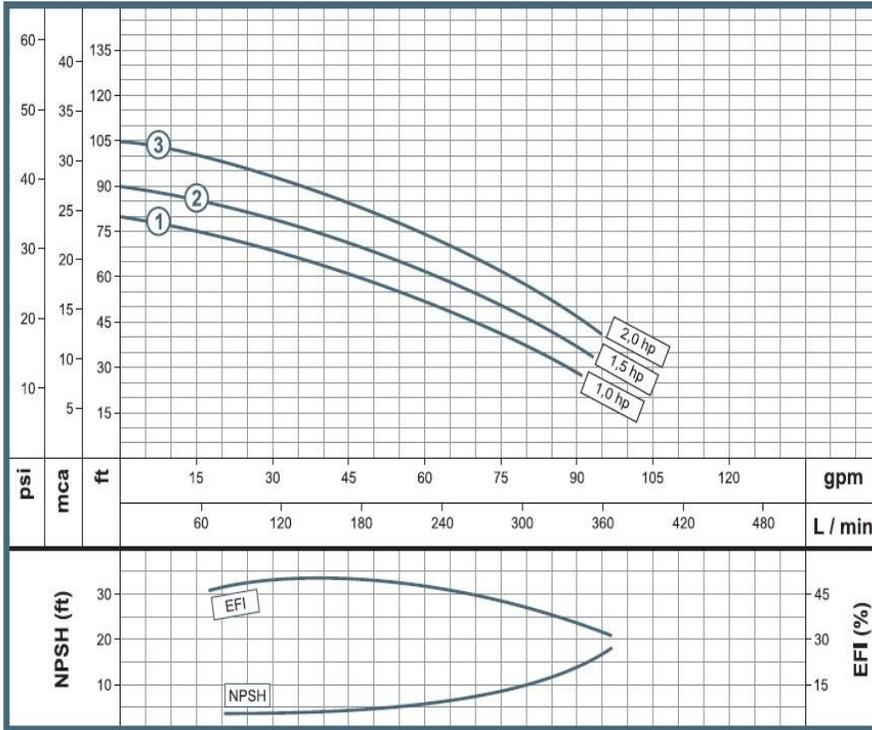
* La altura (H) máxima se logra con la válvula totalmente cerrada. (mca= metros columna de agua).

** El caudal (Q) máximo se logra con la válvula totalmente abierta. (gpm= galones por minuto).

Fuente: Catalogo de Características de bombas BARNES

Anexo 10. Curvas características de la Bomba

Curva de rendimiento



Aplicaciones

Uso doméstico
Sector agrícola
Industria
Construcción
Institucional

- Aprovisionamiento de aguas limpias
- Lavado de establos
- Llenado de tanques elevados y bebederos
- Llenado tanque bajo-tanque alto
- Plantas de tratamiento
- Recirculación de agua en piscinas o en torres de enfriamiento
- Refrigeración de maquinaria / Circuitos de recirculación
- Riego por aspersión
- Riego por goteo
- Sistemas de presión

Fuente: *Catálogo de Características de bombas BARNES*

Tabla. Parámetros para desinfectantes y subproductos de la desinfección

Parámetros	Valor máximo Admisible (µg/l)
Desinfectantes	
Monocloramina	4000
Subproductos de la desinfección	
Bromato	25
Clorito	200
Clorato	
Clorofenoles	
2-Clorofenol	
2,4-diclorofenol	
2,4,6-Triclorofenol	200
formaldehído	900
Trihalometanos	
Bromoformo	100
Dibromoclorometano	100
Bromodiclorometano	60
Cloroformo	200
Acidos Acéticos Clorados	
ác. Monocloroacético	
ác. Dicloroacético	50
ác. Tricloroacético	100
Tricloroacetaldehído/clorahidrato	100
Cloropropanonas	
Haloacetoneos	
Dicloroacetoneo	90
Dibromoacetoneo	100
Bromocloroacetoneo	
Tricloroacetoneo	1
Cloruro de Cianógeno (como CN-)	70

Fuente: Tabla 8 Pagina 17