

UNIVERSIDAD CENTRAL DE COSTA RICA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

“Aplicación del Modelo de Diseño y Presupuesto del AyA en la Construcción del Sistema de abastecimiento de agua potable para el Asentamiento Campesino Rural Sansi, Gutiérrez Braun, Coto Brus, Puntarenas”

Alumno:

Julio E González Álvarez.

Tutor:

Miguel Araya Vargas.

2021

Contenido

1.Introducción.....	5
1.1 El Problema y Su Importancia	5
1.2 Objetivos	7
1.2.1 Objetivo General.....	7
1.2.2 Objetivos Específicos.....	7
1.3 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	8
Primer Trabajo Cacedo (2019)	8
Segundo trabajo Vividea (2018).....	10
Tercer Trabajo: Portilla (2016),	14
El cuarto trabajo Sandoval y Parrado (2018),	22
El quinto trabajo Lam (2011).	26
Sexto trabajo Bejarano (2013)	29
Sétimo trabajo López (2018).....	37
Octavo trabajo es presentado por Velasco (2016).	39
<i>Capítulo 2. MARCO TEÓRICO.</i>	41
2.1 ¿Qué es el agua potable?.....	41
2.2 ¿Qué es un sistema de abastecimiento de agua?.....	42
2.2.1 Componentes de un sistema de abasteciendo.....	42
2.2.2 Tipos de sistemas de Abastecimiento.....	63
2.3 Diseño	64
2.3.1 Población servida	64
2.3.2 Dotación.....	66
2.3.3 Caudales de diseño	67
2.3.4 Presiones y velocidades en redes de distribución	69
2.3.5 Capacidad del Tanque.....	72
Capítulo 3. MARCO METODOLÓGICO.....	76
3.1 Enfoque de la Investigación	77
3.2 Tipo de la Investigación.....	78
3.3 Recopilación y Análisis de Información.....	78
3.4 Diagnóstico de la Situación Actual del Servicio de Agua Potable	79
3.5 Análisis Cualitativo del Agua de Servicio.....	79
3.6 Interpretación de la Información Demográfica	79

3.7 Metodologías de cálculo	80
3.8 Planteamiento del Modelo Hidráulico en Situación Actual	80
Capítulo 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS	84
4.1 Cálculo de la población de diseño.....	84
4.2 Cálculo de la Dotación.....	85
4.3 Cálculo del Caudal Promedio Diario.....	85
4.4 Cálculo del Caudal Máximo Diario.	85
4.5 Cálculo del caudal Máximo Horario	86
4.6 Cálculo del volumen del Tanque.....	86
4.5 Cálculo de los Diámetros de las tuberías de conducción y distribución.....	88
4.5.1 Presiones admisibles.....	88
4.5.2 Límites de velocidad.....	90
4.6 Resumen de diseño.....	92
4.6.1 Tubería de Conducción.	92
4.6.2 Tanque de almacenamiento	92
4.6.3 Tubería de distribución	92
4.7 Limitaciones	94
4.8 Presupuesto	94
5. Conclusiones y Recomendaciones	98
5.1 Conclusiones	98
5.2 Recomendaciones	100
Bibliografía	103

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1, Consumos equivalentes para diferentes tipos de previstas.	65
Tabla 2. Velocidades máximas	71
Tabla 3. Cálculo de Volumen para incendio.....	73
Tabla 4. Marco metodológico	76
Tabla 5. Normas De Diseño.....	81
Tabla 6. Cálculo de volumen para incendio	86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Reservorio. Cajina (2006)	43
Figura 2. Naciente, Geo Consultores, Consultores ambientales.....	43
Figura 3. Pozos, Gestión Sostenible del Agua	44
Figura 4. Toma de agua en río. Coandascreen.....	45
Figura 5. Proceso de Desalinizar. La Razón	46
Figura 6. Desarenador. Louis Narvaes	47
Figura 7. Tanque de Acero, Superior Tank. Co. Inc.....	52
Figura 8. Tanque vitrificado, Primero Noticias	53
Figura 9. Tanque de Concreto Armado, Industrias Bendig	53
Figura 10. Tanque de Mampostería. Prodisi.....	54
Figura 11. Instalación de Válvula de Compuerta. Planos AyA	55
Figura 12. Interface de programa de Bermad.....	57
Figura 13. Válvula de Purga, David Santiago.....	58
Figura 14, Bomba centrífuga. Bombas de Agua.com.....	60
Figura 15, Bombas de desplazamiento Positivo. Luis González.....	61
Figura 16. Bombas Sumergibles. Juan Sánchez	62

1.Introducción

1.1 El Problema y Su Importancia

El Instituto de Desarrollo Rural es la institución del Estado encargada de liderar el desarrollo de las comunidades rurales de Costa Rica, responsable de ejecutar las políticas de desarrollo rural del Estado, cuya finalidad es mejorar las condiciones de vida de la población, mediante la articulación de esfuerzos y recursos de los actores públicos y privados, que tome en cuenta las dimensiones del desarrollo social, económico, ambiental, cultural e infraestructura.

Por esta razón en 2014 desarrolla un asentamiento llamado Sansi, ubicado en el distrito de Gutiérrez Braun, Cantón de Coto Brus de Puntarenas. Con este proyecto se les entrega una parcela de 14 ha, a 115 familias para que cultiven la tierra y vendan lo que producen, las familias deben de construir sus casas y desarrollar el asentamiento, debido a la falta de planificación, se le da los terrenos, pero no se dan los servicios básicos y la comunidad se debe de organizar para solicitar fondos para asfaltar las calles, servicio de electricidad y de agua potable. Muchos de los asentamientos el servicio de agua y luz son suplidos por el AyA o alguna Asada cercana, el problema que presenta este asentamiento es que la Asada más cercana es la Gutiérrez Braun, pero la capacidad hídrica, presión y caudal disponible no tiene capacidad para para suplir el servicio al asentamiento por lo que se necesita una inversión importante para poder abastecer el asentamiento de agua potable. Los comités de desarrollo de la comunidad de Sansi se comunicaron con la Asada de la Gutiérrez Braun, para solicitarles el servicio de agua potable,

pero se les informó que ellos no tienen el dinero para hacer la inversión necesaria para poder suplirles agua, por lo que la comunidad se dio la tarea de buscar ayuda en el INDER, esta institución les responde que ellos les pueden ayudar con la inversión y administrar la construcción del acueducto para luego dárselo en administración la ASADA de la Gutiérrez Braun, pero lo único que ocupan es que la comunidad se encargue de conseguir los diseños y presupuestos del acueducto para ellos incluirlo en el presupuesto 2021, un estudio de esta magnitud puede costar aproximadamente ¢ 7 000 000.00 cifra que no tiene la comunidad, por lo que se genera la problemática de poder conseguir a alguien que haga el estudio por bajo costo o por lo contrario no le cobre por el trabajo; se genera una oportunidad de poder presentar el trabajo de graduación con el fin de optar por el grado de licenciatura en ingeniería civil y poder ayudar a una comunidad que necesita un diseño y presupuesto de un sistema de abastecimiento de agua potable aplicando el Manual de diseño y construcción del AyA.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Elaborar el diseño y presupuesto de un sistema de abastecimiento de agua potable basado en la NORMA TÉCNICA PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DE SANEAMIENTO Y PLUVIAL (2017), para la comunidad de Sansi.

1.2.2 Objetivos Específicos

- ✓ Diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Sansi.
- ✓ Elaborar planos constructivos de un tanque de almacenamiento en mampostería, los diámetros y grosor de la tubería de PVC, ubicación de las válvulas y demás accesorios de control y distribución de un acueducto.
- ✓ Confeccionar un presupuesto y un cronograma de trabajo con el fin que la comunidad pueda presentarlo ante el INDER.

1.3 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Primer Trabajo Cacedo (2019)

Título: “Memoraría de Cálculos, Proyecto de Acueductos para los Municipios de Capitanejo – Santander, Colombia”.

Objetivo general

El fin del proyecto es realizar los estudios y diseños de prefactibilidad para satisfacer la totalidad de la demanda de agua potable del municipio Capitanejo -Santander Alcance del proyecto Realizar a nivel de prefactibilidad los diseños de un acueducto que tenga capacidad de abastecer a los municipios para un período de diseño de 25 años (Año 2044).

Con este trabajo el autor buscó calcular el caudal necesario para satisfacer la demanda de agua de la comunidad de Capitanejo-Santander, Colombia, con una proyección a 25 años, además de diseñar el acueducto el autor pretendió elaborar un pliego de condiciones para poder participar en un eventual concurso licitatorio, con el fin de poder construir el acueducto, siguiendo las normas estipuladas por el gobierno de Colombia, por lo que el autor además de los diseños y pliego de condiciones facilitó a la comunidad un listado de los materiales necesarios para la construcción y presupuesto del costo de los materiales y la construcción del sistema diseñado.

La investigación tendrá un alcance de 5301.83 habitantes, los cuales son una proyección de los datos oficiales del DANE, desde 1921 hasta 2005, este proyecto fue plateado para 25 años, se captará el agua de la quebrada San Pedro.

El autor empieza con el cálculo del caudal máximo requerido, utilizando la cantidad de pobladores y con la dotación diaria calcula por medio de operaciones matemáticas obtiene el caudal máximo necesario, con este dato y la topografía del lugar ingresa los datos en programa de cálculo de redes hidráulicas y obtiene la cantidad de tubos y accesorios necesarios para poder construir el acueducto, con esta lista de materiales genera un presupuesto tomando en cuenta los precios de mercado. Tomando en cuenta la legislación colombiana con respecto a compra de materiales para el estado, generando un pliego de condiciones para poder participar en un concurso por la entrega e instalación de los materiales necesarios para construcción del acueducto.

El trabajo presentado por el autor comprende mucha similitud con lo que se va a presentar en este trabajo ya que en ambos casos se está tratando de obtener el diseño de un acueducto con el fin de generar un presupuesto y construcción, siguiendo normas de diseño preestablecidas por los entes encargados de administrar el agua en un país.

Segundo trabajo Vividea (2018).

Título: “Propuesta de mejora del sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad indígena de Amubri del Cantón de Talamanca-Costa Rica”.

Objetivo general

Contribuir al mejoramiento del sistema de captación, conducción, almacenamiento y desinfección, del acueducto de la comunidad indígena de Amubri del distrito Telire en el Cantón de Talamanca.

Objetivos específicos

- Evaluar el funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua de la comunidad de Amubri, mediante la descripción de la infraestructura y calidad del agua distribuida.
- Identificar las necesidades hídricas de la comunidad mediante un análisis de oferta y demanda del agua para las condiciones actuales del acueducto.
- Proponer acciones de mejoramiento de los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable.

Este trabajo consiste en el mejoramiento del sistema de captación, conducción, almacenamiento y desinfección del acueducto de la comunidad indígena de Amubri del distrito Telire en el Cantón de Talamanca.

Vividea plantea en su trabajo mejorar el acueducto de la comunidad indígena, siguiendo los parámetros establecidos en la Norma Técnica para Diseño y Construcción de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, de Saneamiento y Pluvial, aplicando dicha norma calcula el crecimiento poblacional y la dotación diaria de consumo con el fin de obtener los datos para determinar los cambios que se deben de realizar en el acueducto.

Conclusiones

Con la evaluación de los componentes del acueducto de la comunidad de Amubri usando el instrumento SERSA se determinó que la totalidad de los componentes analizados (captación, conducción, desarenador, almacenamiento y distribución) se obtuvo un riesgo alto.

El acueducto no cuenta con un sistema de potabilización ni de desinfección y es evidenciado en los muestreos y análisis de laboratorio, en el que todas las muestras presentaron coliformes fecales, totales y E. Coli que sobrepasaron el máximo permitido por el reglamento de agua potable, lo que representa que el agua suministrada por el acueducto no es apta para consumo humano.

Mediante los muestreos realizados en los distintos puntos estratégicos como captación, tanque de almacenamiento, en casas de algunos abonados y establecimientos públicos, se evidenció la conformidad de los parámetros evaluados con respecto al reglamento de agua potable de Costa Rica (38924-S) en las siguientes variables de N1 y N2: olor, sabor, turbiedad,

temperatura, pH, conductividad y metales pesados, por lo que las aguas de la quebrada Kashabri es aceptable para el aprovechamiento, pero necesitan de un tratamiento de desinfección para garantizar que sea apta para consumo humano.

Se obtuvo que el caudal aproximado para la quebrada Kashabri en época seca es de 27,5 L/s, sin embargo, el porcentaje de agua trasegada en tubería llega a ser del 47,47% del total en época crítica, lo que implica la necesidad del mejoramiento de la captación para evitar escasez de agua en verano, por deficiencias en la captación. Por ello mediante un mejoramiento en la captación (aprovechamiento hasta un 90% de la fuente contemplando el caudal ecológico) evitaría la búsqueda de nuevas fuentes de agua.

En referencia con el análisis de oferta y demanda del recurso hídrico para un período de 15 (2016 – 2031) años recomendado por el AyA y para las condiciones actuales de acueducto, los dos escenarios planteados para una demanda de 4724 habitantes final de período con un consumo promedio de 200 L/hab./día y bajo las condiciones actuales del acueducto en ambos casos (los dos escenarios planteados) el caudal trasegado por la tubería de 13,05 L/d presentaría un déficit de hasta un 29%, para un caudal máximo diario requerido en el período de vida útil de 18,37l/s, implicando la necesidad de rediseñar la conducción de captación a tanques, componente que no fue objeto de diseño de este estudio.

En referencia a la propuesta de mejoramiento, se recomienda la implementación de un macro medidor de caudal para identificar posibles pérdidas importantes en la red, así como el mejoramiento de las estimaciones en el cálculo de la dosificación adecuada de cloro en la desinfección y finalmente evitar el desperdicio del recurso. Igualmente se recomienda la implementación de micro medición de agua, para generar mayor conciencia en la población en el ahorro del recurso.

Para todas las unidades propuestas se recomienda la implementación de mallas perimetrales en cada una de las unidades, con el fin de garantizar la seguridad de cada una de las unidades de la entrada de animales o personas que podría atentar con la seguridad del agua.

Se obtuvo que la dosis óptima de cloro para las características del agua de Amubri es de 2,10 mg/L de hipoclorito de sodio para un caudal de cloración igual a 8,26 L/s, para ello se recomienda el uso de pastillas de cloro *C3Cl3N3O3* ya que poseen una pureza del 90% y según el mercado son las más económicas.

Para el aseguramiento del agua, se recomienda el seguimiento y medición de la calidad del agua mediante el acatamiento del reglamento de agua potable de Costa Rica (38924-S) del 2015 para el muestreo y monitoreo de los cuerpos de agua según en su anexo 1 de frecuencia mínima de muestreo para el control operativo.

Se recomienda que a la ASADA solucione los permisos de concesión del agua con el MINAE y procurar un acuerdo de compra o permisos con el dueño del terreno en el que está ubicada la captación, el desarenador y los tanques de almacenamientos actuales, para que la ASADA pueda tomar decisiones más libres en el mejoramiento del acueducto, así como en su mantenimiento.

Se recomienda la realización de un mayor número de aforos de caudales de la quebrada de abastecimiento en época seca, para mantener un registro y vigilancia de las variaciones, además de garantizar el caudal ecológico si se desea aumentar la cantidad de caudal captado en la quebrada de Kashabri, así como implementación de un Plan para la Seguridad del Agua (PSA) para el seguimiento y mejoramiento del todo el acueducto en general.

Tercer Trabajo: Portilla (2016),

Título: Diseño detallado y solución constructiva del acueducto de agua potable de la comunidad de El Mastate de Poás.

Objetivo General

Proponer un diseño de un acueducto para el abastecimiento de agua potable de la comunidad de El Mastate de Poás de forma que este sea construible según las características de la zona y los recursos disponibles por parte de la ASADA de El Mastate.

Objetivos Específicos

Evaluar las condiciones actuales del acueducto y la demanda de agua potable en la zona de estudio.

Desarrollar el diseño hidráulico del acueducto para definir los diferentes elementos necesarios para el abastecimiento adecuado de la población, según la legislación nacional vigente.

Elaborar un presupuesto detallado del proyecto que incluya tanto los costos por obra hidráulica como por obra constructiva de forma que se tengan claros todos los rubros que implican un gasto monetario.

Plantear la planificación de la construcción del acueducto en donde se tomen en cuenta las diferentes actividades y la respectiva secuencia, de forma que se logre construir el acueducto lo más pronto posible y optimizando el uso de los recursos disponibles (presupuesto, materiales, equipos).

La comunidad de El Mastate de Poás ocupa contar con el diagnóstico y diseño hidráulico de cada uno de los componentes del acueducto bajo su administración. Esto le permitiría conocer la capacidad del sistema actual y las deficiencias que este presenta, para así invertir en la mejora del acueducto. Para esto se desarrolló una investigación de campo para caracterizar y evaluar la demandad de agua potable en la zona de interés. Además, se evaluó el contexto legal y con esto se realizaron diferentes proyecciones de demanda bajo el criterio de saturación de la zona, es

decir, el caso en que la zona contaría con la mayor cantidad de usuarios posibles. Asimismo, se evaluó la capacidad hidráulica de los componentes del acueducto existente para definir cuáles elementos requieren mejoras. Al definir las propuestas respectivas, se validó el diseño hidráulico mediante un análisis de sensibilidad y también la modelación en el software de análisis EPANET 2.0 para garantizar que la zona estaría cubierta en términos de abastecimiento de agua potable como máximo para el escenario propuesto.

Mediante el análisis de los datos obtenidos en campo y siguiendo los parámetros dictaminados en la Norma del AyA. Se realiza un diagnóstico del acueducto de la comunidad de El Mastate de Poás, y se presenta un nuevo diseño de las tuberías, tanques de almacenamiento y mejoras en las obras de captación, después del estudio el autor concluye lo siguiente:

Conclusiones

Con base en diferentes levantamientos y estudios en campo se logró evaluar las condiciones actuales de cada uno de los componentes del acueducto. Se encontró una condición de funcionamiento regular ya que el acueducto abastece de buena forma a la población, sin embargo, varios de los componentes deben ser mejorados mientras que otros se encuentran en condición deteriorada como en el caso del tanque de almacenamiento.

De acuerdo con el censo de población realizado en la zona de interés y el análisis de los datos estadísticos recopilados por el INEC en el censo nacional de 2011 y 2002 se determinó

grandes diferencias en la población estimada. Debido a esto se adoptó el diseño con base en el resultado del censo y el criterio de saturación de la zona del acueducto, de acuerdo con la legislación vigente en la zona de interés. Se definió una población de diseño de 178 habitantes.

Según el análisis de demanda se encontró que la mayor parte del consumo de agua potable se da en usuarios no domiciliarios. Por esta razón, a pesar, que se le dio prioridad al consumo humano en la fase de diseño, también se consideró el porcentaje importante que representa el consumo de lecherías, hoteles y plantaciones.

Debido a que el sistema actual no cuenta con un tratamiento de desinfección del agua antes de la distribución, de la misma, el agua de la que se ha abastecido la comunidad de El Mastate por más de 30 años no se puede considerar potable según la legislación nacional. Por esto se debió proponer un sistema de cloración del agua para que, cumpliendo los respectivos límites de parámetros establecidos en el Reglamento para la Calidad del Agua Potable, incluido el cloro residual libre, se pueda garantizar la potabilidad del recurso.

Basado en el análisis hidráulico de cada uno de los componentes del acueducto, se determinó que los elementos aguas arriba del sistema de almacenamiento tienen gran capacidad hidráulica para los caudales de diseño propuestos. Por otra parte, los componentes del sistema de almacenamiento y la red de distribución presentan una capacidad hidráulica limitada para abastecer la demanda estimada para el escenario de diseño.

Las grandes variaciones de elevación a lo largo de la zona del acueducto generan variantes importantes en las presiones en las tuberías. Para regular este aspecto, específicamente en la red de distribución, se propuso la instalación de válvulas reductoras de presión ubicadas estratégicamente para reducir costos y mantener los límites de presión establecidos por las normas de diseño del AyA.

El diseño hidráulico de la red de distribución se definió previendo la posible expansión del acueducto hacia puntos altos en la zona con elevaciones similares, pero inferiores a la del sistema de almacenamiento, de forma que el acueducto funcione únicamente por gravedad. Las dimensiones de las tuberías son producto de este requerimiento y en la gran mayoría de casos debido al criterio de diámetro mínimo establecido en 50 mm según las normas de diseño del AyA para proyectos de agua potable en sistemas rurales.

El análisis de sensibilidad de la red de distribución se realizó para evaluar las variaciones en la configuración hidráulica del acueducto ante cambios en la población de diseño, en la distribución de usuarios y demanda de agua potable en la zona. De esto se obtuvo variaciones pequeñas desde el punto de vista hidráulico con respecto al diseño del escenario de demanda escogido. No obstante, se pudo comparar los diferentes casos para garantizar que el diseño planteado cubrirá el escenario crítico.

La modelación en el software de EPANET 2.0 V. E. sirvió para validar el diseño hidráulico realizado y para evaluar el sistema en la hora teórica de menor consumo, momento en que se presentan las mayores presiones en el sistema. Mediante este se pudo analizar las zonas que presentarían mayores presiones y cuáles presentarían las menores. Para el caso de las zonas con mayores presiones, todas cumplen con la legislación nacional, sin embargo, en una de ellas se propuso el cambio de cédula de la tubería con el fin de contar con mayor resistencia a las presiones. Por otra parte, en las zonas de presiones bajas se planteó la posibilidad de utilizar bombeo únicamente para los usuarios afectados, sin embargo, esta situación no se podrá solucionar hasta el momento en que se defina la ubicación precisa del sistema de almacenamiento.

Al instalar la macro medición en el sistema se logrará tener control de los volúmenes que se producen y los que se facturan mediante la micro medición. De esta forma se podrá aumentar la eficiencia del sistema, reduciendo la cantidad de fugas e identificando conexiones ilegales al sistema. Por esta razón se busca mantener el 100% de medición en el sistema que se propuso.

Mediante los esquemas constructivos planteados, el lector y la ASADA podrán tener más claridad de cada una de las propuestas de mejora para el sistema. Además de esto, se describió detalladamente cómo se obtuvo cada una de las propuestas y la función que desempeñaría cada una de ellas lo que podría beneficiar a otros administradores de sistemas de acueducto que

requieran mejoras similares y que no tengan los recursos necesarios para sufragar un estudio amplio y costoso.

La elaboración del presupuesto detallado permite visualizar la magnitud de costos que tendrá la construcción de las obras propuestas. Al estimar los costos unitarios por cada elemento del sistema se logró evaluar los pesos relativos entre ellos. De esta forma, la ASADA podrá buscar un financiamiento que permita amortiguar las inversiones con los ingresos que reciba conforme pase el tiempo.

El análisis de costos de las alternativas propuestas por el Cuerpo de Bomberos permitió definir cuál es la opción que podría afectar de menor forma a la ASADA en cuanto a costos de inversión. En este caso se descartó la instalación de hidrantes y se optó por una toma directa a la tubería principal de la red donde la unidad de bomberos se conecte y bombee el agua que requiere. No obstante, la red quedaría provista con capacidad en diámetro mínimo de tuberías para la conexión de hidrantes mas no con la capacidad hidráulica para garantizar los caudales requeridos por el Cuerpo de Bomberos.

El análisis de costos de las alternativas propuestas para el sistema de almacenamiento permitió definir cuál es la mejor opción desde el punto de vista constructivo para la ASADA de El Mastate. Para esto se optó por un sistema de tanques plásticos debido a las diferencias en costos de inversión inicial, la versatilidad que muestra con respecto a un tanque de concreto,

además, debido a la incógnita si en realidad se llegará en algún momento a la condición de saturación de la zona, suposición de la que se partió en el análisis de demanda.

Al proponer las actividades de construcción en diferentes etapas se logró plantear un orden según la prioridad de intervención de los diferentes componentes del acueducto. De esta forma se lograría ir mejorando paulatinamente y dándole mayor capacidad hidráulica al sistema sin generar problemas de presión en las tuberías y permitiendo a la ASADA recuperar parte o la totalidad de las inversiones en los períodos en los que no se desarrollen las obras. Esto último dependerá del análisis de financiamiento que se realice para el proyecto.

Debido al detalle con que se desarrolló el trabajo y con el que se planteó el diseño del acueducto, este podrá servir de guía para diseño de sistemas similares. Según las diferentes investigaciones realizadas durante la realización de este proyecto se presenta una situación común, específicamente en sistemas de acueducto rurales administrados por ASADAS en donde en muchas ocasiones gestionan los sistemas de acueducto con el único fin de mantenerlo en funcionamiento en vez de plantear metas de mejora proyectadas a un futuro.

Este trabajo coincide con el trabajo por ejecutar ya que se debe de determinar el estado de todos los componentes del sistema existente y esto se logra siguiendo lo estipulado en la Norma del AyA.

El cuarto trabajo Sandoval y Parrado (2018),

Título del trabajo: “Optimización del Diseño Hidráulico del Acueducto Veredal del Alto del Ramo de Municipio de Chinpaque, Cundinamarca”.

OBJETIVOS

Objetivo general. Optimizar el sistema de acueducto existente en la vereda Alto de Ramo (FUDAVEAR) en el municipio de Chipaque, Cundinamarca, de acuerdo a la normatividad vigente para este tipo de obras civiles, con el fin de garantizar el correcto funcionamiento de su infraestructura y el suministro de agua potable a la población.

Objetivos específicos.

Realizar el diagnóstico y evaluación de las condiciones actuales, bajo las cuales funciona el acueducto de la vereda Alto de Ramo (FUDAVEAR) en el municipio de Chipaque, teniendo en cuenta su infraestructura y operación, con el fin de identificar las principales fallas y falencias que provocan la mala prestación del servicio a la población.

Identificar los requerimientos técnicos, estructurales y obras civiles necesarias para optimizar el acueducto de la Vereda, teniendo en cuenta la normatividad para este tipo de proyectos.

Realizar la caracterización y proyección de la población de la vereda, con el fin de estimar la demanda real para el suministro de agua potable.

Realizar estudios de laboratorios en la Universidad Católica de Colombia para constatar la calidad el agua consumida por la población.

Diseñar la propuesta para la optimizar el sistema de acueducto en la vereda Alto de Ramo (FUDAVEAR), de acuerdo con los requerimientos establecidos en los objetivos anteriores, y estimando los costos para la realización del proyecto.

El fin de este proyecto es optimizar el sistema de acueducto existente en la vereda, Alto de Ramo (FUDAVEAR) en el municipio de Chipaque, Cundinamarca, de acuerdo con la normatividad vigente para este tipo de obras civiles, con el fin de garantizar el correcto funcionamiento de su infraestructura y el suministro de agua potable a la población.

En este trabajo se analiza el acueducto de esta comunidad con el fin de optimizar el acueducto existente, esto se logra utilizando las normas establecidas para obras de acueductos, con estas normas se logra hacer comparaciones de todos los sistemas que componen el acueducto, y determinar qué cambios se debe hacer para que el acueducto funcione de la mejor manera.

Conclusiones

Con el desarrollo de la investigación se pudo establecer que la vereda en estudio, se observa que no cuenta con un sistema de acueducto óptimo que garantice el suministro de agua apta para el consumo humano, problemática que la misma comunidad trata de solucionar haciendo construcciones de acueductos de manera empírica, sin tener en cuenta las especificaciones técnicas estipuladas en las diferentes normas que existen en Colombia para este tipo de infraestructuras, lo que se traduce en un servicio mal prestado, consumo de agua de mala calidad, escasez en el suministro entre otras cosas.

El cálculo de la población futura para la determinación del caudal de diseño del acueducto mostró disminución en lugar de aumentar que es lo que exige la normativa, por lo que se tuvo que realizar una extrapolación poblacional utilizando datos de municipios cercanos que tuvieran las mismas características de la vereda para así poder tener una población aceptable con la cual determina un caudal de diseño admisible para los diferentes cálculos de los elementos que conforman el sistema de acueducto.

En cuanto a la calidad del agua que se consume en las zonas rurales, se encontró que, a pesar de contar con sistemas de tratamiento, éstos no siempre garantizan que la calidad del agua sea apta para el consumo humano, pues para garantizarla se requiere la realización de pruebas de laboratorio permanentes con las que se puede hacer el seguimiento a los resultados de los

diferentes tratamientos aplicados en las PTAP y determinar si deben o no ser mejorados; esto se constituye entonces en una nueva problemática por ser tratada en el futuro.

Se realizó el diseño de modelación de un sistema de acueducto, se requiere no sólo tener los concomitantes necesarios para desarrollar cada etapa que conforman un proceso de este tipo; si no que, además, se requiere usar diferentes herramientas ofimáticas con las cuales se obtengan resultados óptimos que faciliten la ejecución de las actividades y garanticen su correcto funcionamiento.

Las nuevas estructuras cumplirán con las normas exigidas por la Resolución 330 para la construcción de sistemas de acueducto de agua potable, donde la bocatoma diseñada va a garantizar retención de sedimentos de gran tamaño, el desarenador va a garantizar disminución de sedimentos pequeños y favorecerá la calidad de agua ya que la turbiedad y el color aparente van a cumplir según la normativa del Ministerio de Ambiente, y el primer tanque de almacenamiento se encontró en buenas condiciones para prestar un servicio, y al realizar los cálculos para el nuevo diseño se garantizará la optimización del agua ya que su nivel va a ser menor que el actual.

Basando en las normas civiles de construcción de acueductos se intenta analizar y corregir los componentes del acueducto asemejándose esto al trabajo por ejecutarse ya que

basado en la norma del AyA se determinará el mejor diseño para el acueducto de una comunidad.

Este trabajo refleja la problemática que presentan los pueblos rurales en otros países con respecto al recurso hídrico, esto denota que los problemas de acceso al agua potable no es una problemática nacional, y mediante un proyecto de diseño de un sistema de agua potable se puede mejorar la vida de una comunidad.

El quinto trabajo Lam (2011).

Título: “Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para la Aldea Capzín Chiquito, Municipio de San Mateo Ixtatán, Huehuetenango”.

Objetivo General

Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Captzín Chiquito, municipio de San Mateo Ixtatán, Huehuetenango.

Objetivos Específicos

Implementar los conocimientos técnicos de ingeniería del estudiante para investigar y conocer las necesidades de la población.

Realizar una investigación de tipo monográfico y de la infraestructura de la aldea Captzín Chiquito del municipio de San Mateo Ixtatán, Huehuetenango.

Elaborar un documento adecuado para la administración, operación y mantenimiento del sistema de agua potable.

Mediante un estudio detallado de las condiciones de la zona, como son topografía, precipitación, crecimiento poblacional se elabora un el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable para una comunidad de Guatemala y concluye lo siguiente:

Conclusiones

Con la realización del Ejercicio Profesional Supervisado EPS, con apoyo de INFOM-UNEPAR, se analizaron las necesidades de los servicios básicos y de infraestructura que carecen en la aldea Captzín Chiquito por lo que se atendió la solicitud del comité realizando un estudio y planificación de un proyecto de agua potable.

El sistema de agua potable para la aldea Captzín Chiquito, se diseñó por gravedad, aprovechando las ventajas topográficas que presenta el lugar, para una población de 850 habitantes distribuidas en 150 viviendas. Además, el sistema de distribución funcionará por medio de ramales abiertos, debido a la dispersión de las viviendas.

El criterio para determinar la dotación dependió directamente de poder tener una vida útil adecuada para que el sistema sea viable y funcional. Además, por la magnitud del proyecto se designó la dotación mínima para optimizar y reducir los costos.

Por otra parte, los beneficiarios del proyecto formulado podrán solucionar y mejorar la situación actual en que viven, al ejecutar el sistema con los componentes adecuados para conducir, almacenar, desinfectar y distribuir el vital líquido.

Se determinó, con el análisis financiero del proyecto, la rentabilidad definida en la auto sostenibilidad, en un período de 20 años. Sin embargo, para poder lograr el financiamiento es necesario realizar una evaluación económica para conocer si sigue siendo rentable para la economía del país, invertir en el proyecto. El costo total del proyecto asciende a la cantidad de Q 1 031 236,09 (¢ 81 333 810,89) y tiene un costo por conexión domiciliar de Q 6 874,91 (¢ 69 004,34).

Con el apoyo de INFOM-UNEPAR se logró continuar el trámite de la solicitud de la comunidad, dando trámite a la aprobación de la evaluación ambiental del proyecto de agua potable para implementar en el estudio correspondiente y se encuentra en proceso de aprobación por el MARN.

Se elaboró el documento para la administración, operación y mantenimiento del sistema de agua para la aldea Captzín Chiquito del municipio de San Mateo Ixtatán, Huehuetenango.

Es el mismo patrón al que se trata de conseguir con nuestro trabajo, ya que mediante los conocimientos adquiridos en la universidad se trata de ayudar a mejorar la vida de una comunidad que no cuenta con agua potable.

Sexto trabajo Bejarano (2013)

Título: “Diagnóstico del acueducto de Santa Cruz y propuestas de mejora”.

Objetivo General

Elaborar un diagnóstico completo y detallado del funcionamiento del acueducto de la ciudad de Santa Cruz, para identificar sus principales deficiencias y proponer las mejoras que sean necesarias, ya sea en infraestructura, operación y/o mantenimiento, para garantizar un servicio de calidad.

Objetivos específicos

Revisar y actualizar el plano del acueducto de la ciudad de Santa Cruz.

Definir la demanda futura que tendrá el acueducto realizando una estimación de población y dotación mediante métodos estadísticos de proyección demográfica.

Realizar mediciones en campo de variables necesarias para la modelación del acueducto, por ejemplo, caudales y presiones del sistema.

Crear con ayuda del software WaterCAD/GEMS un modelo hidráulico calibrado que ilustre de forma precisa las condiciones de operación del acueducto.

Definir y localizar los principales problemas que presenta acueducto actualmente en cuanto a operación (bajas presiones, agua no controlada, etc.).

Definir las propuestas de mejoramiento más adecuadas para el incremento de la eficiencia del sistema.

Evaluar la calidad del agua del sistema con ayuda de datos suministrados por el Laboratorio Nacional de Aguas de AyA.

Utilizando el software de modelación hidráulica WaterCAD/GEMS V8i, en conjunto con otras herramientas como Sistemas de Información Geográfica (SIG), se elaboró el análisis del sistema. La primera parte se enfocó en realizar un diagnóstico tanto físico como operativo de todas las partes que componen el sistema, esto basado en información suministrada por AyA, además de datos recopilados en giras de campo. En la segunda parte se utilizaron metodologías de proyección demográfica de la población para estimar la cantidad de usuarios que tendrá el sistema en el futuro, así como su distribución espacial, y a partir de estos datos se estimó la demanda de agua futura que deberá satisfacer el acueducto. Se construyó y calibró un modelo hidráulico del sistema, a partir del cual se identificaron los principales problemas que presenta el sistema, y a partir de esa información se procedió a generar las propuestas de mejoramiento requeridas para que el acueducto funcione eficientemente hasta el año 2035, concluyendo que:

Fuentes de abastecimiento

Actualmente, no se respetan los lineamientos de uso del suelo en la zona de protección de pozos que establece la Ley General de Aguas. Se encontró que un 31% de la zona de protección se encuentra en uso urbano, uso prohibido en esta zona debido al riesgo de contaminación.

Tanto los pozos que se encuentran operando, como los que se encuentran previstos para el futuro, se encuentran ubicados en un radio menor a los 300 m, por lo que se podría estar dando un problema de abatimiento del nivel freático en cada pozo debido al radio de influencia de los otros pozos vecinos, por lo que la capacidad de explotación de cada pozo se podría ver afectada.

El sistema de Santa Cruz opera actualmente con bombeo directo a la red de distribución, por lo que las bombas no trabajan siempre en el mismo punto de operación, sino que varía constantemente, por lo que la eficiencia, de las mismas no es la máxima.

Los horarios de bombeo se controlan actualmente con temporizadores o “timer”, sin embargo, estos horarios se modifican constantemente o se programan de forma incorrecta por error de los operarios, lo que implica que en muchas ocasiones los pozos se mantengan operando 24 horas, generando enormes pérdidas por rebalse en el tanque de cola.

Almacenamiento

La capacidad de almacenamiento que requiere actualmente el sistema es de 1660 m³, de los cuales el tanque de compensación solamente cuenta con 493 m³, por lo que el déficit de almacenamiento actual es de 1167 m³, es decir, un 237% respecto a la capacidad instalada.

A partir de la estimación de la demanda futura se calculó que la capacidad de almacenamiento requerida para el futuro es de 2,000 m³ en total, esto si se reduce la demanda a partir de disminución del ANC. En caso de mantener el %ANC igual al actual, se requiere un almacenamiento de aproximadamente 3,000 m³.

Actualmente, el tanque presenta importantes rebalses durante horas de la noche y madrugada. Estos rebalses se deben al mal control que se tiene de los horarios de operación de los pozos. Para una de las noches de medición se obtuvo un rebalse total de 312 m³, es decir, un volumen equivalente al 63% de la capacidad del tanque.

Red de distribución

La red de distribución se encuentra conformada por 41,8 km de tuberías de hierro fundido, hierro dúctil, PVC y asbesto-cemento. En algunos sectores existen tuberías de diámetros muy reducidos (inferiores a 100 mm), los cuales no cumplen con las NDPAAP de AyA.

Existen válvulas de compuerta para regular presiones en la red de distribución, sin embargo, todas se encuentran operando abiertas actualmente.

Sistema de desinfección

La desinfección del agua se realiza mediante cloro gas aplicado directamente en los pozos. Actualmente, no se cloran los cuatro pozos, sino que solamente el Pozo #1 y #5. La

metodología actual de cloración se considera incorrecta dado que se tiene un bombeo directo a la red, por lo que todos los pozos deben clorarse individualmente.

Según los informes de calidad de agua suministrados por el Laboratorio Nacional de Aguas, con frecuencia se presenta un exceso de cloración del agua, encontrado en varios muestreos en la red de distribución y el tanque de cola.

Operación del sistema

Existen zonas del acueducto que presentan presiones inferiores al límite establecido por las NDPAAP, además de algunas zonas que no tienen presión durante la hora pico.

Los problemas de presiones bajas se presentan en las horas que el sistema tiene una condición de alto flujo. Esto se debe a que las pérdidas de carga por fricción se incrementan a causa de la existencia de diámetros reducidos, así como tuberías muy antiguas, las cuales incrementan su rugosidad con el tiempo de uso.

Los problemas de presión más críticos se presentan en la Urbanización Tulita Sandino y Barrio Lajas, sin embargo, todo el sector Este del sistema presenta presiones inferiores al límite establecido por las NDPAAP (Urb. Chorotega, Urb. Sagamar, Barrio Panamá y la Urb. Santo Cristo de Esquipulas). Para solucionar los problemas de intermitencia en el servicio de agua, así

como los problemas de bajas presiones que se presentan actualmente, deben llevarse a cabo algunos cambios de tuberías en la red de distribución.

Se debe implementar a mediano plazo la propuesta de cambiar la forma de operación del sistema de Santa Cruz: eliminar el bombeo directo a la red y utilizar el tanque nuevo propuesto como tanque de distribución y no tanque de cola. Para esto se debe diseñar y construir una línea de impulsión que conduzca toda la producción del campo de pozos hasta el nuevo tanque, y de ahí distribuir el agua por gravedad a la ciudad.

Luego de la construcción del nuevo tanque deben ejecutarse las mejoras propuestas para la red de distribución. Estas mejoras se deben realizar paulatinamente conforme vaya incrementándose la demanda de agua del sistema, y fueron diseñadas para solventar los problemas de presión que se pueden presentar en el sistema a futuro, bajo las condiciones estimadas de demanda.

Población de diseño

Se realizaron proyecciones de población para el distrito de Santa Cruz, utilizando tres escenarios diferentes de crecimiento poblacional. A partir del escenario escogido para la modelación y diseño de mejoras, se estimó que la población abastecida por el acueducto para el año 2025 será de aproximadamente 16.737 personas, incrementándose para 2035 a 19.486 habitantes.

Consumo

La dotación domiciliar en la ciudad de Santa Cruz es actualmente de 166 L/hab./día y la no domiciliar es de 32 L/hab./día. El porcentaje de ANC calculado es de 60%, lo que representa una dotación de ANC de 288 L/hab./día. El porcentaje de medición es del 100%, con lo que se obtiene una dotación bruta de 486 L/hab./día.

La dotación domiciliar ha disminuido considerablemente, pasando de 203 L/hab./día en 2003 a 166 L/hab./día en 2011. A pesar de esto el valor de la dotación bruta actual es mucho mayor, debido principalmente a que el %ANC pasó de 46% en 2003, a un valor actual de casi 60%, lo que genera un incremento de ANC de 192 L/hab./día a 288 L/hab./día en la actualidad.

La demanda promedio diaria obtenida a partir de la base de datos comercial de AyA es de 70 L/s. Sin embargo, a partir de las mediciones de campo realizadas se encontró que la demanda promedio diaria real es de 60 L/s, por lo que se comprueba que hay deficiencias en la medición y facturación del consumo de los servicios.

A partir de las proyecciones de población y proyecciones de la dotación realizadas, se comprobó la importancia de reducir el %ANC. Si se reduce el porcentaje a un valor de 30% en 2035, la demanda de agua se incrementará tan solo en 10 L/s para este año. Si el % de ANC se

mantiene en el porcentaje actual, la demanda promedio al año 2035 se incrementa hasta 120 L/s (Valores obtenidos para el Escenario II, que fue el elegido para planificar y modelar).

A partir de las mediciones de campo realizadas se obtuvo la curva horaria del sistema.

El factor máximo horario fue de 1,38. Este valor se considera bastante bajo y esto se debe a la elevada cantidad de agua no controlada en el sistema, la cual tiende a generar curvas horarias con picos de consumo menos marcados que los que deberían ser realmente. El factor máximo diario no es posible obtenerlo mediante las mediciones efectuadas debido a que se midieron tan solo cuatro días. El consumo durante horas de la noche es sumamente elevado para una ciudad con tan pocas industrias, por lo que puede ser debido a fugas en el sistema o rebalses en el tanque de cola.

Si se llevan a cabo mejoras para reducir el %ANC la demanda del sistema crece tan poco, que para el año 2035 el sistema puede continuar operando con los mismos cuatro pozos actuales. Si no se llevan a cabo estas mejoras, el valor de la demanda promedio diaria alcanzará valores por encima de la capacidad máxima instalada, por lo que deberán incorporarse nuevos pozos al sistema.

Modelación

Se construyó un modelo hidráulico del sistema utilizando el software WaterCAD/GEMS. Este modelo se logró calibrar de modo que simule las condiciones reales de operación del

sistema. El modelo tiene un problema para simular las condiciones de operación de las 05:00 am a las 07:00 am, sin embargo, a las 08:00 am ya se logra modelar correctamente el sistema (las 08:00 am es la hora de mayor demanda en Santa Cruz). Se intentó encontrar la causa de este problema, pero no fue posible identificarla. Las diferencias de presión obtenidas entre el modelo y las mediciones de campo son menores a los 5 m.c.a, valor considerado aceptable de acuerdo con la información base utilizada para la construcción del modelo.

Es un trabajo que tiene mucha similitud con el trabajo a presentar ya que se utiliza como referencia la Norma del AyA, y utilizando una herramienta de software, se analiza y se recomienda mejoras a un sistema de abastecimiento de agua potable.

Sétimo trabajo López (2018).

Título: “Optimización del sistema de conducción y distribución de agua potable de la ASADA Monte Carlo y Santa Paula”.

Objetivo General.

Optimizar el sistema de conducción y distribución de agua potable de la ASADA Monte Carlo y Santa Paula, mediante un diagnóstico y evaluación hidráulica e hídrica del acueducto del mismo nombre.

Objetivos Específicos.

Realizar un diagnóstico hidráulico e hídrico del estado actual de la red evaluando el sistema de agua potable, mediante un análisis de datos de campo e histórico de la ASADA, ambas actividades siguiendo los parámetros establecidos por el ente rector AyA en su Norma Técnica para el Diseño y Construcción de Sistemas para Proyectos de Abastecimiento de Agua Potable, Saneamiento y Pluviales en Costa Rica (No.2017-281), estableciendo la demanda actual para los 252 abonados que utilizan diariamente el sistema de agua potable.

Para este fin se analiza: caudal máximo diario, caudal máximo horario, caudales de incendio, diámetros y materiales de las tuberías, presiones en puntos críticos de la red, así mismo analizando la oferta y demanda hídrica (balance) estableciendo condiciones en escenarios futuros del sistema y evaluando la red instalada en su totalidad (capacidad del sistema). Datos obtenidos de la ASADA y de campo.

Evaluar el sistema de agua potable de la ASADA Monte Carlo y Santa Paula basado en el programa EPANET y los parámetros establecidos en las Norma Técnica para el Diseño y Construcción de Sistemas para Proyectos de Abastecimiento de Agua Potable, Saneamiento y Pluviales en Costa Rica (No.2017-281) del AyA, integrando la red antigua y las mejoras recientes en un solo modelo, estableciendo soluciones a las posibles deficiencias obtenidas por el programa computarizado y la aplicación de la normativa vigente.

Estimar los costos de cada uno de los puntos donde se establezcan deficiencias en la red de la ASADA Monte Carlo y Santa Paula.

En esta comunidad es urgente hacer mejoras al acueducto debido al crecimiento poblacional de la zona. Mediante la información brindada por la ASADA, y dando un seguimiento a lo estipulado en la Norma del AyA, se pretende determinar las mejoras necesarias que necesita la red existente para aprovechar el caudal disponible, debido al crecimiento sin criterio técnico de los componentes del acueducto no funcionan bien y esto da como resultado un servicio deficiente.

En este trabajo se encuentra una similitud con el trabajo que se va a realizar, ya que se tomará en cuenta y se seguirá lo estipulado en la Norma del AyA para el análisis de un sistema de abastecimiento, con el fin de mejorar la vida de una comunidad.

Octavo trabajo es presentado por Velasco (2016).

Título: “Diseño de Acueducto para la Vereda la Mina, ubicada en la Zona Rural del Municipio de Miranda Cauca”.

Objetivo General:

Diseñar el sistema de acueducto para la vereda La Mina del municipio de Miranda departamento del Cauca, con lo cual se contribuirá a la solución del problema que se viene presentando en cuanto al suministro de agua potable para la comunidad.

Objetivos Específicos:

Diseñar las obras de captación, desarenador, red de distribución y tanque de almacenamiento del acueducto para la vereda La Mina.

Identificar las condiciones de la zona de captación del agua para su correcta distribución.

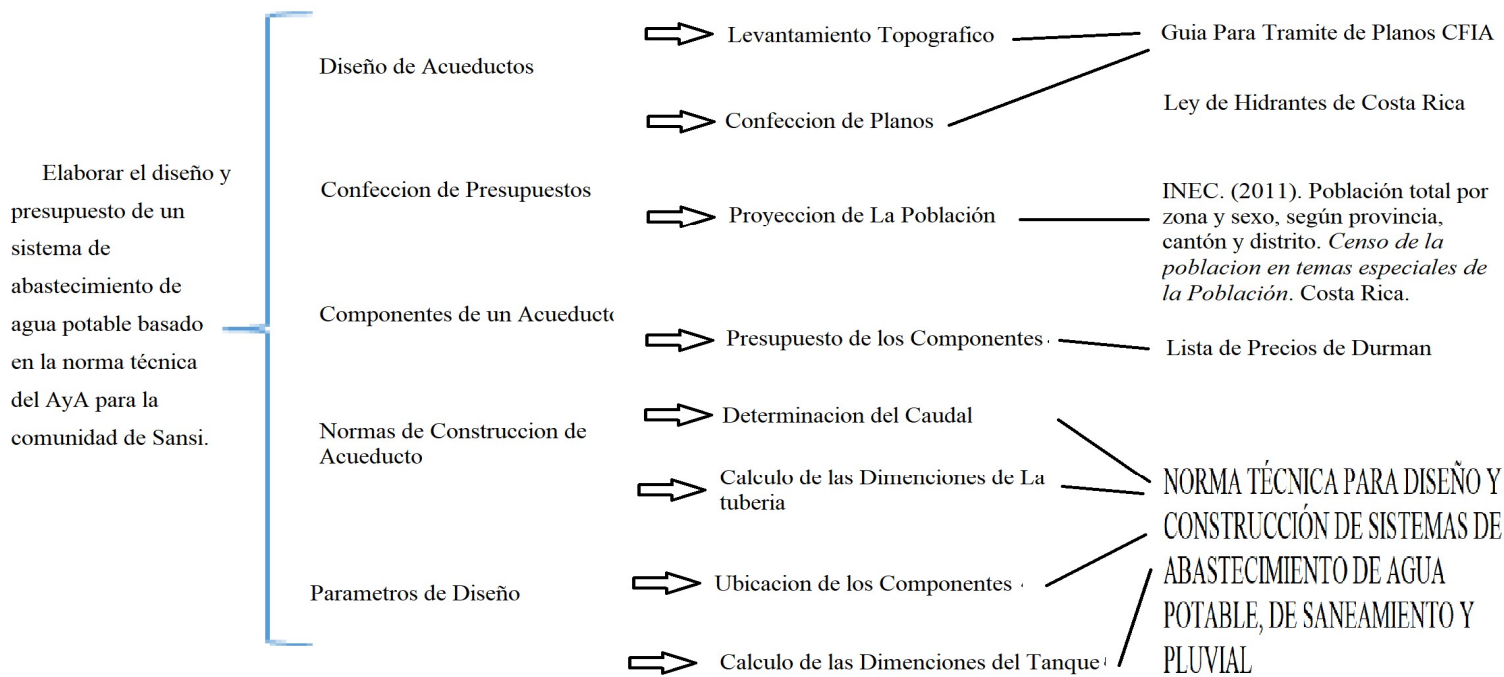
Establecer la población beneficiada.

Evaluar el sistema de acueducto manejado por la vereda, con el fin de proyectar soluciones adecuadas al problema.

Este trabajo tiene como objetivo el diseño de un acueducto para solucionar el problema de abastecimiento de agua potable de dicha comunidad, mediante la aplicación de las normas utilizadas en obras hidráulicas utilizadas para el diseño de acueductos. El autor después de utilizar las normas de diseño presenta un diseño para la construcción del acueducto.

Este trabajo concuerda con el trabajo a realizar, debido a que se trata de solucionar el problema de abastecimiento a una comunidad que no cuenta con el apoyo técnico para poder desarrollarlo, también se observa lo importante que es para una comunidad que trata de superarse poder contar con servicios esenciales, como es el contar con un servicio de agua potable.

Capítulo 2. MARCO TEÓRICO.



2.1 ¿Qué es el agua potable?

El agua potable es el agua que es apta para el consumo humano y animal sin ocasionar ningún daño la salud.

Agua potable: Agua tratada que cumple con las disposiciones de valores recomendables o máximos admisibles estéticos, organolépticos, físicos, químicos, biológicos y microbiológicos, establecidos en el presente reglamento y que al ser consumida por la población no causa daño a la salud. (Decreto N°32327-S, Reglamento para la calidad de agua potable, Publicado en La Gaceta No. 84 del 3 de mayo del 2005).

2.2 ¿Qué es un sistema de abastecimiento de agua?

Un sistema de agua potable es una obra de ingeniería, que permite llevar el agua desde una fuente hasta una casa de habitación, una industria, un edificio de apartamentos, un parque, una plaza etc., con el fin de que se utilice para el consumo humano o labores de limpieza o cocina.

Antes de ser consumida el agua debe de ser sometida a diferentes tratamientos, ya que el agua no se encuentra en estado potable en la naturaleza.

2.2.1 Componentes de un sistema de abasteciendo.

Un sistema de abastecimiento de agua cuenta con diferentes componentes los cuales se describen a continuación.

2.2.1.1 Fuente de agua:

El agua puede ser tomada de reservorios de agua llovida, de nacientes donde el agua subterránea aflora a la superficie, de pozos en donde se extrae el agua subterránea por medio de bombas sumergibles, de agua superficial como ríos, arroyos, embalses o lagos naturales y del mar.

Reservorios de agua llovida, se construyen grandes estructuras hidráulicas capaces de almacenar grandes cantidades de agua llovida con el fin de ser tomada y ser distribuida a las comunidades.



Figura 1. Reservorio, Cajina (2006).

Nacientes, este tipo de toma es donde el agua aflora del suelo y se construye una estructura para que el agua y llevarla a un tanque de almacenamiento ya sea por gravedad o por medio de equipos de bombeo.



Figura 2. Naciente, Geo Consultores,
Consultores ambientales

Pozos: En este caso se perfora un agujero en el suelo para extraer el agua subterránea, se extrae el agua por medio de equipos de bombeo sumergibles o si el pozo es de menos de 7 metros de profundidad puede ser un equipo de bombeo horizontal, y se conduce hacia un tanque de almacenamiento.

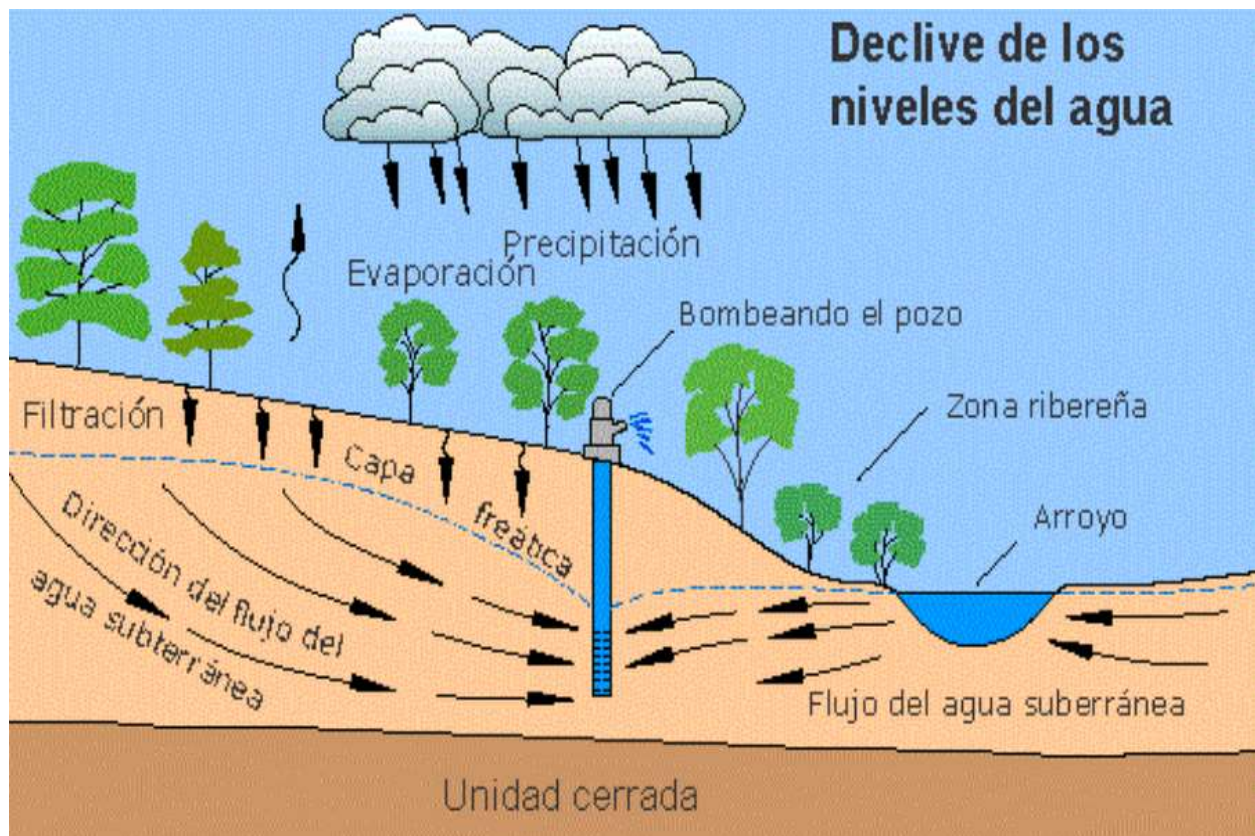


Figura 3. Pozos, Gestión Sostenible del Agua

Aguas superficiales, ríos, arroyos, embalses o lagos naturales: se obtiene el agua por medio tomas de aguas ya sea con equipos de bombeos o por medio de gravedad, igualmente por medio una tubería de conducción se lleva el agua hacia un tanque de almacenamiento.

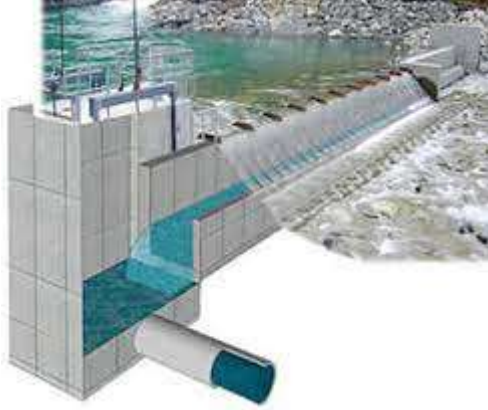


Figura 4. Toma de agua en el río. Coandascreen

El mar: Cuando el agua es tomada del mar siempre se debe pasar el agua por un proceso de desalación, lo que es un proceso sumamente caro por lo que es un método poco utilizado, se utiliza únicamente en lugares donde el agua dulce es muy escasa, debido al costo de las plantas desalinizadoras es muy alto y a que los residuos producidos por la desalinización son sumamente contaminantes. Después pasar por el proceso de desalinización se conduce el agua hacia un tanque de almacenamiento generalmente por medio de equipos de bombeo.

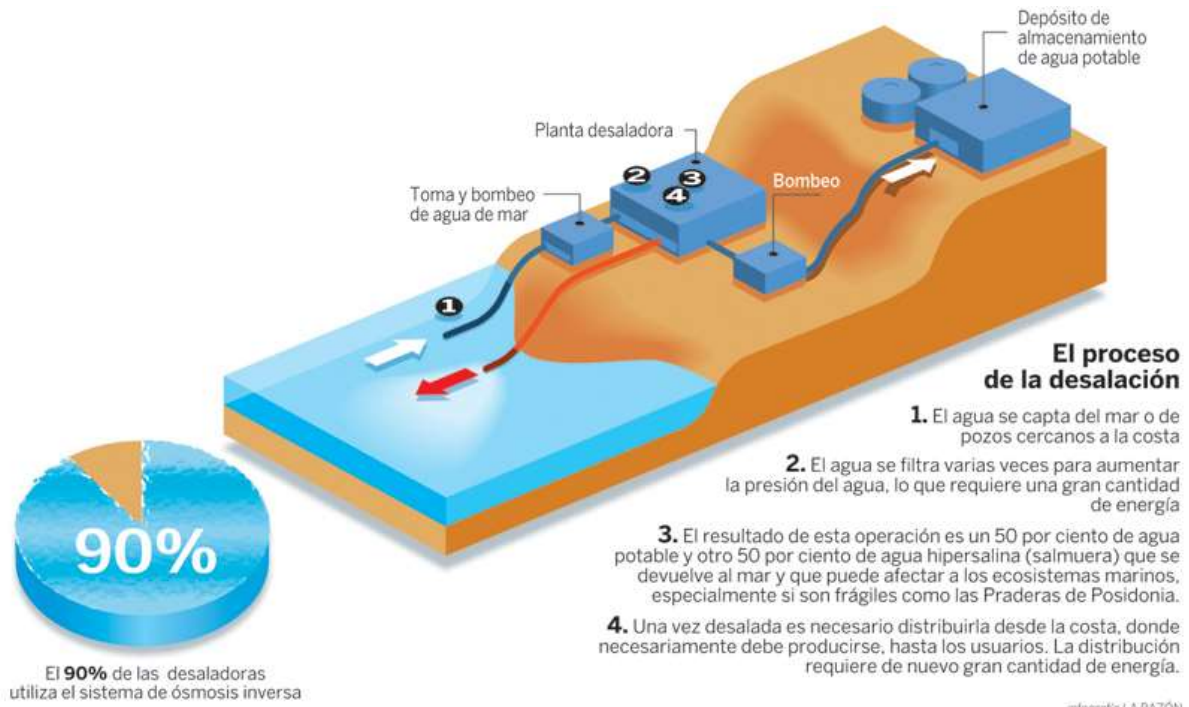


Figura 5. Proceso de Desalinizar. La Razón

2.2.1.2 Desarenador.

Debido al alto contenido de materia en suspensión en los ríos o nacientes presentes en el agua, se debe construir una estructura hidráulica llamada desarenador, el cual se encarga de disminuir partículas en suspensión contenidas en el agua, esto se logra disminuyendo la velocidad del agua por medio de cámaras, como la velocidad del agua disminuye y las partículas suspendidas en el agua son más pesadas que el agua se precipitan sedimentándose en el piso del desarenador y cada vez que se acumula una cantidad considerable de partículas, se debe limpiar.

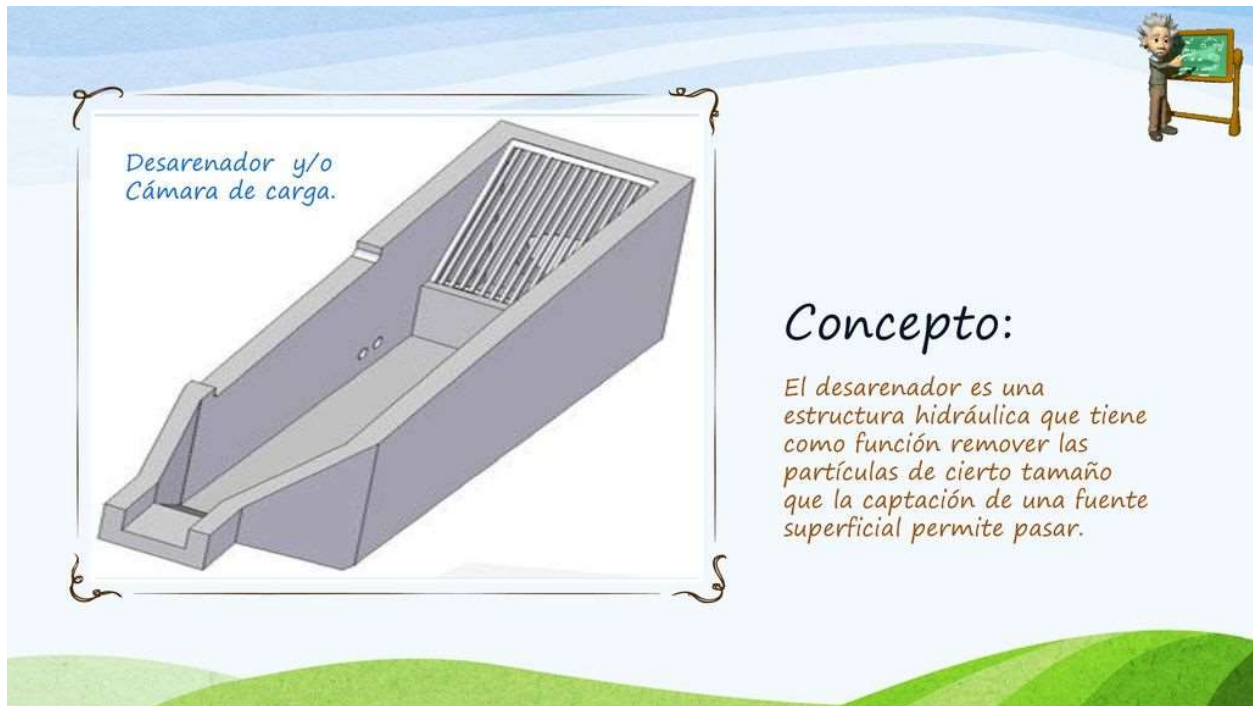


Figura 6. Desarenador. Louis Narváez

2.2.1.3 Tuberías de Conducción y Distribución.

2.2.1.3.1 Las tuberías de conducción

son las tuberías encargadas de transportar el agua desde la toma a la planta de tratamiento, plantas potabilizadoras o tanque de almacenamiento, son tuberías que transportan el agua a presión.

2.2.1.3.2 Las tuberías de distribución:

Son las tuberías que distribuyen el agua a toda la red, salen de los tanques de almacenamiento hasta las casas, edificios, industrias y demás lugares, transportan el agua a presión.

Los materiales de estas tuberías son generalmente de PVC, Hierro Dúctil, Hierro Galvanizado, Polietileno de alta densidad, Asbesto Cemento, Acero y cobre.

2.2.1.3.2.1 Tubería de Hierro Fundido:

Diámetros comerciales desde 3" hasta 48"

Ventajas: puede durar más de 100 años, bajos problemas de corrosión, se puede manejar presiones muy altas de más 350 psi.

Desventajas: costos altos de instalación, difícil instalación, se debe de tener equipo especial para cortar y hacer conexiones, muy pesado.

2.2.1.3.2.2 Tubería de Acero:

Sus diámetros comerciales varían de 2" hasta 72".

Ventajas: tienen una vida útil muy prolongada, puede estar expuesto al sol, se pueden manejar presiones elevadas.

Desventajas: alto costo, difícil instalación, sufre daños de corrosión.

2.2.1.3.2.3 Tuberías de asbesto-cemento:

Diámetros comerciales de 4" hasta 36".

Ventajas fácil instalación, muy ligeras y resiste a la corrosión.

Desventajas: se ha demostrado que el asbesto es cancerígeno por lo que en la actualidad ya casi no se utiliza, muy frágiles por lo que se quiebran muy fácilmente.

2.2.1.3.2.4 Tuberías de polietileno de alta densidad:

Diámetros comerciales de ½” hasta 18”.

Ventajas: son flexibles, fácil de instalar, se puede instalar con el método de perforación horizontal dirigida, son económicas, no pierden sus cualidades físicas en presencia de los rayos ultravioletas.

Desventajas: resiste presiones bajas de diseño, se debe contar con equipo especial para reparar una fuga, el instalador debe de estar certificados.

2.2.1.3.2.5 Tuberías de hierro galvanizado:

Los diámetros más comercializados son de ½” hasta 10”.

Ventajas: fácil instalación, livianos, resisten altas presiones, alta resistencia a la corrosión.

Desventajas: costo elevado, coeficiente de C alto.

2.2.1.3.2.6 PVC (policloruro de vinilo):

Es una combinación química de carbono, hidrógeno y cloro. Sus componentes provienen del petróleo bruto (43%) y de la sal (57%). Es el plástico con menos dependencia del petróleo.

Los diámetros comerciales van desde ½” hasta 18”.

Ventajas: Tienen una vida útil prolongada, es muy fácil de instalar, es liviano y fácil de hacer conexiones, es fácil de cambiar de diámetro.

Desventajas: Es frágil, puede sufrir daños por vandalismo muy fácil, no se puede exponer al sol.

El PVC se clasifica en diferentes cédulas o SDR, el cual es una relación entre el diámetro externo y diámetro interno, lo cual una clasificación de SDR17, SDR26, SDR 32,5, SDR41, los cuales son los más utilizados en el mercado, siendo el SDR 17 el de mayor grosor de pared y el SDR41 el de menor grosor de pared, por lo que las presiones que resiste el de SDR17 son mucho mayores a los que resiste el SDR 41.

2.2.1.4 Tanque de almacenamiento

La función del tanque de almacenamiento es almacenar el caudal requerido para compensar las fluctuaciones de la demanda diaria, tener la capacidad de caudal para combatir los incendios y mantener una reserva para interrupciones del caudal de la toma.

La capacidad de almacenaje de un tanque se determina de la suma del volumen de consumo, de incendio y de reserva de interrupciones.

El volumen de consumo es el volumen promedio que consume la población de donde se va a construir el sistema de abasteciendo, si no se cuenta con un histórico se debe determinar por medio tablas las cuales se encuentran NORMA TÉCNICA PARA DISEÑO Y

CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DE SANEAMIENTO Y PLUVIAL.

2.2.1.4.1 Tipos de tanques

Los tanques se clasifican tomando en cuenta el material utilizado para su construcción, pueden ser tanques de acero, tanques de concreto armado, tanques en mampostería y tanques de acero vitrificado.

2.2.1.4.1.1 Tanques de acero

Son tanques que construyen en sitio utilizando láminas de acero, las cuales se van soldando en sitio, siguiendo una serie de normas para que cumplan para contener agua para consumo humano.

Esto tanques debe de ser pintados con pinturas especiales para evitar la corrosión, necesitan de gran mantenimiento y su vida útil es muy baja.



Figura 7. Tanque de Acero, Superior Tank Co. Inc.

2.2.1.4.1.2 Tanque de acero vitrificado.

Estos tanques son contruidos de una aleación de vidrio fusionado al acero lo que le da una gran resistencia a la corrosión, son prefabricados y se ensamblan en sitio por lo que da una gran ventaja de construcción. En comparación a un tanque de concreto en mampostería o concreto armado, se vuelven en una alternativa, en tanques de más de 500 metros cúbicos ya que en tanques de menos de esta capacidad no son tan rentables.



Figura 8. tanque vitrificado, Primero Noticias

2.2.1.4.1.3 Tanques de concreto armado:

Son tanques construidos en sitio, su vida útil depende mucho del mantenimiento, muy susceptibles a temblores, se debe prestar mucha atención al momento de hacer la chorrea de las paredes ya que una grieta en la pared podría generar una fuga muy difícil de reparar, además se debe prestar atención en la impermeabilización de las paredes para evitar fugas, los materiales a utilizar deben cumplir con las normas para ser utilizada en agua potable.



Figura 9. Tanque de Concreto Armado, Industrias Bendig

2.2.1.4.1.4 Tanques de mampostería:

Son tanques construidos de bloques, normalmente de menos de 100 metros cúbicos, en los cuales se deben de tener mucho cuidado a la hora de colocar los bloques ya que si no se rellenan bien las celdas y las sisas podría generar muchas fugas. Son una opción muy utilizada en el país, debe de tener mucho mantenimiento de lo contrario su vida útil se reduce considerablemente.



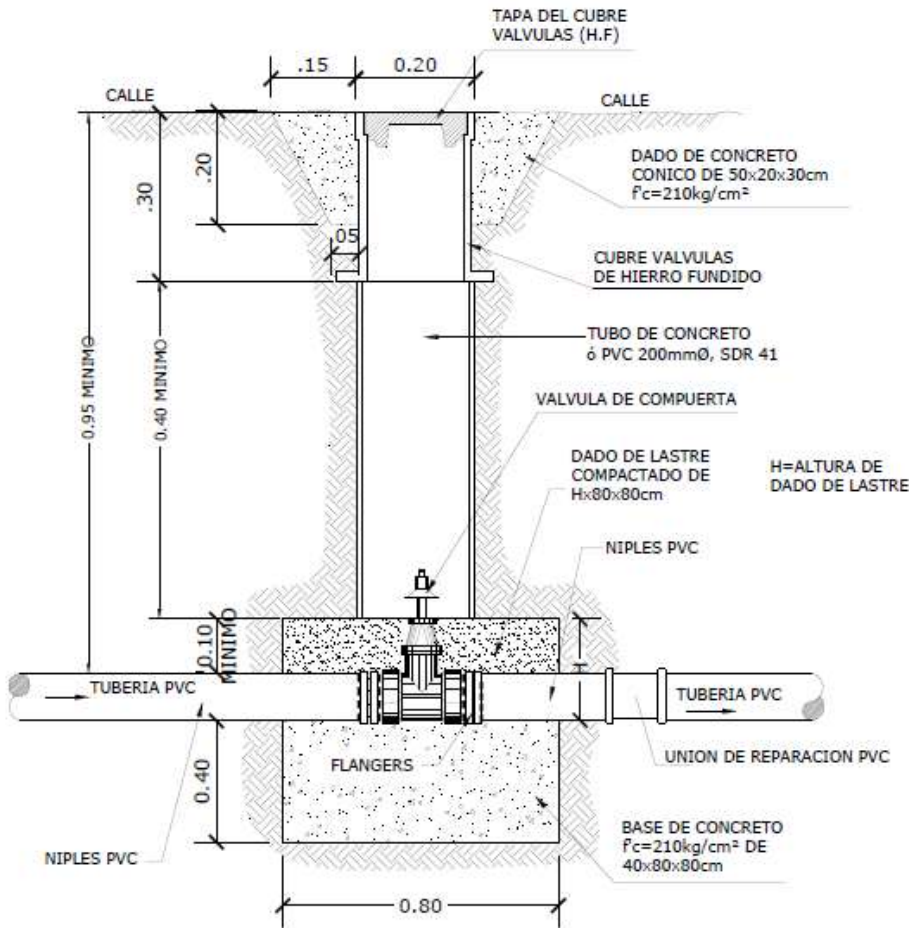
Figura 10. Tanque de Mampostería. Prodisi

2.2.1.5 Válvulas de seccionamiento.

Las válvulas de seccionamiento son las válvulas que se colocan en el sistema de abastecimiento para fraccionar el sistema, con el fin de que si algún ramal o sección del sistema sufre una ruptura o desperfecto se pueda cerrar ese tramo del sistema sin tener que parar todo el sistema,

además se colocan también en la salida de los tanques y entradas para cerrar el paso del agua.

Las más utilizadas son las de compuerta, y se deben de instalar de la siguiente manera.



NOTA: H IGUAL A LA SUMA DEL DIAMETRO DE LA TUBERIA MAS 10cm.

Figura 11. Instalación de Válvula de Compuerta. Planos AyA

2.2.1.5 Válvulas de Aire o ventosas.

Son válvulas encargadas de evacuar e introducir el aire en la tubería, el aire entra a la tubería por diferentes razones, en el momento que se empieza a llenar la tubería, cuando hay una fuga y se debe reparar la tubería, cuando el sistema se queda sin agua. Es importante sacar el aire en la tubería ya que las burbujas de aire se acumulan en los cambios de dirección, cambios de diámetro en los lugares más altos y lugares más bajos, formando bolsas de aire que disminuyen el área de paso del agua y en algunos casos obstruyendo el paso del agua en su totalidad. Además de sacar el aire las válvulas de aire también se encargan de introducir el aire, y esto porque es importante, cuando el sistema se queda sin agua por una avería o porque se obstruye la tubería, por medio de la succión que ejerce el agua aguas abajo se crea un vacío en la tubería que podría causar que la tubería se colapse, es el mismo fenómeno que ocurre cuando se aspira una botella plástica, la botella se colapsa, esto mismo le pasaría a la tubería si no tuviera un mecanismo de introducir aire.

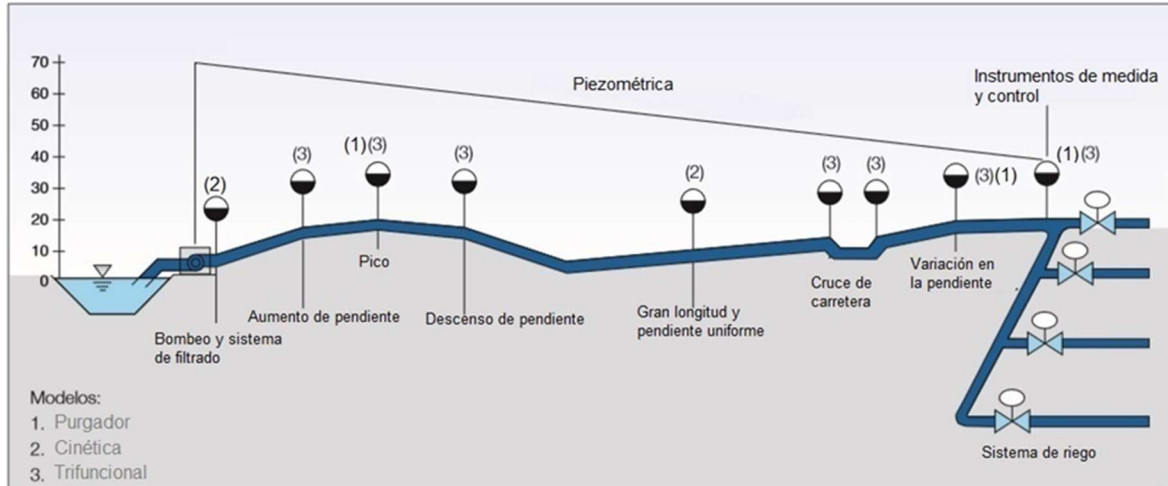


Figura 12. Interface de programa de Bermad.

Las válvulas de aire se deben de colocar en el inicio del sistema, para evitar que el sistema colapse, en los puntos más altos porque es donde se acumulan las burbujas de aire y pueden obstruir las tuberías, en los cambios bruscos de dirección ya que en estos sitios se acumula el aire también, y en tramos muy largos de tubería, ya que en estos tramos se acumula el aire en la parte superior de la tubería y en velocidades altas del flujo puede causar daños de corte en la tubería.

2.2.1.6 Válvulas de Purga o limpieza.

Las válvulas de purga son similares a las válvulas de seccionamiento, de hecho se instalan de la misma forma (figura.10), con la diferencia que las válvulas de purga no van en la línea de la tubería, si no por el contrario se le hace una interconexión a la tubería para colocarlas, su función

es limpiar la tubería o vaciar la tubería en el caso que así se requiera, por ese motivo se colocan en los punto más bajos de la tubería, especialmente en pasos de ríos o alcantarillas, para aprovechar estos cuerpos de agua y poder desechar el agua.



Figura 13. Válvula de Purga, David Santiago

2.2.1.7 SISTEMAS DE BOMBEO.

El sistema de bombeo tiene como objeto elevar la presión del fluido para vencer la resistencia que opondrá el circuito a su circulación. Las presiones de trabajo deben ser tales que se garanticen en todo momento que el fluido permanece en estado líquido y que no hay vaporización.

¿Para qué sirve una bomba de agua?

- ✓ Drenar el agua de un sótano.
- ✓ Extraer agua de un pozo.
- ✓ Trasladar agua de un lugar a otro, aún a diferentes niveles del suelo.
- ✓ Incrementar la presión o el caudal de agua.
- ✓ Vaciar y llenar piscinas, estanques o bañeras de hidromasaje.
- ✓ Drenar zonas poco profundas que están inundadas.

Las bombas para agua se pueden clasificar de acuerdo con su modo de funcionamiento. En este caso tenemos dos tipos principales:

2.2.1.7.1 Bombas centrífugas

Usan un impulsor giratorio para mover el agua en la bomba y presurizar el flujo de descarga.

Pueden procesar todo tipo de líquidos (agua, vino, leche, etc.), incluso de baja viscosidad. Estas bombas funcionan adecuadamente con líquidos ligeros y altos caudales. Usos más comunes:

Edificios: bombear el suministro de agua y en lugares donde no se requiere altura de succión.

Pozos de agua: sistemas de abastecimiento de agua para uso doméstico.

Sistemas de protección contra incendios: proporcionar una fuente de presión continua, pero estas bombas deben cumplir con las normas pertinentes.

Circulación de agua caliente: para mover agua en un sistema cerrado que requiere pequeña carga hidrostática.

Pozos negros: pueden ser bombas de agua horizontal o vertical, operadas por un interruptor automático controlado por el flotante.

Aplicaciones generales: aumentar la presión en la toma de agua.

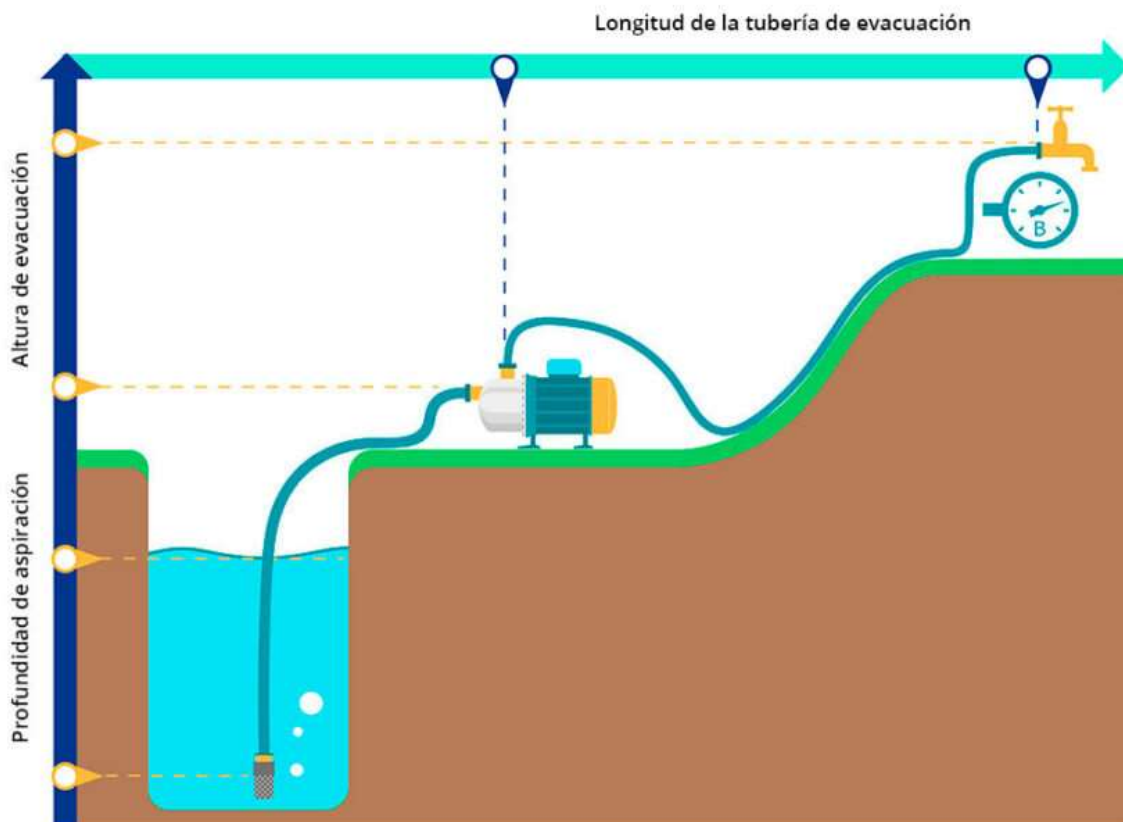


Figura 14, Bomba centrífuga. Bombas de Agua.com

2.2.1.7.2 Bombas de desplazamiento positivo o volumétrico.

Suministran una cantidad fija de flujo mediante la contracción y expansión mecánica de un diafragma flexible. Pueden ser de tipo reciprocante o de tipo rotatorio, y son ideales en muchas industrias que manejan líquidos de alta viscosidad o donde están presentes sólidos sensibles. Se recomiendan para combinaciones de bajo caudal y alta presión, líquidos de alta viscosidad u otras aplicaciones.

BOMBAS DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO



Figura 15, Bombas de desplazamiento Positivo. Luis González

2.2.1.7.3 Bombas sumergibles

Las bombas sumergibles son máquinas capaces de impulsar líquidos estando sumergidas en agua o en cualquier líquido, incluso a grandes profundidades. Se caracterizan por ser la unión del cuerpo de la bomba y el motor. Ambos son sumergidos juntos, ya que están dentro de la misma estructura.

A diferencia de otros tipos de bombas, las sumergibles no dependen de la presión del aire que las rodea, así que pueden impulsar los líquidos a alturas considerables.

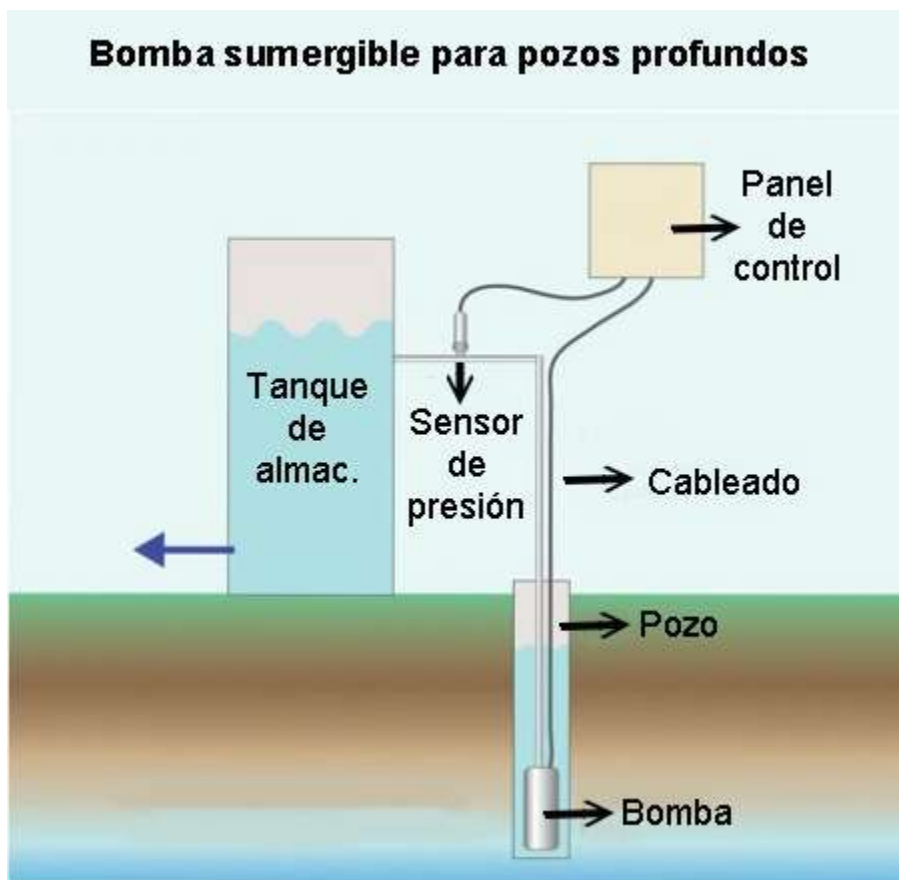


Figura 16. Bombas Sumergibles. Juan Sánchez

2.2.2 Tipos de sistemas de Abastecimiento

Los sistemas de abastecimiento se dividen en dos tipos dependiendo si el agua es distribuida por gravedad o por sistema de bombeos.

2.2.2.1 Sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad.

En este sistema el agua es impulsada por la diferencia de altura de la toma de agua a los consumidores, el agua es impulsada por la energía potencial, sin utilizar energía externa. En este sistema se lleva el agua de la toma hasta el tanque de abastecimiento por gravedad y del tanque de almacenamiento a todos los consumidores.

Por medio del estudio topográfico se debe verificar que el tanque de almacenamiento tenga la altura necesaria para llegar a todos los consumidores, es importante tomar en cuenta las pérdidas por fricción de la tubería y pérdidas secundarias del sistema.

2.2.2.2 Sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo.

En este caso el agua es impulsado por un equipo de bombeo el cual se coloca en la toma, la potencia a la que se debe impulsar el agua se calcula sumando la diferencia de altura de la toma al usuario más alto, las pérdidas por fricción de la tubería y las pérdidas secundarias del sistema, llamado carga dinámica total del sistema.

2.2.2.3 Sistema de abastecimiento de agua potable mixto.

En algunos casos el sistema puede ser mixto, ya que se debe de impulsar el agua de la toma al tanque de almacenamiento por medio de un equipo de bombeo y del tanque de almacenamiento a los usuarios por gravedad o también puede ser que de la toma al tanque de almacenamiento puede ser por gravedad y del tanque de abasteciendo a los usuarios sea por medio de equipos de bombeo.

2.3 Diseño

2.3.1 Población servida

Para el cálculo de la población se toma el consumo equivalente según el tipo de prevista, como lo describe el siguiente cuadro, y se compara con el consumo equivalente a una casa de habitación (AyA, 12).

Tabla 1. Consumos equivalentes para diferentes tipos de previstas.

Tipo de actividad del nuevo desarrollo	Unidades de cálculo (UC)	Unidad de consumo equivalente (UCE) o Servicios equivalentes (SE) *
Hoteles, Moteles	Habitación	Un servicio Equivalente por cada 3 Unidades de Cálculo
Escuelas, colegios o centros de educación y capacitación	Estudiante	Un servicio Equivalente por cada 25 Unidades de Cálculo
Bodegas, industrias o centros de acopio, almacenamiento y distribución	Metro cuadrado de área de parcela o predio (incluyendo parqueos y áreas verdes, excluyendo áreas de protección de ríos y quebradas)	Un servicio Equivalente por cada 500 Unidad de Cálculo
Restaurantes, sodas Bares y similares	Metro cuadrado de área de parcela o predio. (incluyendo parqueos y áreas verdes, excluyendo áreas de protección de ríos y quebradas)	Un servicio Equivalente por cada 100 Unidad de Cálculo
Locales comerciales, Centros comerciales,	Metro cuadrado de área de parcela o predio	Un servicio Equivalente por cada 200 Unidad de Cálculo

Tipo de actividad del nuevo desarrollo	Unidades de cálculo (UC)	Unidad de consumo equivalente (UCE) o Servicios equivalentes (SE) *
oficinas administrativas y bancarias (industrial, o general)	(incluyendo parqueos y áreas verdes, excluyendo áreas de protección de ríos y quebradas)	
Parcelamiento agrícola con frente a calle pública	Metro cuadrado del área de parcela	Un servicio Equivalente por cada 500 Unidades de Cálculo
Parcelamiento agrícola con frente a servidumbre	Metro cuadrado del área de parcela	Un servicio Equivalente por cada 5000 Unidades de Cálculo
Centros de recreación, turísticos o club campestre.	Metro cuadrado de área de parcela o predio (incluyendo parqueos y áreas verdes, excluyendo áreas de protección de ríos y quebradas)	Un servicio Equivalente por cada 200 Unidad de Cálculo

Fuente: NORMA TÉCNICA PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DE SANEAMIENTO Y PLUVIAL (2017).

En proyectos mixtos (varios tipos de actividad) el cálculo de unidades equivalentes debe realizarse de manera independiente para cada tipo de actividad; el valor final será la suma de las unidades habitacionales y todas las unidades equivalentes (AyA, 13).

En caso de que el tipo de actividad no esté contemplada dentro de la clasificación indicada en la tabla anterior, se debe someter al AyA una propuesta para el cálculo de servicios equivalentes, aportando la documentación de respaldo (AyA, 13).

2.3.2 Dotación

Según la NORMA TÉCNICA PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DE SANEAMIENTO Y PLUVIAL (2017) se indica que:

Para el diseño del sistema de abastecimiento se deben aplicar las siguientes dotaciones brutas:

Datos de los patrones de consumos y demandas de la localidad en estudio, según datos reales, si los mismos se tienen a disposición del diseñador.

Cuando no existan datos reales de los patrones de consumos y demandas de la localidad en estudio, se deben utilizar los siguientes valores mínimos:

Poblaciones rurales: 200 l/p/d; en caso de zonas rurales costeras se aplicará la dotación establecida para “Población costera”

Poblaciones urbanas: 300 l/p/d

Poblaciones costeras: 375 l/p/d

Área Metropolitana: 375 l/p/d

Las dotaciones que se indican corresponden a consumo poblacional de agua potable, por lo que no aplican para calcular la demanda de agua requerida como materia prima o insumo a procesos industriales, agroindustriales u otros (AyA, 15).

2.3.3 Caudales de diseño

Para el diseño del sistema de abastecimiento se deben aplicar los siguientes factores (AyA, 15):

El caudal máximo diario será igual a 1,2 veces el caudal promedio diario, es decir el factor máximo diario (FMD) es 1,2.

El caudal máximo horario será igual a 1,80 veces el caudal máximo diario, es

decir el factor máximo horario (FMH) es 1,80.

En dónde:

$$QMD = QPD \times FMD$$

QMD: caudal máximo diario

QPD: caudal promedio diario

FMD: factor máximo diario

2.3.3.1 Caudal de incendio y ubicación del hidrante

El caudal de incendio, la ubicación y el tipo de los hidrantes requeridos para el proyecto, así como cualquier otro sistema alternativo o volúmenes de reserva, deben ser definidos de forma tal que se cumpla con los requerimientos técnicos que establece el Benemérito Cuerpo de Bomberos, de conformidad con lo dispuesto en la Ley N°8641 y sus reformas y en el Reglamento a la Ley N°8641 vigente y en La Ley N°8228 y sus reformas y en el Reglamento a la Ley N° 8228 vigente (AyA, 15).

2.3.3.2 Caudal coincidente

El caudal coincidente se calculará a partir de la suma del caudal máximo diario y el caudal de incendio (AyA, 16).

Todo punto del desarrollo que contenga algún tipo de infraestructura de vivienda, comercio, o servicios, debe quedar a una distancia máxima de 90 m de cualquier hidrante; lo anterior no incluye zonas verdes, recreativas o parques.

2.3.4 Presiones y velocidades en redes de distribución

2.3.4.1 Presiones admisibles

Se establecen las siguientes limitaciones a las presiones en la red (Villa, et al., 83):

2.3.4.2 Presión máxima

La limitación de presión máxima viene fijada por la resistencia de las tuberías, dato normalmente aportado por el fabricante.

Es necesario tener en cuenta la presión estática en cada punto de consumo, pues habitualmente es ésta la mayor presión a la que está sometido.

Debido al fenómeno de golpe de ariete (que conlleva una sobrepresión aproximada de 8 m.c.a.), se estima que no es bueno que la presión estática de la red de distribución sobrepase los 60 m.c.a. (Villa, et al., 83).

De acuerdo con la NORMA TÉCNICA PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DE SANEAMIENTO Y PLUVIAL (2017), la presión de funcionamiento en el sistema, normalmente, no deberá exceder 50 m.c.a. con relación

al nivel medio del tanque, en la condición de presión estática nocturna. Sin embargo, se aceptarán presiones de hasta 75 m.c.a cuando el área abastecida esté situada en terreno excesivamente inclinado o cuando así convenga para aprovechar la infraestructura existente.

2.3.4.3 Las presiones de aceptación o de prueba.

Las tuberías se someterán a una prueba de presión hidrostática equivalente a una y media vez la presión de trabajo del tubo correspondiente que se prueba, no siendo inferior, en ningún caso, a 10 kg/cm² (100 metros carga de agua). Esta presión de prueba deberá mantenerse durante un período no menor de una hora, sin que haya variación de descenso en el manómetro.

2.3.4.4 Presión mínima

Este mínimo se establece para asegurar que el agua llega al punto de consumo en condiciones de presión suficiente.

Normalmente se considera una presión suficiente 5 m.c.a.

Sin embargo, de acuerdo con la NORMA TÉCNICA PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DE SANEAMIENTO Y PLUVIAL. (2017) se considera presiones en la red de distribución. La presión dinámica mínima en el punto crítico de la red de distribución no deberá ser menor de 15 m.c.a. al momento de máxima demanda horaria, con relación al nivel medio del tanque. Sin embargo, en condiciones de zonas muy llanas, se aceptará un mínimo de 10 m.c.a. (NORMA TÉCNICA PARA DISEÑO

Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DE SANEAMIENTO Y PLUVIAL (2017)) al momento de la máxima demanda horaria, con relación al nivel medio del tanque de almacenamiento.

2.3.4.5 Velocidades admisibles

La velocidad máxima se limita por varios motivos (Villa, et al., 83):

- Aumento de pérdidas localizadas.
- Desgaste de las tuberías.
- Golpe de ariete.

Las recomendaciones más habituales son las siguientes:

Tabla 2. Velocidades máximas

Diámetro interior, mm	Velocidad máxima, m/s
<150	1,5
<600	2
>600	2,5

Fuente: tomado de Villa, et al., (2005)

2.3.4.6 Velocidad mínima

La velocidad mínima se impone por criterios de no-deposición de sólidos en el interior de las tuberías y por criterios de salubridad (Villa, et al., 83)

Se recomienda como mínimo aconsejable para todas las tuberías un valor de 0,6 m/s.

Según la NORMA TÉCNICA PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DE SANEAMIENTO Y PLUVIAL (2017) se indica que:

La velocidad máxima en redes de distribución es de 3,0 m/s.

La velocidad máxima en líneas de conducción y de aducción es de 5,0 m/s y la mínima de 0,60 m/s. En los casos en los que se obtengan valores de velocidad inferiores al mínimo establecido, prevalecerá el criterio de diámetro mínimo de la tubería.

2.3.5 Capacidad del Tanque

La capacidad del almacenamiento de un reservorio en el medio rural es función, principalmente, del volumen de regulación para atender las variaciones del consumo de la población.

2.3.5.1 Determinación del volumen de regulación

Los tanques deben permitir que las demandas máximas que se producen en el consumo sean satisfechas cabalmente, al igual que cualquier variación en los consumos registrados en las 24 horas del día, proveyendo presiones adecuadas en la red de distribución.

Los tanques tienen la función de almacenar el agua sobrante cuando el caudal de consumo sea menor que el de abastecimiento y aportar la diferencia entre ambos cuando sea mayor el de consumo.

La capacidad así requerida se denominará de regulación o de capacidad mínima (AyA, 17).

2.3.5.2 Volumen de regulación del consumo

Es el volumen requerido para compensar las fluctuaciones horarias del consumo. Debe ser determinado para cada caso en particular, utilizando curvas de consumo reales, en caso de no disponer la información anterior y si el caudal que alimenta el tanque es constante e igual al caudal promedio requerido por la zona abastecida por el depósito, se aplicará un volumen equivalente al 14% del volumen promedio diario (AyA, 18).

2.3.5.3 Volumen de reserva para incendios

Este volumen corresponde a la cantidad de agua necesaria para suministrar el caudal de incendio (AyA, 18)

Tabla 3. Cálculo de Volumen para incendio.

Cuadro 14. Cálculo de volumen para incendio

Número de habitantes	Caudal de incendio (l/s)	Duración del incendio (horas)	Volumen de almacenamiento (m ³)
5 000 a 15 000	8	3	90
15 000 a 30 000	16	3	170
30 000 a 60 000	24	3	260
60 000 a 120 000	40	4	580
120 000 a 200 000	48	4	690
200 000 a 300 000	64	4	920

Fuente: NORMA TÉCNICA PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DE SANEAMIENTO Y PLUVIAL (2017).

Para poblaciones menores a los 5000 habitantes, se acepta que el incendio se atienda con el volumen de regulación. Sin embargo, en el artículo 5 del Reglamento a la Ley de Declaratoria del Servicio de Hidrantes como Servicio Público y Reforma de Leyes Conexas (N°8641) se indica que "...Si el hidrante está conectado a un tanque de almacenamiento de agua, el tanque debe tener como reserva adicional para incendio 15 metros cúbicos de agua para conjuntos habitacionales cuyas casas estén separadas y 22 metros cúbicos de agua para conjuntos habitacionales cuyas casas sean contiguas..."

2.3.5.4 Volumen de reserva por interrupciones

Es el volumen de reserva por interrupciones en la prestación del servicio, que debe ser como mínimo el volumen correspondiente a un período de cuatro horas del caudal promedio diario (AyA, 18).

2.3.5.5 Volumen total de almacenamiento

Este volumen es el resultado de la suma de los volúmenes anteriormente indicados (AyA, 18).

Capítulo 3. MARCO METODOLÓGICO.

Tabla 4. Marco metodológico

Objetivo	Desarrollo del Proyecto	Técnicas por Utilizar	Sujetos o Fuentes de Información
Diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Sansi.	Levantamiento Topográfico.	La comunidad va a Facilitar el Levantamiento Topográfico.	La Comunidad de Sansi
	Determinar La Cantidad de Personas.	Censo	Visita de Campo
	Cálculo de la dotación Diría.	Cálculos Matemáticos	Norma Técnica del AyA
	Cálculo de Caudal Necesario.	Cálculos Matemáticos	Norma Técnica del AyA
	Cálculo de las Dimensiones de la Tubería.	Hoja de Cálculo Excel	Tecnología en Uso de Aguas
	Cálculo de las Dimensiones del Tanque.	Cálculos Matemáticos	Norma Técnica del AyA
Elaborar planos constructivos de un tanque de almacenamiento en mampostería, los diámetros y grosor de la tubería de PVC, ubicación de las válvulas y demás accesorios de control y distribución de un acueducto.	Dibujar todos los componentes del Sistema.	Software AutoCad	Especificaciones de CFIA

<p>Confeccionar un presupuesto y un cronograma de trabajo con el fin que la comunidad pueda presentarlo ante el INDER.</p>	<p>Hacer una lista de labores y proporcionar un tiempo de ejecución.</p> <p>Hacerle una lista de materiales y determinar el precio de mercado.</p>	<p>Utilizando el software MS Project</p> <p>Por medio de solicitud de cotizaciones a los proveedores de equipo para acueductos.</p>	
--	--	---	--

3.1 Enfoque de la Investigación

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo, para este enfoque Barrantes Echavarría (2010) define lo siguiente:

La investigación cuantitativa asume una concepción global positivista, hipotética-deductiva, objetiva, particularista y orientada a los resultados.

Se desarrolla directamente en la tarea de verificar y comprobar teorías por medio de estudios muestrales representativos. Aplica las encuestas y medidas objetivas, utilizando instrumentos sometidos a pruebas de validación y confiabilidad. El investigador es un elemento externo al objeto que investiga. En este proceso utiliza las técnicas estadísticas de análisis de datos y generaliza los resultados. Además, parte de constructos hipotéticos para explicar ciertos fenómenos. Dentro del enfoque puede ubicarse la investigación descriptiva, la experimental, ex post facto, la histórica y algunas otras que llevan esa misma línea de acción.

Se determina que la investigación es cuantitativa debido a que se establecerá un diseño para la zona en estudio, se identificarán y diseñarán las fuentes de captación de agua que suplan las necesidades futuras de la comunidad, se realizará una propuesta de Diseño del Sistema de abastecimiento de agua potable para el Asentamiento Campesino Sansi, ubicado en el distrito San Vito , del cantón Coto Brus de la provincia de Puntarenas, con una proyección a 25 años y se realizará una estimación de la inversión necesaria en la optimización del acueducto.

3.2 Tipo de la Investigación

La presente investigación es de tipo descriptiva, explicativa, de campo o sobre terreno. Para estos tipos de investigación Barrantes Echavarría (2010) define lo siguiente:

Descriptiva: Describe fenómenos, se sitúa en un primer nivel del conocimiento científico, usa la observación, estudios correlacionales y de desarrollo.

Explicativa: explica los fenómenos y el estudio de sus relaciones para conocer su estructura y los aspectos que intervienen en su dinámica.

De campo o sobre el terreno: son estudios que se realizan en situaciones naturales y que permiten, con mayor libertad generalizar los resultados a relaciones a fines, no permite un riguroso control como el de laboratorio.

3.3 Recopilación y Análisis de Información

Se realizará la recopilación y análisis de la información existente, con el objetivo de hacer una selección y valoración de estudios preliminares realizados sobre el área de estudio, así como información pública relevante que permita limitar los alcances de la presente investigación.

3.4 Diagnóstico de la Situación Actual del Servicio de Agua Potable

Para llevar a cabo este diagnóstico, se realizará como primera una reunión con la comunidad para que se nos entregue el levantamiento topográfico plani-altimétrico en una faja de ancho variable de entre 10 y 15 m, y curvas de nivel cada 0.25 m, el cual fue pagado hacer por ellos, además se entregara el aforo echo en la captación.

Se hará visita de campo para determinar la cantidad de viviendas, y otros usuarios del sistema.

3.5 Análisis Cualitativo del Agua de Servicio

En este acápite se tomarán muestras de agua de la captación de abastecimiento, a fin de realizar el análisis bacteriológico y de potabilidad correspondiente según normas del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados y el Ministerio de Salud de Costa Rica.

3.6 Interpretación de la Información Demográfica

Los métodos para calcular la población futura son importantes para un proyecto de abastecimiento de agua, ya que nos indican cuantas personas se van a ver beneficiadas en un

determinado período tiempo, en otras palabras, nos ayudan a establecer la población de diseño, la cual se determina a partir de la población actual.

Para el cálculo de la población de diseño o futura intervienen variables como: crecimiento histórico, variación de las tasas de crecimiento y características migratorias.

3.7 Metodologías de cálculo

El conocimiento de la población futura es importante para áreas de estudio como la economía, la ingeniería, sociología, turismo, política, etc. Demandan, por ejemplo, conocer la población total por edad y sexo, de tal forma que puedan ser competentes para determinar la capacidad potencial de consumidores, de mano de obra, de población estudiantil, de mercado, etc. Para el cálculo de la población, existen varias metodologías que se pueden utilizar dependiendo el tipo de enfoque que se le quiera dar al estudio, para el caso del presente estudio se usarán los métodos matemáticos.

3.8 Planteamiento del Modelo Hidráulico en Situación Actual

Para tal fin se plasmará la información base de diagnóstico vertida en el capítulo 3.5. Dicha información será ordenada bajo los siguientes puntos:

1. Se definirá el consumo o demanda total del acueducto, es decir, el número total beneficiarios del sistema.

2. Se definirá la población servida basado en un estudio demográfico actual del último censo poblacional del INEC. Donde se obtendrá el número de hacinamiento de acuerdo con el cantón, provincia y distrito.

Basado en la NORMA TÉCNICA PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DE SANEAMIENTO Y PLUVIAL (2017), se tomará los consumos equivalentes:

Tabla 5. Normas De Diseño

Tipo de prevista	Consumo equivalente
Escuela (30 alumnos)	2
Parque, Comedor Escolar, Iglesia	1
Negocios (Pulpería, Soda, etc.)	1
Plaza, Bodega, Estac. de Servicio, Recibidor	1
Oficinas (Bancos, MAG, GAR)	1
Salón Comunal	3
Lotes	0,5
Restaurante Pequeño	2
Parcela	1
Cabina	0,5

Hotel	0,5/habitación
Cruz Roja, Puesto de Salud	2
Clínica	3

Fuente: NORMA TÉCNICA PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DE SANEAMIENTO Y PLUVIAL (2017).

Basado en la misma Norma de Diseño se definirá la dotación a emplear en la implementación de la red de agua potable. Se establecerá el caudal de diseño, el mismo que será confrontado con el caudal disponible proporcionado por las fuentes de abastecimiento.

A partir de estos caudales, y la demanda poblacional, se definirán los volúmenes de almacenamiento a partir de los volúmenes de regulación, de interrupciones y para combatir incendios.

Haciendo uso de programas de cómputo como AUTOCAD Y UNA HOJA DE CÁLCULO EXCEL se dibujaron las tuberías de conducción y distribución mediante formato de poli líneas y se determinará el diámetro de las tuberías y la colocación de los tanques quiebra gradientes.

La fuente de abastecimiento se representará con un “point” y sobre este se dibujará un tanque, que es donde nacerá toda la red.

Tanto, polilíneas y points que representan a las tuberías, nodos y tanques respectivamente.

Los Datos dados por la hoja de Excel se hará comprobación de las presiones admisibles y los límites de velocidades establecidas en la Norma del AyA para redes de conducción y de distribución. Con la corrida en la hoja de Excel se observará el comportamiento de la red se comprobarán las cargas hidráulicas y pérdidas de energía en cada una de las tuberías propuestas y sus respectivos diámetros.

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS.

4.1 Cálculo de la población de diseño.

En la actualidad la comunidad cuenta con una equivalencia de 115 casas, tomando en cuenta la escuela, este número se multiplica por un factor de cálculo de 2, lo que nos da un resultado de 230 casas futuras, este factor de cálculo se obtiene de lo aprobado en la Junta directiva del AyA sesión 2001-061 (oficioJD2001-47) y publicado en la gaceta N 185 del 26 de setiembre del 2001, como “NORMAS DE DISEÑO DE PROYECTOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE”. Para hacer los cálculos, estas 230 casas se calcula que en cada casa viven 5 personas, este factor de cálculo se obtiene de lo aprobado en la Junta directiva del AyA sesión 2001-061 (oficioJD2001-47) y publicado en la gaceta N 185 del 26 de setiembre del 2001, como “NORMAS DE DISEÑO DE PROYECTOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE”, por lo que nos da una población beneficiada de 1380 personas.

La población de diseño es de 1380 personas.

CALCULO DE LAS CARACTERISTICAS HIDRAULICAS DE ACUEDUCTO RURAL SANSI

DATOS DE ENTRADA:

NUMERO TOTAL DE CASAS:	115 casas	TOTAL DE CASAS FUTURAS:	230 casas
PERSONAS BENEFICIADAS:	575 personas	POBLACION DE DISEÑO:	1380 personas
PERIODO DE DISEÑO:	20 años	CAUDAL PROMEDIO DIARIO (Q.P.D.):	3.19 l/seg
TASA DE CRECIMIENTO:	3.5 %	CAUDAL MAXIMO DIARIO (Q.M.D.):	3.99 l/seg
DOTACION	200 l/pers/día	CAUDAL MAXIMO HORARIO (Q.M.H.):	7.19 l/seg
FACTOR MAX. DIARIO:	1.25		
FACTOR MAX. HORARIO:	1.8		
COEFICIENTE MATERIAL TUBO:	130		

4.2 Cálculo de la Dotación.

La dotación utilizada en la NORMA TÉCNICA PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DE SANEAMIENTO Y PLUVIAL (2017), esta zona es de 200 litros por persona por día.

4.3 Cálculo del Caudal Promedio Diario.

Es el resultado de multiplicar la dotación x la población de diseño y expresarlo en litros por segundo. Se divide entre 86400 para pasar de litros por días a litros por segundos

$$CPD= 200 * 1380 / 86400 = 3.19 \text{ l/seg.}$$

4.4 Cálculo del Caudal Máximo Diario.

Es el resultado de multiplicar el CPD * factor máximo diario, este factor se obtiene del manual del AyA.

$$CMD= 3.19 * 1.25 = 3,99 \text{ l/seg.}$$

5 000 a 15 000	8	3	90
15 000 a 30 000	16	3	170
30 000 a 60 000	24	3	260
60 000 a 120 000	40	4	580
120 000 a 200 000	48	4	690
200 000 a 300 000	64	4	920

Fuente: NORMA TÉCNICA PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DE SANEAMIENTO Y PLUVIAL (2017).

Para poblaciones menores a los 5000 habitantes, se acepta que el incendio se atienda con el volumen de regulación. Sin embargo, en el artículo 5 del Reglamento a la Ley de Declaratoria del Servicio de Hidrantes como Servicio Público y Reforma de Leyes Conexas (N°8641) se indica que "...Si el hidrante está conectado a un tanque de almacenamiento de agua, el tanque debe tener como reserva adicional para incendio 15 metros cúbicos de agua para conjuntos habitacionales cuyas casas estén separadas y 22 metros cúbicos de agua para conjuntos habitacionales cuyas casas sean contiguas..." Por lo tanto, en este caso el volumen de incendio es 15 m³.

Volumen de reserva para interrupciones:

Es el volumen que corresponde a un periodo de cuatro horas del caudal promedio diario.

$$V_{\text{int}}=2.40*86,4*(4/24)=34.56 \text{ m}^3$$

Por lo tanto, el volumen de almacenamiento requerido se calcularía como:

$$V=V_{\text{reg}}+V_{\text{inc}}+V_{\text{int}}=29.03+15+34.56=78.59 \text{ m}^3$$

El volumen requerido actualmente, calculado con la ecuación anterior, es de 78.59 m³, se deberá analizar las condiciones futuras para el planteamiento del tanque requerido.

4.5 Cálculo de los Diámetros de las tuberías de conducción y distribución

Dimensionamiento de tuberías

Las tuberías se deben dimensionar aplicando las fórmulas de Hazen y Williams u

otras. Se acepta la aplicación de otras fórmulas, para lo cual se debe aportar la debida

justificación y documentación técnica, lo cual quedará sujeto a la aprobación de AyA.

Los coeficientes máximos para la fórmula de Hazen y Williams (C), según tipo de

material, son los que se detallan a continuación:

Tabla 2: Coeficientes máximos (Hazen y Williams)

Tabla 2: Coeficientes máximos (Hazen y Williams)

Material	Valor máximo de C (Adimensional)
Polietileno de Alta Densidad (PEAD)	130
Cloruro de Polivinilo (PVC)	130
Concreto	120 - 140
Hierro galvanizado	120
Hierro dúctil	120
Hierro fundido ^a	130
Hierro fundido (10 años de edad)	107 - 113
Hierro fundido (20 años de edad)	89 - 100
Hierro fundido (30 años de edad)	75 - 90
Hierro fundido (40 años de edad)	64 - 83
Acero	130
Acero ^a	140 - 150
Acero rolado	110
Cobre	130 - 140

(a) Se refiere al material utilizado en productos fabricados durante los últimos 10 años.

En caso de que el material no esté contemplado en la tabla anterior, se debe someter al AyA una propuesta para el valor de “C”, aportando la documentación de respaldo para el material propuesto. AyA se reserva el derecho de aceptar el valor propuesto o

de indicar el valor a utilizar en el diseño.4.5.1 Presiones admisibles

De acuerdo con la NORMA TÉCNICA PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DE SANEAMIENTO Y PLUVIAL. (2017), se tienen los siguientes valores de presiones admisibles en tuberías.

4.5.1.1 Tubería de distribución:

La NORMA TÉCNICA PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DE SANEAMIENTO Y PLUVIAL (2017). establece una presión dinámica mínima de 15 m.c.a. y en zonas muy llanas recomienda una presión mínima de 10 m.c.a.

4.5.1.2 Tubería de conducción:

La presión mínima recomendable es de 10 m.c.a.

En condición estática se deberán evitar presiones superiores a los 60 m.c.a. en condiciones normales y 75 m.c.a. en terrenos muy quebrados.

4.5.2 Límites de velocidad

De acuerdo con la NORMA TÉCNICA PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DE SANEAMIENTO Y PLUVIAL (2017), se tienen los siguientes valores de velocidades máximas y mínimas en tuberías:

La velocidad mínima recomendada para la conducción deberá ser de 0,6 m/s. Mientras que en la red de distribución se permiten valores menores en el caso de tener presiones dinámicas muy bajas, la utilización de diámetros mínimos o los caudales a manejar sean pequeños.

Como velocidades máximas se establece para la conducción 5 m/s y para la red de distribución 2,5 m/s.

Introduciendo todos estos datos la hoja de cálculo se obtiene, una tubería de conducción de 50 mm desde la fuente de agua facilitada por la Asada hasta el punto donde se va a construir el tanque. La longitud de esta tubería es de 2106 metros en tubería de 50 mm de PVC SDR 32.5, según se muestra en la lámina #5, lo cual abarca desde el punto 40 hasta el punto 80, en este punto es donde está el lote donde se ubicará el Tanque.

Este tanque deberá tener una capacidad de almacenaje de 75 m^3 , a partir de este punto se inicia la tubería de distribución, la cual se dividió en una línea principal de 10431 metros en tubería de 75 mm, con SDR de 26, luego un ramal uno con una longitud de 2876 metros y un diámetro de 75 mm en SDR 26, un ramal dos con una longitud de 1045 metros en diámetro de 75 mm y SDR 26, un sub ramal entre uno y dos con una longitud de 300 metros en diámetro de 75 mm y SDR de 26, un ramal 3 con una longitud de 264 metros en diámetro de 75 mm y SDR 26 y por una distribución en el centro de población con una longitud de 580 metros con un diámetro de 75 mm y SDR de 26. La longitud total del acueducto es de 17602 metros.

Además, se deberá construir cinco tanques quiebra gradientes o estaciones de válvulas reguladoras de presión en los puntos 115, 131, 164, 246 y 276 debido a que exceden las presiones de diseño permitidas en NORMA TÉCNICA PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DE SANEAMIENTO Y PLUVIAL (2017).

4.6 Resumen de diseño

4.6.1 Tubería de Conducción.

- 2106 metros de tubería de 75 MM SDR 26
- Una válvula de compuerta.
- Una válvula de limpieza.
- Tres válvulas de aire.

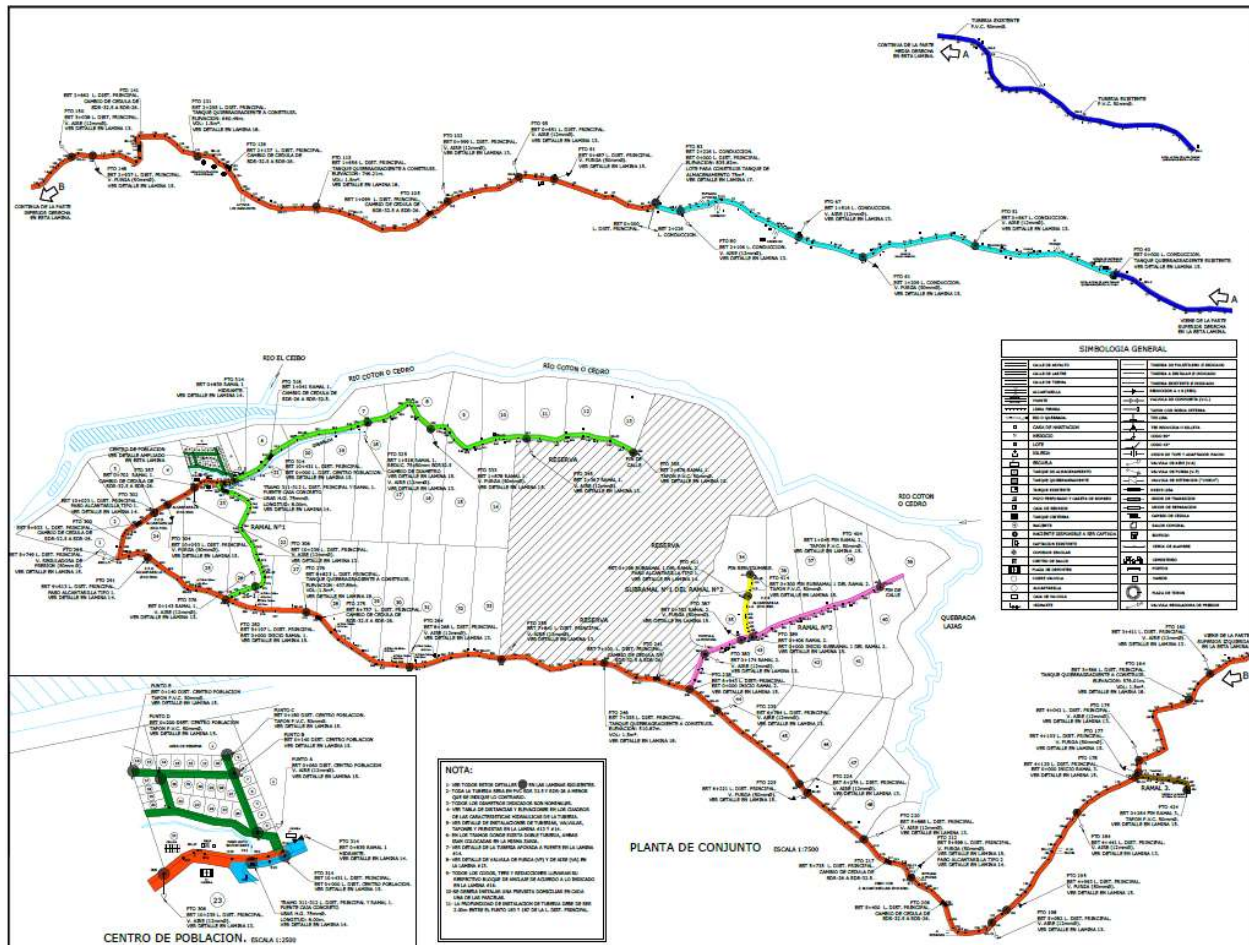
4.6.2 Tanque de almacenamiento

- Tanque en concreto mampostería con una capacidad de almacenamiento de 75 m³

4.6.3 Tubería de distribución

- 15496 metros de tubería de 75 mm SDR 26
- 5 tanques quiebra gradiente
- 6 válvulas de compuerta.
- 18 válvulas de aire.

- 9 válvulas de limpieza.
- 6 cruces de ríos.



La línea en azul es simboliza la tubería existente, de donde se tomará el agua para alimentar el tanque es una tubería de 50 mm de PVC.

La línea celeste simboliza la tubería de conducción que va de donde termina la tubería existente hasta el punto donde se debe construir el tanque de almacenamiento será una tubería de 75 mm en PVC.

La línea roja simboliza la line de distribución que se construirá desde el tanque hasta el asentamiento y será de un diámetro de 75 mm

La línea verde claro simboliza la tubería del ramal 1, que será en tubería de 75 mm

La line rosada y amarilla simbolizan el ramal 2, que se instalara en tubería de 75 mm

La línea café simboliza el ramal 3 y será en tubería de 75 mm

La línea verde oscuro simboliza la tubería que se instalara en el centro de población.

4.7 Limitaciones

- La comunidad debe segregar el lote de donde se va a construir el tanque principal y los cinco quiebras gradientes, ya que se deben tener planos catastrados de cada lote.
- Se debe conseguir permiso de ruptura de caminos en la municipalidad.

4.8 Presupuesto

Según el diseño se realizó una hoja de cálculo para determinar el monto aproximado del proyecto dando como resultado un monto de ¢ 206 224 034,00

Estos costos se obtienen del análisis de los últimos proyectos licitados por INDER.

PRESUPUESTO DE ACUEDUCTO ASENTAMIENTO SANSI

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	SUMINISTRO DE MATERIALES		CONSTRUCCION		SUMA DE COSTOS
				COSTO LOCAL (€)		COSTO LOCAL (€)		LOCAL (€)
				UNIT.	TOTAL	UNIT.	TOTAL	
1	CONDUCCIONES							
1.1	TUBERIA DE CLORURO POLIVINILICO (PVC)							
1.1.1	Tubería PVC 75 mm Ø- SDR 26 c/accesorios	ml	2334	€ 2,922.50	€ 6,821,115.00	€ 3,500.00	€ 8,169,000.00	€ 14,990,115.00
1.2	ESTRUCTURAS DE LIMPIEZA (con accesorios y cubre válvulas)							
1.2.1	VALVULA DE COMPUERTA DE 50 mm ø EN BRONCE ; Puntos 61 (Purga)	un	1	€ 81,806.92	€ 81,806.92	€ 33,750.00	€ 33,750.00	€ 115,556.92
1.3	VALVULA DE COMPUERTA HF (con accesorios y cubre válvulas)							
1.3.1	VALVULA DE COMPUERTA HF 50 mm ø CLASE 125; Punto 40	un	1	€ 128,796.92	€ 128,796.92	€ 25,000.00	€ 25,000.00	€ 153,796.92
1.4	VALVULA DE AIRE							
1.4.1	VALVULA DE AIRE HF 12 mm ø; Puntos 51, 67, 80.	un	3	€ 119,334.42	€ 358,003.25	€ 25,000.00	€ 75,000.00	€ 433,003.25
1.5	INTERCONEXIONES							
1.5.1	INTERCONEXION 50 mm Ø. (Punto 40)	un	1	€ 26,700.00	€ 26,700.00	€ 15,000.00	€ 15,000.00	€ 41,700.00
1.6	CONCRETO PARA BLOQUES DE ANCLAJE	m³	1.5	€ 120,000.00	€ 180,000.00	€ 47,000.00	€ 70,500.00	€ 250,500.00
2	DISTRIBUCION							
2.1	TUBERIA DE CLORURO DE POLIVINILO (PVC)							
2.1.1	Tubería PVC 75 mm Ø- SDR 26	ml	15836	€ 2,922.50	€ 46,280,710.00	€ 3,500.00	€ 55,426,000.00	€ 101,706,710.00
2.2	VALVULA DE COMPUERTA HF (con accesorios y cubre válvulas)							
2.2.1	VALVULA DE COMPUERTA HF 75 mm ø CLASE 125; Punto 282	un	6	€ 165,771.92	€ 994,631.49	€ 37,500.00	€ 225,000.00	€ 1,219,631.49
2.3	VALVULA REGULADORA DE PRESION							
2.3.1	VALVULA REGULADORA DE PRESION 50 mma; Puntos 295 (incluye accesorios y caja de válvula)	un	1	€ 662,004.42	€ 662,004.42	€ 87,500.00	€ 87,500.00	€ 749,504.42
2.4	VALVULA DE AIRE							
2.4.1	VALVULA DE AIRE HF 12 mm ø; Puntos 95, 102, 150, 160, 175, 184, 198, 220, 226, 235, 255, 264, 306, 376, 325, 345, 383, A	un	18	€ 119,334.42	€ 2,148,019.48	€ 25,000.00	€ 450,000.00	€ 2,598,019.48
2.5	ESTRUCTURAS DE LIMPIEZA (con accesorios y cubre válvulas)							
2.5.1	VALVULA DE COMPUERTA DE 50 mm ø EN BRONCE ; Puntos 91, 148, 177, 195, 212, 225, 304, 333, 387 (Purga)	un	9	€ 81,806.92	€ 736,262.24	€ 33,750.00	€ 303,750.00	€ 1,040,012.24
2.6	EXCAVACION EN ROCA PARA ZANJAS	m³	96	€ 4,500.00	€ 432,000.00	€ 3,500.00	€ 336,000.00	€ 768,000.00
2.7	CONCRETO PARA BLOQUES DE ANCLAJE	m³	8.5	€ 120,000.00	€ 1,020,000.00	€ 47,000.00	€ 399,500.00	€ 1,419,500.00
2.8	MATERIAL PARA ENCAMADO Y RELLENO COMO MATERIAL DE SUSTITUCION	m³	180	€ 2,500.00	€ 450,000.00	€ 2,300.00	€ 414,000.00	€ 864,000.00
2.9	REEMPLAZO DE PAVIMENTOS							
2.9.1	PARA PAVIMENTOS DE LASTRE 5 CM ESPESOR	m²	8400	€ 1,250.00	€ 10,500,000.00	€ 500.00	€ 4,200,000.00	€ 14,700,000.00
2.10	CRUCES DE RIOS Y QUEBRADAS							
2.10.1	PASO NORMAL TIPO 1 L = 6m, 75 mmØ, Punto 291, 302.	un	2	€ 75,000.00	€ 150,000.00	€ 30,000.00	€ 60,000.00	€ 210,000.00
2.10.2	PASO NORMAL TIPO 1 L = 6m, 75 mmØ, Punto 411.	un	1	€ 50,000.00	€ 50,000.00	€ 25,000.00	€ 25,000.00	€ 75,000.00
2.10.3	PASO NORMAL TIPO 2 L = 6m, 75 mmØ, Puntos 212	un	1	€ 75,000.00	€ 75,000.00	€ 30,000.00	€ 30,000.00	€ 105,000.00
2.10.4	CRUCE TUBERIA APOYADO A PUENTE L = 10m, 75 mmØ, Puntos 311 al 312	un	2	€ 1,750,000.00	€ 3,500,000.00	€ 750,000.00	€ 1,500,000.00	€ 5,000,000.00
2.11	TANQUES QUIEBRAGRADIENTE							
2.11.1	TANQUE QUIEBRAGRADIENTE DE MAMPOSTERIA 1.5 M3; Punto 115							
	DESTRONQUE, DESMONTE Y LIMPIEZA	m²	20	€ 4,500.00	€ 90,000.00	€ 5,000.00	€ 100,000.00	€ 190,000.00
	EXCAVACION	m³	5.5	€ 4,500.00	€ 24,750.00	€ 4,400.00	€ 24,200.00	€ 48,950.00
	CONCRETO ESTRUCTURAL PARA LOSA INFERIOR	m³	0.5	€ 241,000.00	€ 120,500.00	€ 160,000.00	€ 80,000.00	€ 200,500.00
	CONCRETO ESTRUCTURAL PARA LOSA SUPERIOR (aleros)	m³	0.5	€ 241,000.00	€ 120,500.00	€ 160,000.00	€ 80,000.00	€ 200,500.00
	CONCRETO ESTRUCTURAL PARA VIGAS	m³	0.45	€ 241,000.00	€ 108,450.00	€ 160,000.00	€ 72,000.00	€ 180,450.00
	CONCRETO ESTRUCTURAL PARA COLUMNAS	m³	0.3	€ 241,000.00	€ 72,300.00	€ 160,000.00	€ 48,000.00	€ 120,300.00
	CONCRETO DE BAJA RESISTENCIA (cascote)	m³	0.4	€ 64,610.00	€ 25,844.00	€ 65,390.00	€ 26,156.00	€ 52,000.00
	PAREDES DE MAMPOSTERIA	m²	6.7	€ 38,160.00	€ 255,672.00	€ 17,172.00	€ 115,052.40	€ 370,724.40
	VALVULA DE BOYA SISTEMA PILOTO 50 mma . HF (entrada)	un	1	€ 640,000.00	€ 640,000.00	€ 37,800.00	€ 37,800.00	€ 677,800.00
	VALVULA DE COMPUERTA 75 mma, BRONCE (entrada)	un	1	€ 81,806.92	€ 81,806.92	€ 33,750.00	€ 33,750.00	€ 115,556.92
	VALVULA DE COMPUERTA 75 mma, BRONCE (salida)	un	1	€ 161,390.67	€ 161,390.67	€ 45,000.00	€ 45,000.00	€ 206,390.67
	VALVULA DE COMPUERTA 75 mma, BRONCE (limpieza)	un	1	€ 81,806.92	€ 81,806.92	€ 33,750.00	€ 33,750.00	€ 115,556.92
	CAJA DE VALVULA EN MAMPOSTERIA DE 1.15 x 2.15 x 1.2 m	un	1	€ 420,000.00	€ 420,000.00	€ 147,000.00	€ 147,000.00	€ 567,000.00
	TUBERIA PVC 75 mma, SDR 26 (entrada)	ml	4	€ 2,922.50	€ 11,690.00	€ 3,500.00	€ 14,000.00	€ 25,690.00
	TUBERIA PVC 75 mma, SDR 32.5 (salida)	ml	4	€ 2,360.00	€ 9,440.00	€ 3,500.00	€ 14,000.00	€ 23,440.00
	TUBERIA PVC 50 mma, SDR 41 (rebose)	ml	4	€ 2,387.50	€ 9,550.00	€ 1,875.00	€ 7,500.00	€ 17,050.00
	TUBERIA PVC 50 mma SDR 41 (limpieza)	ml	6	€ 1,059.50	€ 6,357.00	€ 1,875.00	€ 11,250.00	€ 17,607.00
	TUBERIA PVC 50 mma SDR 41 (Desagüe)	ml	8	€ 1,059.50	€ 8,476.00	€ 1,875.00	€ 15,000.00	€ 23,476.00
	VENTILACION 50 mma	un	1	€ 40,750.00	€ 40,750.00	€ 14,262.50	€ 14,262.50	€ 55,012.50
	ESCALERAS, BARANDAS Y PELDAÑOS INTERNOS	global	1	€ 190,000.00	€ 190,000.00	€ 161,500.00	€ 161,500.00	€ 351,500.00
	TAPA METALICA PARA TANQUE DE 60 X 60 CM	un	1	€ 115,000.00	€ 115,000.00	€ 40,150.00	€ 40,150.00	€ 155,150.00
	IMPERMEABILIZACIÓN	global	1	€ 37,814.00	€ 37,814.00	€ 15,125.60	€ 15,125.60	€ 52,939.60
	PINTURA	global	1	€ 55,714.00	€ 55,714.00	€ 22,285.60	€ 22,285.60	€ 77,999.60
2.11.2	TANQUE QUIEBRAGRADIENTE DE MAMPOSTERIA 1.5 M3; Punto 131							
	DESTRONQUE, DESMONTE Y LIMPIEZA	m²	20	€ 4,500.00	€ 90,000.00	€ 4,500.00	€ 90,000.00	€ 180,000.00
	EXCAVACION	m³	5.5	€ 4,500.00	€ 24,750.00	€ 4,400.00	€ 24,200.00	€ 48,950.00
	CONCRETO ESTRUCTURAL PARA LOSA INFERIOR	m³	0.5	€ 241,000.00	€ 120,500.00	€ 160,000.00	€ 80,000.00	€ 200,500.00
	CONCRETO ESTRUCTURAL PARA VIGAS	m³	0.45	€ 241,000.00	€ 108,450.00	€ 160,000.00	€ 72,000.00	€ 180,450.00
	CONCRETO ESTRUCTURAL PARA COLUMNAS	m³	0.3	€ 241,000.00	€ 72,300.00	€ 160,000.00	€ 48,000.00	€ 120,300.00
	CONCRETO DE BAJA RESISTENCIA (cascote)	m³	0.4	€ 64,610.00	€ 25,844.00	€ 65,390.00	€ 26,156.00	€ 52,000.00
	PAREDES DE MAMPOSTERIA	m²	6.7	€ 38,160.00	€ 255,672.00	€ 17,172.00	€ 115,052.40	€ 370,724.40
	VALVULA DE BOYA SISTEMA PILOTO 50 mma . HF (entrada)	un	1	€ 640,000.00	€ 640,000.00	€ 37,800.00	€ 37,800.00	€ 677,800.00
	VALVULA DE COMPUERTA 75 mma, BRONCE (entrada)	un	1	€ 99,379.19	€ 99,379.19	€ 35,100.00	€ 35,100.00	€ 134,479.19
	VALVULA DE COMPUERTA 75 mma, BRONCE (salida)	un	1	€ 182,146.29	€ 182,146.29	€ 46,800.00	€ 46,800.00	€ 228,946.29
	VALVULA DE COMPUERTA 50 mma, BRONCE (limpieza)	un	1	€ 99,379.19	€ 99,379.19	€ 35,100.00	€ 35,100.00	€ 134,479.19
	CAJA DE VALVULA EN MAMPOSTERIA DE 1.15 x 2.15 x 1.2 m	un	1	€ 420,000.00	€ 420,000.00	€ 147,000.00	€ 147,000.00	€ 567,000.00
	TUBERIA PVC 75 mma, SDR 26 (entrada)	ml	4	€ 3,004.30	€ 12,017.20	€ 3,500.00	€ 14,000.00	€ 26,017.20
	TUBERIA PVC 75 mma, SDR 32.5 (salida)	ml	4	€ 2,454.40	€ 9,817.60	€ 3,500.00	€ 14,000.00	€ 23,817.60
	TUBERIA PVC 50 mma, SDR 41 (rebose)	ml	4	€ 1,059.50	€ 4,238.00	€ 1,875.00	€ 7,500.00	€ 11,738.00
	TUBERIA PVC 50 mma SDR 41 (limpieza)	ml	6	€ 1,059.50	€ 6,357.00	€ 1,875.00	€ 11,250.00	€ 17,607.00
	TUBERIA PVC 50 mma SDR 41 (Desagüe)	ml	8	€ 1,059.50	€ 8,476.00	€ 1,875.00	€ 15,000.00	€ 23,476.00
	VENTILACION 50 mma	un	1	€ 40,750.00	€ 40,750.00	€ 14,262.50	€ 14,262.50	€ 55,012.50
	ESCALERAS, BARANDAS Y PELDAÑOS INTERNOS	global	1	€ 190,000.00	€ 190,000.00	€ 161,500.00	€ 161,500.00	€ 351,500.00
	TAPA METALICA PARA TANQUE DE 60 X 60 CM	un	1	€ 115,000.00	€ 115,000.00	€ 40,150.00	€ 40,150.00	€ 155,150.00
	IMPERMEABILIZACIÓN	global	1	€ 37,814.00	€ 37,814.00	€ 15,125.60	€ 15,125.60	€ 52,939.60
	PINTURA	global	1	€ 55,714.00	€ 55,714.00	€ 22,285.60	€ 22,285.60	€ 77,999.60

2.11.3	TANQUE QUIEBRAGRADIENTE DE MAMPOSTERIA 1.5 M3; Punto 164								
	DESTRONQUE, DESMONTE Y LIMPIEZA	m ²	20	€ 4,500.00	€ 90,000.00	€ 4,500.00	€ 90,000.00	€ 180,000.00	
	EXCAVACION	m ³	5.5	€ 4,000.00	€ 22,000.00	€ 4,000.00	€ 24,200.00	€ 46,200.00	
	CONCRETO ESTRUCTURAL PARA LOSA INFERIOR	m ³	0.5	€ 241,000.00	€ 120,500.00	€ 160,000.00	€ 80,000.00	€ 200,500.00	
	CONCRETO ESTRUCTURAL PARA LOSA SUPERIOR (aleros)	m ³	0.5	€ 241,000.00	€ 120,500.00	€ 160,000.00	€ 80,000.00	€ 200,500.00	
	CONCRETO ESTRUCTURAL PARA VIGAS	m ³	0.45	€ 241,000.00	€ 108,450.00	€ 160,000.00	€ 72,000.00	€ 180,450.00	
	CONCRETO ESTRUCTURAL PARA COLUMNAS	m ³	0.3	€ 241,000.00	€ 72,300.00	€ 160,000.00	€ 48,000.00	€ 120,300.00	
	CONCRETO DE BAJA RESISTENCIA (cascote)	m ³	0.4	€ 64,610.00	€ 25,844.00	€ 65,390.00	€ 26,156.00	€ 52,000.00	
	PAREDES DE MAMPOSTERIA	m ²	6.7	€ 38,160.00	€ 255,672.00	€ 17,172.00	€ 115,052.40	€ 370,724.40	
	VALVULA DE BOYA SISTEMA PILOTO 50 mme , HF (entrada)	un	1	€ 640,000.00	€ 640,000.00	€ 37,800.00	€ 37,800.00	€ 677,800.00	
	VALVULA DE COMPUERTA 75 mme, BRONCE (entrada)	un	1	€ 99,379.19	€ 99,379.19	€ 35,100.00	€ 35,100.00	€ 134,479.19	
	VALVULA DE COMPUERTA 75 mme, BRONCE (salida)	un	1	€ 182,146.29	€ 182,146.29	€ 46,800.00	€ 46,800.00	€ 228,946.29	
	VALVULA DE COMPUERTA 50 mme, BRONCE (limpieza)	un	1	€ 99,379.19	€ 99,379.19	€ 35,100.00	€ 35,100.00	€ 134,479.19	
	CAJA DE VALVULA EN MAMPOSTERIA DE 1.15 x 2.15 x 1.2 m	un	1	€ 420,000.00	€ 420,000.00	€ 147,000.00	€ 147,000.00	€ 567,000.00	
	TUBERIA PVC 75 mme, SDR 26 (entrada)	ml	4	€ 3,004.30	€ 12,017.20	€ 3,500.00	€ 14,000.00	€ 26,017.20	
	TUBERIA PVC 75 mme, SDR 32.5 (salida)	ml	4	€ 2,454.40	€ 9,817.60	€ 3,500.00	€ 14,000.00	€ 23,817.60	
	TUBERIA PVC 50 mme, SDR 41 (rebose)	ml	4	€ 1,059.50	€ 4,238.00	€ 1,875.00	€ 7,500.00	€ 11,738.00	
	TUBERIA PVC 50 mme SDR 41 (limpieza)	ml	6	€ 1,059.50	€ 6,357.00	€ 1,875.00	€ 11,250.00	€ 17,607.00	
	TUBERIA PVC 50 mme SDR 41 (Desague)	ml	8	€ 1,059.50	€ 8,476.00	€ 1,875.00	€ 15,000.00	€ 23,476.00	
	VENTILACION 50 mme	un	1	€ 40,750.00	€ 40,750.00	€ 14,262.00	€ 14,262.00	€ 55,012.00	
	ESCALERAS, BARANDAS Y PELDAÑOS INTERNOS	global	1	€ 190,000.00	€ 190,000.00	€ 161,500.00	€ 161,500.00	€ 351,500.00	
	TAPA METALICA PARA TANQUE DE 60 X 60 CM	un	1	€ 115,000.00	€ 115,000.00	€ 40,150.00	€ 40,150.00	€ 155,150.00	
	IMPERMEABILIZACION	global	1	€ 37,814.00	€ 37,814.00	€ 15,125.60	€ 15,125.60	€ 52,939.60	
	PINTURA	global	1	€ 55,714.00	€ 55,714.00	€ 22,285.60	€ 22,285.60	€ 77,999.60	
2.11.4	TANQUE QUIEBRAGRADIENTE DE MAMPOSTERIA 1.5 M3; Punto 246								
	DESTRONQUE, DESMONTE Y LIMPIEZA	m ²	20	€ -	€ -	€ 950.00	€ 19,000.00	€ 19,000.00	
	EXCAVACION	m ³	5.5	€ -	€ -	€ 4,400.00	€ 24,200.00	€ 24,200.00	
	CONCRETO ESTRUCTURAL PARA LOSA INFERIOR	m ³	0.5	€ 241,000.00	€ 120,500.00	€ 160,000.00	€ 80,000.00	€ 200,500.00	
	CONCRETO ESTRUCTURAL PARA LOSA SUPERIOR (aleros)	m ³	0.5	€ 241,000.00	€ 120,500.00	€ 160,000.00	€ 80,000.00	€ 200,500.00	
	CONCRETO ESTRUCTURAL PARA VIGAS	m ³	0.45	€ 241,000.00	€ 108,450.00	€ 160,000.00	€ 72,000.00	€ 180,450.00	
	CONCRETO ESTRUCTURAL PARA COLUMNAS	m ³	0.3	€ 241,000.00	€ 72,300.00	€ 160,000.00	€ 48,000.00	€ 120,300.00	
	CONCRETO DE BAJA RESISTENCIA (cascote)	m ³	0.4	€ 64,610.00	€ 25,844.00	€ 65,390.00	€ 26,156.00	€ 52,000.00	
	PAREDES DE MAMPOSTERIA	m ²	6.7	€ 38,160.00	€ 255,672.00	€ 17,172.00	€ 115,052.40	€ 370,724.40	
	VALVULA DE BOYA SISTEMA PILOTO 50 mme , HF (entrada)	un	1	€ 640,000.00	€ 640,000.00	€ 37,800.00	€ 37,800.00	€ 677,800.00	
	VALVULA DE COMPUERTA 50 mme, BRONCE (entrada)	un	1	€ 99,379.19	€ 99,379.19	€ 35,100.00	€ 35,100.00	€ 134,479.19	
	VALVULA DE COMPUERTA 75 mme, BRONCE (salida)	un	1	€ 182,146.29	€ 182,146.29	€ 46,800.00	€ 46,800.00	€ 228,946.29	
	VALVULA DE COMPUERTA 50 mme, BRONCE (limpieza)	un	1	€ 99,379.19	€ 99,379.19	€ 35,100.00	€ 35,100.00	€ 134,479.19	
	CAJA DE VALVULA EN MAMPOSTERIA DE 1.15 x 2.15 x 1.2 m	un	1	€ 420,000.00	€ 420,000.00	€ 147,000.00	€ 147,000.00	€ 567,000.00	
	TUBERIA PVC 75 mme, SDR 26 (entrada)	ml	4	€ 3,004.30	€ 12,017.20	€ 3,500.00	€ 14,000.00	€ 26,017.20	
	TUBERIA PVC 75 mme, SDR 32.5 (salida)	ml	4	€ 2,454.40	€ 9,817.60	€ 3,500.00	€ 14,000.00	€ 23,817.60	
	TUBERIA PVC 50 mme, SDR 41 (rebose)	ml	4	€ 1,059.50	€ 4,238.00	€ 1,875.00	€ 7,500.00	€ 11,738.00	
	TUBERIA PVC 50 mme SDR 41 (limpieza)	ml	6	€ 1,059.50	€ 6,357.00	€ 1,875.00	€ 11,250.00	€ 17,607.00	
	TUBERIA PVC 50 mme SDR 41 (Desague)	ml	8	€ 1,059.50	€ 8,476.00	€ 1,875.00	€ 15,000.00	€ 23,476.00	
	VENTILACION 50 mme	un	1	€ 40,750.00	€ 40,750.00	€ 14,262.50	€ 14,262.50	€ 55,012.50	
	ESCALERAS, BARANDAS Y PELDAÑOS INTERNOS	global	1	€ 190,000.00	€ 190,000.00	€ 161,500.00	€ 161,500.00	€ 351,500.00	
	TAPA METALICA PARA TANQUE DE 60 X 60 CM	un	1	€ 115,000.00	€ 115,000.00	€ 40,150.00	€ 40,150.00	€ 155,150.00	
	IMPERMEABILIZACION	global	1	€ 37,814.00	€ 37,814.00	€ 15,125.60	€ 15,125.60	€ 52,939.60	
	PINTURA	global	1	€ 55,714.00	€ 55,714.00	€ 22,285.60	€ 22,285.60	€ 77,999.60	
2.11.5	TANQUE QUIEBRAGRADIENTE DE MAMPOSTERIA 1.5 M3; Punto 276								
	DESTRONQUE, DESMONTE Y LIMPIEZA	m ²	20	€ 4,500.00	€ 90,000.00	€ 4,500.00	€ 90,000.00	€ 180,000.00	
	EXCAVACION	m ³	5.5	€ 4,000.00	€ 22,000.00	€ 4,500.00	€ 24,750.00	€ 46,750.00	
	CONCRETO ESTRUCTURAL PARA LOSA INFERIOR	m ³	0.5	€ 241,000.00	€ 120,500.00	€ 160,000.00	€ 80,000.00	€ 200,500.00	
	CONCRETO ESTRUCTURAL PARA LOSA SUPERIOR (aleros)	m ³	0.5	€ 241,000.00	€ 120,500.00	€ 160,000.00	€ 80,000.00	€ 200,500.00	
	CONCRETO ESTRUCTURAL PARA VIGAS	m ³	0.45	€ 241,000.00	€ 108,450.00	€ 160,000.00	€ 72,000.00	€ 180,450.00	
	CONCRETO ESTRUCTURAL PARA VIGAS	m ³	0.45	€ 241,000.00	€ 108,450.00	€ 160,000.00	€ 72,000.00	€ 180,450.00	
	CONCRETO ESTRUCTURAL PARA COLUMNAS	m ³	0.3	€ 241,000.00	€ 72,300.00	€ 160,000.00	€ 48,000.00	€ 120,300.00	
	CONCRETO DE BAJA RESISTENCIA (cascote)	m ³	0.4	€ 64,610.00	€ 25,844.00	€ 65,390.00	€ 26,156.00	€ 52,000.00	
	PAREDES DE MAMPOSTERIA	m ²	6.7	€ 38,160.00	€ 255,672.00	€ 17,172.00	€ 115,052.40	€ 370,724.40	
	VALVULA DE BOYA SISTEMA PILOTO 50 mme , HF (entrada)	un	1	€ 640,000.00	€ 640,000.00	€ 37,800.00	€ 37,800.00	€ 677,800.00	
	VALVULA DE COMPUERTA 50 mme, BRONCE (entrada)	un	1	€ 99,379.19	€ 99,379.19	€ 35,100.00	€ 35,100.00	€ 134,479.19	
	VALVULA DE COMPUERTA 75 mme, BRONCE (salida)	un	1	€ 182,146.29	€ 182,146.29	€ 46,800.00	€ 46,800.00	€ 228,946.29	
	VALVULA DE COMPUERTA 50 mme, BRONCE (limpieza)	un	1	€ 99,379.19	€ 99,379.19	€ 35,100.00	€ 35,100.00	€ 134,479.19	
	CAJA DE VALVULA EN MAMPOSTERIA DE 1.15 x 2.15 x 1.2 m	un	1	€ 420,000.00	€ 420,000.00	€ 147,000.00	€ 147,000.00	€ 567,000.00	
	TUBERIA PVC 75 mme, SDR 26 (entrada)	ml	4	€ 3,004.30	€ 12,017.20	€ 3,500.00	€ 14,000.00	€ 26,017.20	
	TUBERIA PVC 75 mme, SDR 32.5 (salida)	ml	4	€ 2,454.40	€ 9,817.60	€ 3,500.00	€ 14,000.00	€ 23,817.60	
	TUBERIA PVC 50 mme, SDR 41 (rebose)	ml	4	€ 1,059.50	€ 4,238.00	€ 1,875.00	€ 7,500.00	€ 11,738.00	
	TUBERIA PVC 50 mme SDR 41 (limpieza)	ml	6	€ 1,059.50	€ 6,357.00	€ 1,875.00	€ 11,250.00	€ 17,607.00	
	TUBERIA PVC 50 mme SDR 41 (Desague)	ml	8	€ 1,059.50	€ 8,476.00	€ 1,875.00	€ 15,000.00	€ 23,476.00	
	VENTILACION 50 mme	un	1	€ 40,750.00	€ 40,750.00	€ 14,262.50	€ 14,262.50	€ 55,012.50	
	ESCALERAS, BARANDAS Y PELDAÑOS INTERNOS	global	1	€ 190,000.00	€ 190,000.00	€ 161,500.00	€ 161,500.00	€ 351,500.00	
	TAPA METALICA PARA TANQUE DE 60 X 60 CM	un	1	€ 115,000.00	€ 115,000.00	€ 40,150.00	€ 40,150.00	€ 155,150.00	
	IMPERMEABILIZACION	global	1	€ 37,814.00	€ 37,814.00	€ 15,125.60	€ 15,125.60	€ 52,939.60	
	PINTURA	global	1	€ 55,714.00	€ 55,714.00	€ 22,285.60	€ 22,285.60	€ 77,999.60	
2.12	PREVISTAS DOMICILIARIAS EN POLIETILENO, DE ALTA DENSIDAD, CON EXCAVACION EN ZANJA								
2.12.1	PREVISTA DOMICILIARIA de 50x12 mm, de 12 mm ø EN PAD	un	55	€ 12,178.75	€ 669,831.25	€ 12,500.00	€ 687,500.00	€ 1,357,331.25	
2.12.2	PREVISTA DOMICILIARIA de 75x12 mm, de 12 mm ø EN PAD	un	60	€ 14,622.50	€ 877,350.00	€ 12,500.00	€ 750,000.00	€ 1,627,350.00	
2.13	SUMINISTRO E INSTALACION DE HIDROMETROS Y SUS CAJAS DE PROTECCION		un	115	€ 50,048.75	€ 5,755,606.25	€ 12,500.00	€ 1,437,500.00	€ 7,193,106.25
2.14	SUMINISTRO E INSTALACION DE HIDRANTES		un	1	€ 545,000.00	€ 545,000.00	€ 75,000.00	€ 75,000.00	€ 620,000.00
3	TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE 75 m3, Punto 83								
3.1	DESTRONQUE, DESMONTE Y LIMPIEZA								
3.1.1	DESTRONQUE, DESMONTE Y LIMPIEZA	m ²	240	€ 4,500.00	€ 1,080,000.00	€ 4,000.00	€ 960,000.00	€ 2,040,000.00	
3.2	EXCAVACION								
3.2.1	EXCAVACION	m ³	140	€ 4,000.00	€ 560,000.00	€ 4,500.00	€ 630,000.00	€ 1,190,000.00	
3.3	RELLENO PARA FUNDACIONES								
3.3.1	RELLENO PARA FUNDACIONES (lastre compactado, pto # 83, Tanque 75m3)	m ³	44	€ 17,200.00	€ 756,800.00	€ 6,020.00	€ 264,880.00	€ 1,021,680.00	
3.4	CONCRETO ESTRUCTURAL								
3.4.1	LOSA INFERIOR	m ³	13.9	€ 231,784.70	€ 3,221,807.33	€ 115,892.40	€ 1,610,904.36	€ 4,832,711.69	
3.4.2	LOSA SUPERIOR (aleros)	m ³	1.4	€ 231,784.70	€ 324,498.58	€ 115,892.40	€ 162,249.36	€ 486,747.94	
3.4.3	VIGAS	m ³	2.7	€ 231,784.70	€ 625,818.69	€ 115,892.40	€ 312,909.48	€ 938,728.17	

5. Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

- ✓ Mediante el estudio topográfico facilitado por la comunidad se determina que es una zona muy irregular por lo que se debe colocar cinco quiebras gradientes, esto hace que el diseño y la construcción se complique un poco y además incrementa el precio del proyecto.
- ✓ Con los datos recolectados en la visita de campo hecha a la comunidad se cuantifica 110 casas, con una población estimada de 690 personas, las cuales serán las beneficiadas, en el momento de construir el acueducto.
- ✓ Tomando en cuenta un crecimiento de un 3.5%, con un tiempo 20 años para el diseño, este acueducto soportará una población de 1380 personas.
- ✓ Después de colocar los parámetros de diseño en la hoja de cálculo da como resultado un acueducto que comprende una tubería de conducción de 75 mm que abarca desde el punto 40 hasta el punto 80, en este punto se deberá construir un tanque de concreto en mampostería con capacidad de almacenamiento de 75 m³ esto permitirá abastecer la población con una proyección a 20 años, una tubería de distribución que comprende diámetros de 75 mm, válvulas de compuerta, válvulas de aire, taques quiebra gradientes y pasos de quebradas.

- ✓ Utilizando la hoja de cálculo, los diámetros en algunos tramos y ramales hidráulicamente funcionarían con tubería de 50 mm y con cédulas de 32,5, pero respetando las normas de diseños estipuladas en la NORMA TÉCNICA PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DE SANEAMIENTO Y PLUVIAL (2017).
- ✓ En el comprendió de planos se plasman el perfil de las tuberías, diámetros de las tuberías de cada tramo, lugar exacto donde se deben construir todas las estructuras hidráulicas como quiebra gradientes, válvulas de seccionamiento, válvulas de limpieza, válvulas de aire, pasos de quebradas.
- ✓ En los planos se detalla mediante detalles típicos de construcción, la forma correcta de instalación de todas las válvulas, estructuras hidráulicas tanques, quiebra gradientes, y obras civiles.
- ✓ El sistema no contara con ningún tipo de sistema de potabilización del agua, ya que indica los personeros de la ASADA que esa agua ya es tratada en la salida del tanque existente.
- ✓ El costo de la construcción del acueducto es de ¢206 224 034,00, como se ve plasmado en el presupuesto, tomando en cuenta los precios de mercado esto da como resultado un costo por familia de ¢1 798 252,47

5.2 Recomendaciones

- ✓ Se debe iniciar solicitando a los dueños de las propiedades donde se deben situar los tanques quiebra gradientes para que para que donen ese terreno y pagar a catastrar esos lotes, todos estos lotes pasarán a ser propiedad de la asada, es muy importante iniciar cuanto antes con este trámite ya que ninguna institución pública prestará dinero para hacer construcciones en un lote privado.
- ✓ Se debe pagar hacer un estudio de suelos a donde se van a construir los tanques quiebra gradientes y el tanque principal con el fin de determinar la capacidad soportante del suelo y definir si se debe hacer una sustitución de suelos, es de suma de importancia para el presupuesto de la construcción del tanque ya que este detalle puede encarecer la construcción.
- ✓ Se debe presentar ante el departamento del AyA los planos del diseño del acueducto para que sean aprobados y les den el visto bueno de la construcción, ya que este es el ente que determinará si el diseño cumple con todas las normas y requisitos expresados en **NORMA TÉCNICA PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DE SANEAMIENTO Y PLUVIAL (2017)**.

- ✓ Se debe contactar a tres o cuatro compañías constructoras que se dedican a la construcción de acueductos para que presente un presupuesto del proyecto, esto con el fin de tener un precio de mercado.
- ✓ Formar una junta de vecinos para que sean los encargados de buscar los recursos económicos para hacer realidad la construcción del acueducto.
- ✓ Tener una comunicación permanente con los personeros de la ASADA de la Gutiérrez Braun, con el fin de tenerlos enterados del avance del proyecto.
- ✓ Solicitarle a la ASADA de la Gutiérrez Braun estudios físico químicos del agua, para determinar su potabilidad.
- ✓ Ya que el sistema no tendrá ningún tipo de sistema de potabilización, por provenir el agua del sistema en funcionamiento de la ASADA, se recomienda hacer mediciones periódicas en la entrada del tanque y en la salida del tanque, o en su defecto solicitar a la ASADA informes mensuales de los resultados físico químicos realizados.
- ✓ Se recomienda colocar un sistema de producción de cloro en el tanque para clorar el agua que ingresa al tanque, esto puede ser mediante un medidor de flujo electrónico en la entrada del tanque, el cual envíe la señal, a una dosificadora de cloro para mantener niveles óptimos de cloro en el sistema.

- ✓ Se recomienda hacer mediciones periódicas de residuos de cloro en los finales de los ramales y fin de tubería con el fin de garantizar niveles de cloro recomendados según

AyA.

Bibliografía

Cajina, M. (2006). Alternativas de captación de agua para uso humano y productivo en la subcuenca del río Aguas Calientes, Nicaragua. Ed. del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza Tropical Agricultura CATIE. Turrialba, Costa Rica.

ESCUELA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA. 2003: “Material didáctico de sistema a Presión” ITCR, Cartago Costa Rica.

DURMAN, 2006: “Manual técnico de tuberías”, Coyol, Alajuela, Costa Rica.

INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARRILLADOS, 2017: Norma técnica para diseño y construcción de sistemas de abastecimiento de agua potable, de saneamiento y pluvial. 204 páginas Junta directiva del AyA gobierno de Costa Rica.

JUAN SALDARRIAGA. 2010: “Hidráulica de Tuberías, Abastecimiento de Agua, Redes, Riegos” Alfahomega Bogotá; páginas 692

Mott, Robert L. 2006. Mecánica de fluidos. México: Pearson educación, 2006.

ISBN:45-48