



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

UNITEC

FACULTAD DE INGENIERÍAS

PROYECTO DE GRADUACIÓN FASE I

**DISEÑO DE RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN EL
BARRIO CANAHUATI DE LA ALDEA BIJAO, CHOLOMA.**

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO

INGENIERÍA CIVIL

PRESENTADO POR:

ANGEL JOSÉ CACERES ULLOA 21841210

DANIEL ENEA MALTA 21941369

ASESORES: ING. OTTO FLORES

ING. SERGIO PAREDES

SAN PEDRO SULA, CORTÉS.

ENERO, 2024

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA
UNITEC**

**PRESIDENTE EJECUTIVA
ROSALPINA RODRÍGUEZ GUEVARA**

**VICERRECTOR ACADÉMICO
JAVIER SALGADO**

**RECTOR ACADÉMICO
ROSALPINA RODRÍGUEZ GUEVARA**

**SECRETARIO GENERAL
ROGER MARTÍNEZ MIRANDA**

**VICEPRESIDENTA CAMPUS SAN PEDRO SULA
MARÍA ROXANA ESPINAL MONTEILH**

**JEFE ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL
HÉCTOR WILFREDO PADILLA**

**TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTOS DE LOS REQUISITOS
EXIGIDOS PARA OPTAR AL TÍTULO DE:**

INGENIERO CIVIL

ASESOR METODOLÓGICO FASE I

ING. ADA RODRÍGUEZ

ASESORES TEMÁTICOS

ING. OTTO FLORES

ING. SERGIO PAREDES

MIEMBROS DE LA TERNA

ING MARIO HUMBERTO CÁRDENAS

ING HÉCTOR WILFREDO PADILLA

ING REINA ALEJANDRA MONTES

DERECHOS DE AUTOR

©COPYRIGHT 2023

ÁNGEL JOSÉ CÁCERES ULLOA

DANIEL ENEA MALTA

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS

DEDICATORIA

Primeramente, dedico este trabajo a Dios ya que me brindo la sabiduría para poder culminar esta etapa. A mis padres Maritza Suyapa Yamileth Ulloa Martínez y José Rolando Cáceres Galindo ya que gracias a su apoyo y consejos constantes fueron un factor para no rendirme y poder terminar mi carrera universitaria. También a mis hermanos Rolando Cáceres, Carlos Cáceres y Andrea Cáceres por su apoyo incondicional. A todos los amigos que hice en la carrera universitaria por su ayuda y amistad que me brindaron durante todo el tiempo. También a Edwin Delcid ya que es como un padre para mí siempre me ayudo cuando lo necesite y finalizando a mi amigo y compañero Daniel Enea por su acompañamiento y ayuda en esta última etapa de la finalización de la carrera.

- **Ángel Cáceres**

Principalmente me gustaría dedicar este trabajo a Dios, que nos brindó sabiduría y fuerza para trabajar día a día y nos guio a realizar un buen trabajo. A mis padres Eustaquio Enea Alvarado y Rosamaría Malta Gálvez, que son mi apoyo emocional día a día y que forjaron mi carácter y actitud de la mejor manera posible para que yo llegara a ser la persona que soy hoy en día, a mi hermano David Eustaquio Enea Malta que siempre me apoyo en cualquier circunstancia y que aparte de ser mi hermano es mi mejor amigo. A mi tío Rene Omar Gámez Panchame el cual sin su ayuda y su apoyo no me estaría graduando de ingeniero civil y para finalizar a mi compañero y Amigo Ángel Cáceres Ulloa que me acompañó en las instancias finales de la carrera y en la construcción de este trabajo investigativo.

-**Daniel Enea Malta**

AGRADECIMIENTO

Agradecemos sinceramente a todas las personas que contribuyeron de manera significativa a la realización de este trabajo de tesis. En primer lugar, queremos expresar nuestra profunda gratitud a nuestra asesora la ingeniería Ada Sobeyda Rodríguez Zuniga por su orientación experta, apoyo constante y valiosas sugerencias a lo largo de este proceso académico.

Asimismo, agradezco a los ingenieros Otto Doménico Flores Jansser, Sergio Francisco Paredes y José Ángel Machado por su colaboración, aportes y comentarios constructivos que enriquecieron este trabajo.

No podemos dejar de agradecer a nuestras familias, amigos, quienes brindaron su apoyo incondicional, comprensión y aliento a lo largo de esta travesía académica.

Cada uno de ustedes desempeñó un papel crucial en el desarrollo de esta tesis, y estamos sinceramente agradecidos por su influencia positiva en este logro académico.

Gracias.

LISTA DE SIGLAS

| | |
|----------|--|
| APA | American Psychological Association |
| AASHTO | American Association of State Highway and Transportation Officials |
| ASTM | American Society for Testing and Materials |
| CPVC | Cloruro de Polivinilo Clorado |
| CONASA | Consejo de Agua Potable y Saneamiento |
| COGUANOR | Comisión Guatemalteca de Normas |
| DHC | Demanda Hidráulica de Cloro |
| EPANET | Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos |
| HG | Acero Galvanizado |
| IDMC | índice de Desarrollo Municipal de Choloma |
| MOP | Ministerio de Obras Publicas |
| OMS | Organización Mundial de la Salud |
| PVC | Polyvinyl Chloride |
| SANAA | Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados |
| SPT | Standard Penetration Test |
| UNICEF | United Nations Childrens Fund |
| UNITEC | Universidad Tecnológica Centroamericana |



RESUMEN EJECUTIVO

La comunidad de Barrio Canahuati localizada en el municipio de Choloma esta experimenta escasez de agua potable debido a fallos en la línea de conducción y a la capacidad limitada de su tanque de almacenamiento, sumando a esto la red de distribución que ellos poseen ya sobrepaso su periodo de diseño por lo tanto no cumplirá para satisfacer la dotación mínima que la población necesita. Para esto es necesario diseñar geométrica y estructuralmente un modelo de red de distribución de agua potable, que permita mejorar la calidad de vida de los habitantes de la zona. Se propone una iniciativa para solventar esta problemática, mediante un levantamiento topográfico de la zona donde se verifica las zonas más altas de la comunidad, así como las más bajas las cuales son 70.54 msnm la zona más alta, 21.73 msnm la zona más baja y 140.86 msnm la zona donde se ubica el tanque que distribuye a toda la comunidad. Se hizo una simulación mediante el programa EPANET el cual nos indicó que el sitio tiene presiones elevados en los lados bajos que no cumplen con la normativa del SANAA. Otro problema encontrado fue que el tanque que hay en la comunidad no cumple con las dotaciones que se requieren dejando a los habitantes sin agua durante días. Todo lo anterior, con el fin de analizar la recolección de datos para realizar el diseño de la red de distribución de agua potable el cual tiene una longitud de 1.7 km y está comprendido por tubería de 2". Para esta solución se propuso un diseño que en sus primeros tramos de red se cambie el diámetro de tubería a 3" con el fin de reducir considerablemente las presiones en las partes bajas de la comunidad, así como también proponer un tanque con un volumen de 25,000 galones que iría a la par del que ya está existente. Añadiendo también un tanque elevado de 25,000 galones esto para tener un tanque auxiliar al momento que la línea de conducción este dañada. Con esto se logrará solventar el problema de la escasez de agua en la comunidad.



ABSTRACT

The community of Barrio Canahuati located in the municipality of Choloma is experiencing a shortage of drinking water due to failures in the pipeline and the limited capacity of its storage tank, adding to this the distribution network that they have already exceeded its design period and therefore will not meet the minimum supply that the population needs. For this reason, it is necessary to design geometrically and structurally a model of drinking water distribution network, which will improve the quality of life of the inhabitants of the area. An initiative is proposed to solve this problem, by means of a topographic survey of the zone where the highest zones of the community are verified, as well as the lowest ones which are 70.54 masl the highest zone, 21.73 masl the lowest zone and 140.86 masl the zone where the tank that distributes to the whole community is located. A simulation was made using the EPANET program, which indicated that the site has high pressures on the low sides that do not comply with SANAA regulations. Another problem encountered was that the existing tank in the community does not meet the required supplies, leaving the inhabitants without water for days. All the above, to analyze the data collection for the design of the drinking water distribution network, which has a length of 1.7 km and is comprised of 2" pipe. For this solution, a design was proposed for the first sections of the network to change the pipe diameter to 3" to reduce the pressures in the lower parts of the community, as well as to propose a tank with a volume of 25,000 gallons that would be on a par with the existing one. Also adding an elevated tank of 25,000 gallons to have an auxiliary tank when the pipeline is damaged. This will solve the water shortage problem in the community.

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | | |
|--------|--------------------------------------|----|
| I. | Introducción..... | 1 |
| II. | Planteamiento del problema..... | 2 |
| 2.1. | Precedentes del problema | 2 |
| 2.2. | Definición del Problema..... | 5 |
| 2.2.1. | Enunciado Del Problema | 5 |
| 2.2.2. | Formulación Del Problema | 5 |
| 2.3. | Justificación..... | 6 |
| 2.4. | Preguntas de investigación..... | 7 |
| 2.5. | Objetivos..... | 8 |
| 2.5.1. | Objetivo General..... | 8 |
| 2.5.2. | Objetivos Específicos | 8 |
| III. | Marco Teórico..... | 9 |
| 3.1. | Análisis De La Situación Actual..... | 9 |
| 3.1.1. | Análisis Del Macroentorno | 9 |
| 3.1.2. | Análisis del Microentorno..... | 19 |
| 3.1.3. | Análisis Interno | 28 |
| 3.2. | Teoría del Sustento | 31 |
| 3.3. | Marco Conceptual..... | 43 |
| 3.4. | Marco Legal | 47 |
| 3.4.1. | Leyes Jurídicas..... | 47 |
| IV. | Metodología..... | 51 |
| 4.1. | Enfoque | 51 |
| 4.2. | Variables de Investigación..... | 52 |

| | | |
|--------|---|-----|
| 4.2.1. | Diagrama De Variables De Investigación..... | 54 |
| 4.2.2. | Tabla de Operacionalización | 55 |
| 4.3. | Técnicas e Instrumentos Aplicados | 57 |
| 4.3.1. | Técnicas | 57 |
| 4.3.2. | Instrumentos..... | 58 |
| 4.4. | Materiales | 63 |
| 4.5. | Población y Muestras | 64 |
| 4.5.1. | Tamaño de la población | 64 |
| 4.5.2. | Tamaño de la muestra | 64 |
| 4.6. | Metodología de Estudio..... | 64 |
| 4.6.1. | Tipo de Diseño..... | 64 |
| 4.7. | Cronograma de Actividades | 66 |
| V. | Análisis de Resultados..... | 68 |
| 5.1. | Características Actuales | 68 |
| 5.2. | Análisis de población futura. | 75 |
| 5.3. | Parámetros iniciales. | 80 |
| 5.3.1. | Criterios de diseño | 80 |
| 5.3.2. | Diseño de Red de Distribución. | 81 |
| 5.3.3. | Estudio de Suelo..... | 92 |
| VI. | Conclusiones..... | 101 |
| VII. | Recomendaciones..... | 103 |
| | Anexos..... | 108 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

| | |
|---|----|
| Ilustración 1-Tipología de la red de abastecimiento de agua de los Molares..... | 14 |
| Ilustración 2- Modelado en Epanet del sitio | 18 |
| Ilustración 3- Dotaciones de Consumos para la Comunidad según el SANAA..... | 22 |
| Ilustración 4-Planta general de la distribución de agua en Aldea Yolwitz..... | 26 |
| Ilustración 5- Mapa de ubicación de Choloma | 28 |
| Ilustración 6 - Ubicación de Aldea Bijao dentro de Choloma..... | 29 |
| Ilustración 7 - Acceso a Agua Potable del Municipio de Choloma | 30 |
| Ilustración 8 - Barrio Canahuati, Aldea bijao..... | 30 |
| Ilustración 10- Diagrama de metodología de estudio | 54 |
| Ilustración 11- Diagrama de metodología de estudio | 65 |
| Ilustración 12- Simulación de la Red de distribución actual en Epanet | 71 |
| Ilustración 13- Relación de Carga hidráulica – Tiempo, población Actual..... | 74 |
| Ilustración 14- Simulación de red actual con población futura | 75 |
| Ilustración 15- Relación de Carga hidráulica – Tiempo, población futura | 79 |
| Ilustración 16- Simulación de Propuesta | 83 |
| Ilustración 17- Simulación de red propuesta con población actual..... | 87 |
| Ilustración 18- Simulación de red propuesta con población futura..... | 88 |
| Ilustración 19-Modelaje del tanque según Sanaa | 90 |
| Ilustración 20- Análisis Estructural del Tanque..... | 91 |
| Ilustración 21- Curva granulométrica..... | 94 |
| Ilustración 22- Carta de Casagrande | 96 |
| Ilustración 23- Diagrama de clasificación SUCS | 98 |
| Ilustración 24- Tabla de módulo de elasticidad..... | 98 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1- Población al 2041 por modelo aritmético | 11 |
| Tabla 2-Tasa de crecimiento mediante modelo aritmético..... | 12 |
| Tabla 3-Poblacion al 2041 por modelo geométrico | 12 |
| Tabla 4- Tasa de crecimiento mediante modelo geométrico..... | 12 |
| Tabla 5- Estimación de dotaciones según M.O.P. | 13 |
| Tabla 6-Dotacion según el cálculo por el método M.O.P. | 13 |
| Tabla 7- Dotación según el plan hidrológico de DHC..... | 13 |
| Tabla 8 – Datos generales del sitio de Salsipuedes..... | 16 |
| Tabla 9 – Datos de caudales y volúmenes de tanque..... | 17 |
| Tabla 8-Evolucion de las tuberías de la línea de conducción | 21 |
| Tabla 9-Evolucion de las tuberías de la línea de distribución..... | 21 |
| Tabla 11-Diametros para tuberías de limpieza y rebose en tanques de almacenamiento.... | 40 |
| Tabla 12-Velocidades y caudales máximos por diámetro en la red de distribución..... | 41 |
| Tabla 13-Tabla de Operacionalización de Variables | 53 |
| Tabla 14-Tabla de Variables Independientes..... | 56 |
| Tabla 15-Softwares Utilizados..... | 58 |
| Continuación de Tabla 15-Softwares Utilizados | 60 |
| Tabla 16-Equipos Utilizados | 61 |
| Tabla 17- Resultados de EPANET, nodos..... | 71 |
| Tabla 18- Resultados de EPANET, Tuberías. | 73 |
| Tabla 19- Resultados de EPANET, nodos..... | 76 |

| | |
|---|----|
| Tabla 20- Resultados de EPANET, Tuberías. | 77 |
| Tabla 21- Resultados de EPANET, nodos..... | 84 |
| Tabla 22- Resultados de EPANET, Tuberías. | 85 |
| Tabla 23- Análisis granulométrico por tamizado..... | 93 |
| Tabla 24- Limite liquido | 94 |
| Tabla 25- Limite Plástico | 95 |
| Tabla 26- Resumen de estudio de suelos..... | 96 |

ÍNDICE DE ECUACIONES

| | |
|---|----|
| Ecuación 1-Formula de caudal mínimo..... | 32 |
| Ecuación 2-Calculo de población de diseño, método aritmético | 34 |
| Ecuación 3- Calculo de población de diseño, método geométrico | 34 |
| Ecuación 4-determinacion de la tasa de crecimiento anual, método geométrico | 35 |
| Ecuación 5-Calculo del consumo medio diario..... | 36 |
| Ecuación 6-Calculo del consumo máximo diario..... | 36 |
| Ecuación 7-Calculo del consumo máximo horario | 36 |
| Ecuación 8 – Formula para determinar volumen de Tanque | 82 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|--|-----|
| Anexo 1 – Toma de puntos de la comunidad..... | 108 |
| Anexo 2 – Colocación del equipo topográfico..... | 108 |
| Anexo 3 – Toma de puntos del sitio del tanque propuesto..... | 109 |
| Anexo 4 – Toma de muestra para estudio de suelos..... | 109 |
| Anexo 4 – Sitio de la línea de conducción..... | 110 |
| Anexo 5 – Realización de estudio de suelos..... | 110 |
| Anexo 6 – Realización de estudio de suelos..... | 111 |
| Anexo 7 – Tanque existente de la comunidad..... | 111 |
| Anexo 8 – Fichas de Costo..... | 112 |

I. INTRODUCCIÓN

Para ciertas personas, la crisis hídrica significa recorrer extensas distancias con el fin de asegurarse el acceso a una cantidad adecuada de agua potable, ya sea limpia o no, simplemente para sobrevivir. Para otros, conlleva enfrentar desnutrición o sufrir enfermedades. Asimismo, hay individuos que experimentan esta problemática como una carencia de recursos financieros, instituciones o conocimientos para abordar los problemas locales relacionados con el uso y la distribución del agua.

En Aldea El Bijao, Choloma, la población cuenta con una fuente en las alturas de la comunidad la cual se traslada hacia un tanque mediante gravedad. El sistema de distribución cuenta con una red de tuberías subterráneas, no satisface normas ni criterios establecidos para efectuar el diseño de forma técnica y correcta.

Debido a esto, la municipalidad de Choloma busca responder las necesidades de la comunidad del El Bijao la cual comprende 2 colonias y 2 Barrios (Col. Sinaí, Col. Buenos Aires, Barrio Canahuati y Barrio Nueva Esperanza).

El presente proyecto plantea la ejecución de un exhaustivo estudio y diseño de la red de distribución de agua potable en el Barrio Canahuati de la Aldea Bijao, Choloma. La planificación estratégica tiene como objetivo primordial asegurar el cumplimiento de las normativas establecidas por el Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SANAA), con la perspectiva de mejorar de manera sustancial la calidad de vida de los residentes de esta localidad.

La propuesta de proyecto está programada para desarrollarse en el período comprendido entre octubre de 2023 y marzo de 2024. Este componente resulta imperativo para realizar cálculos precisos de las presiones en diversas elevaciones, asegurando así una implementación efectiva y eficiente de la red de distribución. La ejecución de este proyecto no solo tiene como finalidad cumplir con las regulaciones, sino también garantizar que el suministro de agua sea óptimo, contribuyendo directamente a la mejora de la calidad de vida de la comunidad en el Barrio Canahuati.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A continuación, se dará a conocer la problemática por la cual surge la necesidad de realizar este proyecto mostrando los precedentes que se han visto en la comunidad y detallando cada uno de los problemas que se estudiarán, se mostrarán los objetivos y las preguntas de investigación que se plantearán para la solución del proyecto.

2.1. Precedentes del problema

La ciudad de Choloma durante el transcurso de su historia ha conseguido un gran impulso en su crecimiento gracias a las diferentes maquilas y textilerías que se han instalado en la zona, esto produce un gran incremento en su población y en las viviendas, los sistemas de agua potable y alcantarillado son manejados y administrados por el departamento de agua y saneamiento de Choloma. (XplorHonduras, 2014)

En el año 1990 el servicio de agua potable, alcantarillado sanitario y la recolección de los desechos sólidos del municipio de Choloma, eran manejados y administrados por la municipalidad creándose para ese entonces, una "sección" que era la que se encargaba de la operación y mantenimiento de los servicios de esa fecha. El 05 de septiembre de 1992 se aprobó en el acta #96 la creación de la División Municipal de Servicios públicos, con cierta autonomía. («Aguas de Choloma», 2012)

El Municipio de Choloma experimenta un crecimiento demográfico dinámico, ya que desde el censo de 1950 hasta 2013 ha mantenido una tasa de crecimiento constante del 5.54%, la cual supera la tasa nacional del 3.3%. Considerando el comportamiento observado en los censos poblacionales de 1950, 1961, 1974, 1988, 2001 y 2013, así como las características de los flujos migratorios, se estima que la población del municipio en el año 2022 sea de 289,763 habitantes, con 139,089 hombres (48%) y 150,674 mujeres (52%). (H. Ruiz, 2022)

Durante años este crecimiento poblacional desmedido ha ocasionado problemas en cuanto a la repartición de varios recursos para sus pobladores siendo un problema principal desde hace 25 años la red de distribución de agua potable en las diferentes zonas de Choloma.

La Aldea Bijao está ubicada en la zona norte de Choloma y está conformada por la colonia Buenos Aires, colonia Sinaí, Barrio Canahuati, Barrio Nueva Esperanza Barrio Abajo y Colonia Mario Gonzales, las cuales las más afectadas actualmente son Buenos Aires, Sinaí, Canahuati y Nueva Esperanza ya que las otras dos tienen un abastecimiento de agua de otra obra, Durante bastante tiempo la comunidad de la Aldea Bijao se ha encargado de velar por ellos mismos dándole mantenimiento a su red de distribución de agua potable y a sus calles, pero el crecimiento poblacional también ha afectado esta zona por lo cual hace un tiempo han empezado a sufrir las consecuencias del alto crecimiento sin control.

El actual proyecto de red de distribución de agua potable con el que cuenta la Aldea Bijao es antiguo según los pobladores cuenta con más de 30 años desde su construcción. Este proyecto se alimenta de dos obras de captación en la parte alta del Rio Bijao, esta tiene un desarenador funcional, donde se comienza a ver el problema es en la línea de conducción, está a llegado a presentar problemas por falta de mantenimiento, la tubería es vieja y en algunos tramos se muestra dañada, luego al llegar al tanque se observó que el caudal que sale de ambas obras de captación no refleja el caudal que ingresa a el tanque, lo que nos da a entender que hay bastantes perdidas en el camino. Con respecto al tanque, los pobladores de la colonia Canahuati cuentan con dos tanques de los cuales solo uno está en funcionamiento y este abastece a toda la Aldea Bijao donde se encontró las demás comunidades (Col. Sinaí, Col. Buenos Aires, Barrio Canahuati y Barrio Nueva Esperanza). Este proyecto estaba destinado a abastecer a una cantidad de 300 – 400 personas y actualmente se encontró una cantidad de 3299 habitantes según un censo realizado en el 2022 (H. Ruiz, 2022)

Como se puede observar la Aldea Bijao ha tenido un crecimiento poblacional desmedido desde que se creó la red de distribución actual y sin contar las conexiones ilícitas que se producen en la línea de conducción antes de llegar al tanque.

Durante este último periodo han tenido problemas de presión principalmente en su tanque de abastecimiento, esto debido a diferentes acontecimientos y situaciones con su línea de

conducción de la obra de captación. Ellos mismos se han encargado de darle mantenimiento por motivos de tuberías rotas, tuberías obstruidas, árboles caídos, poco caudal, entre otros.

2.2. Definición del Problema

Después de conocer la problemática y situación actual del lugar se necesita definir el problema más de cerca por lo que a continuación en el apartado definición del problema se realizara el enunciado del problema, formulación del problema, preguntas de investigación, objetivos generales y específicos.

2.2.1. Enunciado Del Problema

“La comunidad de barrio Canahuati no posee la suficiente cantidad de agua a pesar de tener una fuente directa, esto debido a su ineficiente línea de conducción y la mala distribución en su red de agua potable”

2.2.2. Formulación Del Problema

¿Qué diseño deberá tener el nuevo sistema de red de distribución de agua potable para que la red propuesta tenga el impacto debido dentro de la comunidad?

2.3. Justificación

La implementación del proyecto en la Aldea Bijao no solo aborda problemas inmediatos, sino que se presenta como una iniciativa ingenieril integral para el desarrollo sostenible. Centrado en la optimización técnica de la línea de conducción y la infraestructura asociada, el proyecto va más allá de lo técnico, siendo un compromiso genuino con el bienestar de la comunidad.

La intervención propuesta busca una transformación significativa en la vida cotidiana de los residentes, liberando tiempo y energía previamente dedicados a la búsqueda constante de agua. Además de garantizar un suministro estable de agua potable, el proyecto actúa como catalizador para el surgimiento de pequeños negocios locales y la participación en programas educativos, mejorando así la calidad de vida.

El proyecto tiene el potencial de transformar la mentalidad y perspectivas de la comunidad al instaurar un sentimiento de seguridad y estabilidad, motivando la adopción de una visión a largo plazo. La mejora del tanque de abastecimiento secundario se presenta como una oportunidad clave para implementar prácticas sostenibles a largo plazo.

El éxito del proyecto no solo depende de la infraestructura física, sino también de la participación y comprensión de la comunidad. Programas educativos y de concientización sobre el uso eficiente del agua son esenciales para involucrar integralmente a la comunidad en la gestión sostenible de los recursos hídricos.

Es crucial contemplar desafíos anticipados y oportunidades futuras, considerando la capacidad de adaptación del sistema frente a cambios en la demanda, crecimiento poblacional y condiciones climáticas impredecibles. La integración de tecnologías avanzadas es fundamental para mantener el sistema alineado con las mejores prácticas y avances tecnológicos en la gestión del agua.

2.4. Preguntas de investigación

- 1) ¿Qué características topográficas tiene el terreno sobre el que se diseñara la distribución de agua?
- 2) ¿Cuál será la ruta más eficiente para la nueva red de distribución de agua potable?
- 3) Según los requerimientos de tubería para la red de distribución de agua potable de la comunidad, ¿Qué tipo y diámetros deberán usarse en las tuberías?
- 4) ¿Qué volumen de agua debe almacenar el tanque para obtener el caudal que cumpla con la dotación que requiera la población?
- 5) ¿Cuál será el costo total del proyecto del sistema de agua potable para la comunidad del barrio Canahuati?

2.5. Objetivos

Para lograr una comprensión más profunda del tema de investigación, se presenta el objetivo general una vez planteado el problema conociendo los antecedentes, definición, enunciado, formulación del problema y las preguntas de investigación. Para poder definir hasta donde se pretende llegar con la realización de este proyecto.

2.5.1. Objetivo General

Proponer un diseño de red de distribución de agua potable mediante las normas del SANAA para la comunidad del barrio Canahuati en la Aldea Bijao en Choloma Cortés.

2.5.2. Objetivos Específicos

- 1) Determinar las características topográficas que ayude a realizar el diseño de agua potable.
- 2) Establecer la ruta más eficaz para el sistema de la red de distribución de agua.
- 3) Determinar el volumen de tanque necesario para cumplir con la demanda de caudal del barrio Canahuati en la aldea bijao, Choloma.
- 4) Definir el tipo, diámetro y accesorios de tubería óptimos para la red de distribución de agua potable.
- 5) Realizar presupuesto de materiales, presupuesto de mano de obra y presupuesto de herramienta y equipo.

III. MARCO TEÓRICO

Este capítulo hace referencia a la situación que está ocurriendo actualmente sobre los proyectos de agua potable, haciendo un análisis fuera de Honduras, posteriormente lo que sucede en Honduras, y finalizando con la situación que actualmente vive la comunidad de Aldea Bijao, Choloma, de la misma manera se presentaran bases teóricas y conceptos sobre los cuales se desarrollara este proyecto con el fin de analizar las conceptualizaciones, las perspectivas teóricas, las investigaciones y los precedentes en general, que se consideren válidos para el correcto desarrollo del estudio.

3.1. Análisis De La Situación Actual

A continuación, se presentará una evaluación de la situación actual que incluye información teórica relacionada con investigaciones similares a las de nuestro proyecto, el cual se llevará a cabo en el Barrio Canahuati en la comunidad de aldea bijao, Choloma. Este análisis se enfocará en tres aspectos claves, primero el análisis interno que abarca todas las publicaciones y proyectos previamente realizados en la misma rama de estudio; Segundo el microentorno, que engloba proyectos a nivel nacional con Características al nuestro; y tercero, el macroentorno que comprende proyectos internacionales que guardan similitudes con el proyecto que se desarrollara.

3.1.1. Análisis Del Macroentorno

Según (OMS, 2017): Al menos 3 de cada 10 personas, o 2100 millones de personas, no poseen acceso a agua potable para sus hogares, y 6 de cada 10, o 4500 millones, están carentes de un saneamiento seguro.

De los 2,100 millones de individuos que carecen de acceso a agua tratada de manera segura, 844 millones ni siquiera disponen de un servicio elemental de suministro de agua potable. Esta cifra abarca a 263 millones de personas que se ven obligadas a caminar más de 30 minutos para obtener agua de fuentes distantes a sus hogares, así como a 159 millones que aún consumen agua de fuentes de superficie, como arroyos y lagos, sin recibir los adecuados tratamientos. (OMS, 2017)

En 90 naciones, el progreso en materia de saneamiento básico es insuficientemente lento, lo que significa que sus residentes no lograrán disfrutar de una cobertura universal y equitativa de agua potable a un costo asequible para el año 2030.(OMS, 2017)

Los 4500 millones de personas que no poseen con un saneamiento seguro, 2300 millones aun no tienen un servicio básico de saneamiento. Esto incluye a 600 millones de personas que comparten los inodoros con otros hogares, y 892 de personas la mayor parte de zonas rurales que hacen sus necesidades al aire libre esto debido al crecimiento demográfico aumentando en las zonas de África subsahariana y Oceanía. (OMS, 2017)

A continuación, se presentarán 2 proyectos haciendo un análisis del macroentorno con dichos proyectos internacionales similares:

3.1.1.1. Proyecto N.1 – Proyecto de construcción de la red de abastecimiento de agua potable de la población de “Los Molares”, Sevilla

El documento presentado a continuación representa el proyecto realizado por Andrés León Fernández, quien fue estudiante de la Universidad de Sevilla, España, el trabajo fue realizado previo a la obtención del título de ingeniero civil en el 2016.

1. Información del sitio

Los Molares es un municipio que pertenece a la provincia de Sevilla y se sitúa a una altitud de 73 metros sobre el nivel del mar. Está ubicado en la comarca de La Campiña sevillana, en la margen izquierda del río Guadalquivir, a una distancia aproximada de 20 kilómetros en línea recta desde dicho río. Sus coordenadas geográficas son 37°09' N, 5° 43' O.

(Fernández & Casas, 2016) destaca: “Aguas del Huesna es la empresa que administra el ciclo integral del agua en la localidad de Los Molares, no obstante esta empresa también gestiona la de los municipios de Almadén de la Plata, Alanís de la Sierra, El Madroño, El Pedroso, El Real de la Jara, Cañada Rosal, Villanueva del Río y Minas, Alcolea del Río, Cantillana, Tocina,

Brenes, Carmona, El Viso del Alcor, Utrera, Los Molares, El Coronil, Lebrija, Las Cabezas de San Juan, Los Palacios y Villafranca, y El Cuervo, una franja importante de la provincia de Sevilla, en la que actualmente residen 243,733 habitantes empadronados, de los que 4,903 clientes son atendidos por la empresa”.

2. Problema

Según (Fernández & Casas, 2016) nos indica que como problema inicial:

“En los últimos años en la comunidad de Los Molares la red de abastecimiento ha quedado obsoleta, presentando varios problemas en la distribución del agua en la población”.

3. Resultados

A continuación (Fernández & Casas, 2016) muestra los resultados obtenidos:

Datos poblacionales

Se estimó para el año 2041 con un periodo de diseño de 25 años y se aplicó el modelo aritmético y geométrico para la estimación de la población obteniendo como resultados los siguientes:

Fuente: (Fernández & Casas, 2016, p. 236)

Tabla 1- Población al 2041 por modelo aritmético

| Datos Escogidos | |
|------------------------|-------------------------|
| Año | Población (hab.) |
| 2005 | 2874 |
| 2015 | 3467 |
| Prognosis | |
| 2041 | 5009 |

Fuente: (Fernández & Casas, 2016)

Tabla 2-Tasa de crecimiento mediante modelo aritmético

| | |
|---------------------|------|
| Ka (Hab/año) | 59.3 |
|---------------------|------|

Fuente: (Fernández & Casas, 2016)

Por lo que la población según el Modelo Aritmético para el año 2041 es de 5009 habitantes en la localidad de Los Molares.

Modelo Geométrico

De la misma forma que en el modelo aritmético se escogieron los años 2005 y 2015 de la siguiente forma:

Tabla 3-Poblacion al 2041 por modelo geométrico

| Datos Escogidos | |
|------------------------|------------------------|
| Año | Población (Hab) |
| 2005 | 2874 |
| 2015 | 3467 |
| Prognosis | |
| 2041 | 5646 |

Fuente: (Fernández & Casas, 2016)

Tabla 4- Tasa de crecimiento mediante modelo geométrico

| | |
|-----------|-------|
| Kg | 0.019 |
|-----------|-------|

Fuente: (Fernández & Casas, 2016)

Cálculo de la dotación y caudal por habitante

Según (Fernández & Casas, 2016)

Para llevar a cabo el cálculo de la dotación por habitante de la población se lleva a cabo el estudio de diferentes dotaciones con el fin de seleccionar la más adecuada para el municipio ya que la empresa que los suministra no posee registro alguno. Estos datos de dotaciones y caudales son:

(Fernández & Casas, 2016, p. 239)

Modelo del M.O.P.

Son unas dotaciones que posee el Ministerio de Obras Publicas en su publicación de 1976 para un municipio en función de su número de habitantes.

Tabla 5- Estimación de dotaciones según M.O.P.

| N° habitantes N | Dotación (l/Hab/día) |
|-----------------------------|-----------------------------|
| $N < 1000$ | 100 |
| $1\ 000 \leq N < 6\ 000$ | 150 |
| $6\ 000 \leq N < 12\ 000$ | 200 |
| $12\ 000 \leq N < 50\ 000$ | 250 |
| $50\ 000 \leq N < 250\ 000$ | 300 |
| $N \geq 250\ 000$ | 400 |

Fuente: (Fernández & Casas, 2016)

Tabla 6-Dotacion según el cálculo por el método M.O.P.

| Año | Población (Hab) | Dotación (l/Hab-día) |
|------------|------------------------|-----------------------------|
| 2015 | 3467 | 174.67 |
| 2041 | 5646 | 196.46 |

Fuente: (Fernández & Casas, 2016)

Plan Hidrológico de la D.H.C.

Se toma un valor de demanda que este por debajo a 10000 habitantes ya que para el año 2041 aún se mantiene en ese rango:

Tabla 7- Dotación según el plan hidrológico de DHC.

| Año | Población (Hab) | Dotación (l/Hab-día) |
|------------|------------------------|-----------------------------|
| 2015 | 3467 | 175.00 |

| | | |
|------|------|--------|
| 2027 | - | 215.00 |
| 2041 | 5646 | 261.67 |

Fuente: (Fernández & Casas, 2016)

Diseño Hidráulico

Destaca (Fernández & Casas, 2016)

El diseño hidráulico se utilizó el software Giswater arrojando la siguiente tipología de red:

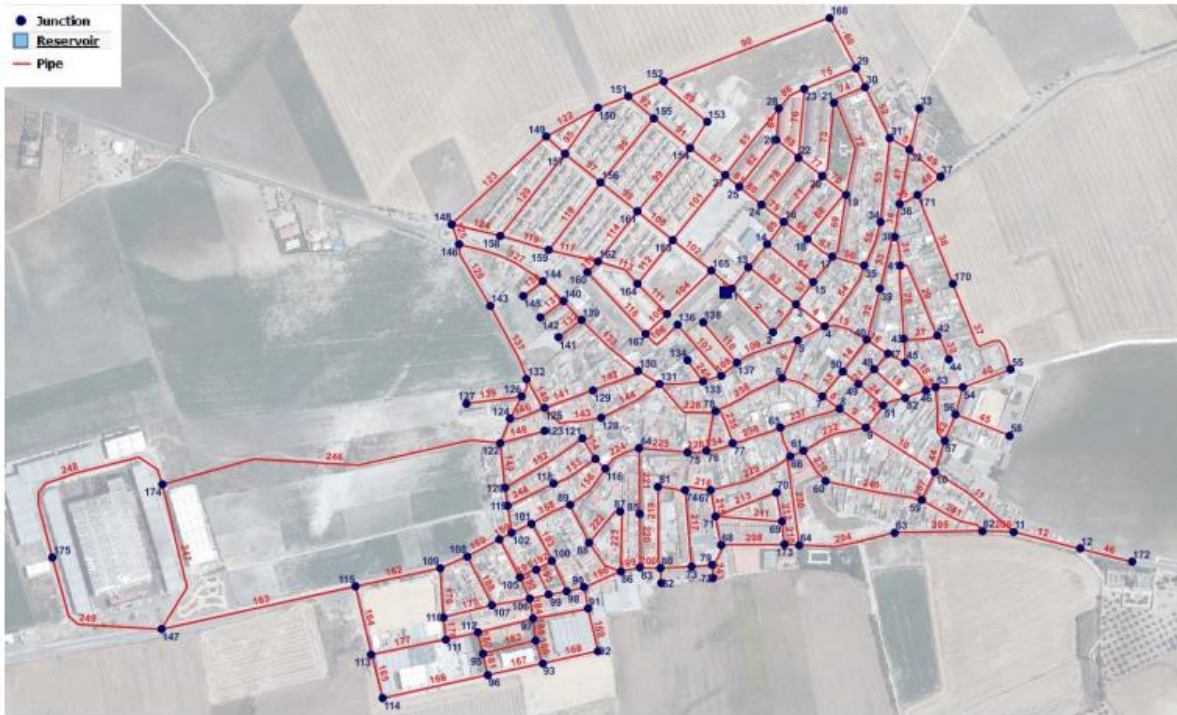


Ilustración 1-Tipología de la red de abastecimiento de agua de los Molares.

Fuente: (Fernández & Casas, 2016)

Estos datos arrojaron lo siguiente:

Velocidad

$V_{max}=2.25$ m/s

$V_{min}=0.3$ m/s

Presión

$P_{min}=30$ mca

$P_{max}=70$ mca

Elementos que contendrá la red:

- Tuberías de distribución
- Válvulas de corte
- Desagües
- Ventosas
- Hidrantes contra incendios y bocas de riego

4. Conclusiones

Según los datos previamente recopilados, el proyecto se ajusta de manera integral a todas las normativas vigentes del municipio. Este logro no solo demuestra un cumplimiento sólido con los requisitos establecidos, sino que también sienta las bases para una ejecución exitosa y sin contratiempos.

La conformidad con las normativas municipales no solo es un requisito legal, sino también un indicador clave de responsabilidad y compromiso con el entorno local. La adaptación del proyecto a estos estándares asegura que se tengan en cuenta los aspectos fundamentales para la seguridad, el medio ambiente y la sostenibilidad, lo cual es crucial para el éxito a largo plazo.

Asimismo, la consideración de la factibilidad del proyecto en términos de plazos y condiciones establecidos añade un elemento positivo a la evaluación. La planificación y ejecución dentro de los límites temporales propuestos no solo garantizan la eficiencia, sino que también reflejan una gestión efectiva de los recursos y una comprensión profunda de los desafíos y las oportunidades involucrados.(Fernández & Casas, 2016)

3.1.1.2. Proyecto N.2 – Proyecto de la red de agua potable de la ciudad de Salsipuedes, Córdoba.

El documento presentado a continuación representa el proyecto realizado por Augusto Emmanuel Barraud, quien fue estudiante de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, el trabajo fue realizado previo a la obtención del título de ingeniero civil en el 2014.

1. Información del sitio

Salsipuedes se ubica en las Sierras Chicas de Córdoba, Argentina, dentro del Departamento Colón, a una distancia de 35 km de la ciudad de Córdoba, la capital de la provincia del mismo nombre. Además, se encuentra a 22 km del Aeropuerto Internacional Córdoba, a una altitud de 685 metros sobre el nivel del mar. Esta localidad forma parte del conglomerado urbano del Gran Córdoba.(*Barraud, 2014*)

2. Problemas

A la comunidad de Salsipuedes no le llega la suficiente cantidad de agua para cubrir la dotación mínima de agua que las personas requieren.

3. Resultados

Cálculo de población y dotación.

Tabla 8 – Datos generales del sitio de Salsipuedes

| | |
|---------------------|------------------|
| Población actual | 9958 habitantes |
| Tasa de crecimiento | 4.12 % |
| Periodo de diseño | 20 años |
| Población Futura | 25205 habitantes |
| Dotación de diseño | 250 l/Hab/día |

Fuente: (*Barraud, 2014*)

Caudales de diseño y volúmenes

Tabla 9 – Datos de caudales y volúmenes de tanque

| Caudal medio diario | |
|-----------------------------------|----------------------------|
| Actual | 2490 m ³ /día |
| Futuro | 6301 m ³ /día |
| Caudal máximo diario | |
| Coefficiente por pico | 1.4 |
| Actual | 3485.3 m ³ /día |
| Futuro | 8822 m ³ /día |
| Caudal máximo horario | |
| Coefficiente de pico | 1.7 |
| Actual | 4232 m ³ /día |
| Futuro | 10712 m ³ /día |
| Volumen de almacenamiento actual | |
| Mínimo | 622 m ³ |
| Volumen del almacenamiento futuro | |
| Mínimo | 1575 m ³ |

Fuente: (Barraud, 2014)

Modelado de Epanet



Ilustración 2- Modelado en Epanet del sitio

Fuente: (Barraud, 2014)

4. Conclusión

La detección inicial de fallos técnicos en la red reveló la existencia de problemas significativos, entre los cuales se destaca el aumento en las secciones del conducto a medida que se avanzaba en un tramo específico de la red. Este hallazgo señala una preocupación fundamental en la consistencia y diseño de la infraestructura, ya que un incremento no planificado en las dimensiones de los conductos puede tener ramificaciones importantes para la eficiencia operativa y la funcionalidad general del sistema

Este fenómeno podría indicar posibles errores de ingeniería o planificación en la fase inicial del proyecto, lo que subraya la importancia de una revisión exhaustiva de los diseños antes de la implementación. Identificar y abordar estos fallos técnicos en las etapas iniciales es

crucial para evitar complicaciones adicionales y garantizar la integridad a largo plazo de la red

Además, la presencia de aumentos no planificados en las secciones del conducto podría tener impactos directos en la capacidad de flujo, la presión del fluido y, en última instancia, en el rendimiento general de la red. Este tipo de problemas técnicos pueden afectar negativamente la eficiencia del sistema y, por ende, comprometer su funcionalidad.

Para abordar estos fallos técnicos, será esencial realizar un análisis detallado de la red y llevar a cabo las modificaciones necesarias en el diseño. Esto puede implicar ajustes en las dimensiones de los conductos, la implementación de medidas correctivas en tramos específicos y la actualización de la documentación técnica correspondiente. A través de un enfoque sistemático y proactivo, se podrá optimizar la infraestructura y asegurar su conformidad con los estándares y requisitos establecidos para el proyecto.

3.1.2. Análisis del Microentorno

Honduras genera 2300 metros cúbicos de agua por segundo. Sin embargo, en Tegucigalpa, el 36% de las familias capitalinas no la reciben en sus casas y se abastecen a través de los camiones cisterna que pasan por los barrios. Honduras vive un estado de emergencia por la escasez del líquido. El resultado es un férreo calendario de racionamiento y unas previsiones poco buenas. (Unicef, 2017)

A continuación, se presentarán 2 proyectos haciendo un análisis del microentorno con dichos proyectos nacionales similares:

3.1.2.1. Análisis, estudio y mejoramiento de la red de abastecimientos de agua potable de la comunidad de Tegucigalpita (Cortés, H, C.A.)

El documento presentado a continuación representa el proyecto realizado por Marco Rene Gámez Banegas, quien realizó su título de máster en ingeniería hidráulica y medio ambiente en la universidad de politécnica de Valencia en el año 2015.

1. Información del sitio

La comunidad de Tegucigalpita se encuentra en el municipio de Omoa que cuenta con una extensión territorial de 382.8 kilómetros cuadrados del departamento de Cortés y se encuentra con una altitud de 2242 metros sobre el nivel del mar. Esta comunidad cuenta con 4145 habitantes (García et al., 2015).

2. Problemas

La red está sufriendo fallos o roturas en las tuberías de acometidas a las viviendas o en las tuberías de distribución lo que causa una gran pérdida de presión de agua por lo que no llega la suficiente cantidad de agua para toda la comunidad lo que provoca que se queden sin el servicio de agua durante 3 o 4 días (García et al., 2015, p. 61).

3. Resultados

(García et al., 2015) arrojo los siguientes resultados:

Se clasificaron los siguientes diámetros y cantidad de tuberías que posee la comunidad de Tegucigalpita:

Tabla 8-Evolucion de las tuberías de la línea de conducción

| Línea de Conducción | | |
|----------------------------|--------------|--------------------|
| Tubería (plg) | Longitud (m) | # Tubos (Lance=3m) |
| HG 8" | 165.52 | 55 |
| HG 6" | 42.93 | 14 |
| HG 4" | 64.56 | 22 |
| PVC 6" | 261.55 | 87 |
| PVC 4" | 2113.76 | 705 |

Fuente: (García et al., 2015, p. 54)

Tabla 9-Evolucion de las tuberías de la línea de distribución

| Línea de Distribución | | |
|------------------------------|--------------|--------------------|
| Tubería (plg) | Longitud (m) | # Tubos (Lance=3m) |
| PVC 6" | 1226.66 | 409 |

Fuente: (García et al., 2015, p. 54)

Dotación

Dotaciones de consumo para la comunidad

| Dotación Domestica (SANAA) | | |
|--------------------------------|-----|------|
| Habitantes | 180 | Lppd |
| Dotación Comercial (SANAA) | | |
| Centro Comercial | 100 | Lppd |
| Comercio Pequeño | 50 | Lppd |
| Restaurante | 230 | Lppd |
| Hotel | 160 | Lppd |
| Dotación Institucional (SANAA) | | |
| Hospital/centro de salud | 400 | Lppd |
| Fabricas | 900 | Lppd |
| Posta Policial | 180 | Lppd |
| Escuela | 90 | Lppd |
| Oficinas | 90 | Lppd |

Ilustración 3- Dotaciones de Consumos para la Comunidad según el SANAA.

Fuente: (García et al., 2015)

4. Conclusiones

La gestión efectiva de la presión en la red es esencial para prevenir daños, fallos y roturas que puedan surgir debido a condiciones operativas adversas. En este contexto, la instalación de controladores de presión en toda la red se presenta como una medida clave para mantener niveles adecuados y evitar situaciones que podrían comprometer la integridad de la infraestructura.

Los controladores de presión desempeñan un papel crucial al regular y mantener la presión del fluido dentro de límites seguros y predefinidos. Esta estrategia no solo protege la red contra posibles daños, como rupturas y fugas, sino que también contribuye a prolongar la vida útil de los componentes al reducir el estrés operativo. Además, la implementación de

estos dispositivos proporciona una mayor flexibilidad para ajustar la presión según las necesidades específicas de cada tramo de la red.

En cuanto a la sustitución de tuberías dañadas, la elección de utilizar materiales idénticos en términos de tipo y calidad es una medida prudente. Esta consistencia asegura la uniformidad en la resistencia, durabilidad y características físicas de la red. La coherencia en los materiales facilita la compatibilidad entre las secciones nuevas y existentes, minimizando los riesgos de corrosión diferencial o desgaste desigual.

Al seleccionar materiales de calidad equivalente, se garantiza que las propiedades mecánicas y químicas de las nuevas tuberías sean compatibles con el entorno circundante y las condiciones de operación. Este enfoque ayuda a mantener la eficiencia del sistema y reduce la probabilidad de futuros problemas relacionados con la integridad estructural de la red. (García et al., 2015)

3.1.2.2. Proyecto No.2 – Diseño de la red de distribución de agua potable para la aldea Yolwitz del municipio de San Mateo Ixtatán, Huehuetenango.

El documento presentado a continuación representa el proyecto realizado por Billy Roger Martínez Martínez, quien fue estudiante de la Universidad de San Carlos, Guatemala, el trabajo fue realizado previo a la obtención del título de ingeniero civil en el 2010.

1. Información del sitio

El municipio se encuentra a 385 kilómetros de la capital Ciudad de Guatemala y a 125 kilómetros de la cabecera departamental San Mateo. Tiene una extensión territorial de 560 kilómetros cuadrados. Las coordenadas de la cabecera San Mateo 15°49'28" y posee una altitud de 2540 metros.

(Martínez, 2010) señala:

El servicio de agua que poseen cubre a más del 80% de la población, el agua no recibe ningún tipo de tratamiento para potabilizarla, por lo que tienen un gran número de personas con enfermedades gastrointestinales. (Martínez, 2010, p. 7)

2. Problema

La aldea de Yolwitz no posee una red de distribución que satisfaga a toda la población con la dotación mínima que ellos requieren según la norma del país guatemalteco (COGUANOR NGO 29001) y la red está formada solo por ramales abiertos debido a la topografía impidiendo el cierre de los circuitos de tubería por la ubicación de las casas (Martínez, 2010, p. 9).

3. Resultados

(Martínez, 2010) muestra los siguientes datos obtenidos:

Población

La población actual de esa comunidad es de 170 viviendas con una densidad de 5 personas por vivienda este dato se determinó mediante información solicitada a la comunidad y entrevistas con miembros de la aldea y haciendo una comprobación de esos datos con la toma de datos topográficos (Martínez, 2010).

$$P_{actual} = 850_{habitantes}$$

Población futura

$$P_f = 1556_{habitantes}$$

Dotación

Según la norma la dotación debe estar entre 60 y 110 Lts/Hab/día, se llegó a considerar una dotación de 90 Lts/Hab/día ya que esta entre los rangos aceptables (Martínez, 2010, p. 15)

Caudales del sistema

Caudal medio diario

$$Q_m = 1.62 \frac{lbs}{seg}$$

Caudal máximo diario

$$Q_{md} = 1.94 \text{ lbs/seg}$$

Caudal máximo horario

$$Q_{mh} = 3.2 \frac{lbs}{seg}$$

Volumen del tanque de distribución

Ya que no hay información acerca del tanque de distribución se tomara un valor del 40% este valor es recomendado según la norma para sistemas de gravedad (Martínez, 2010)

$$V_t = 55987.20 \text{ lbs} = 56 \text{ mts}^3$$

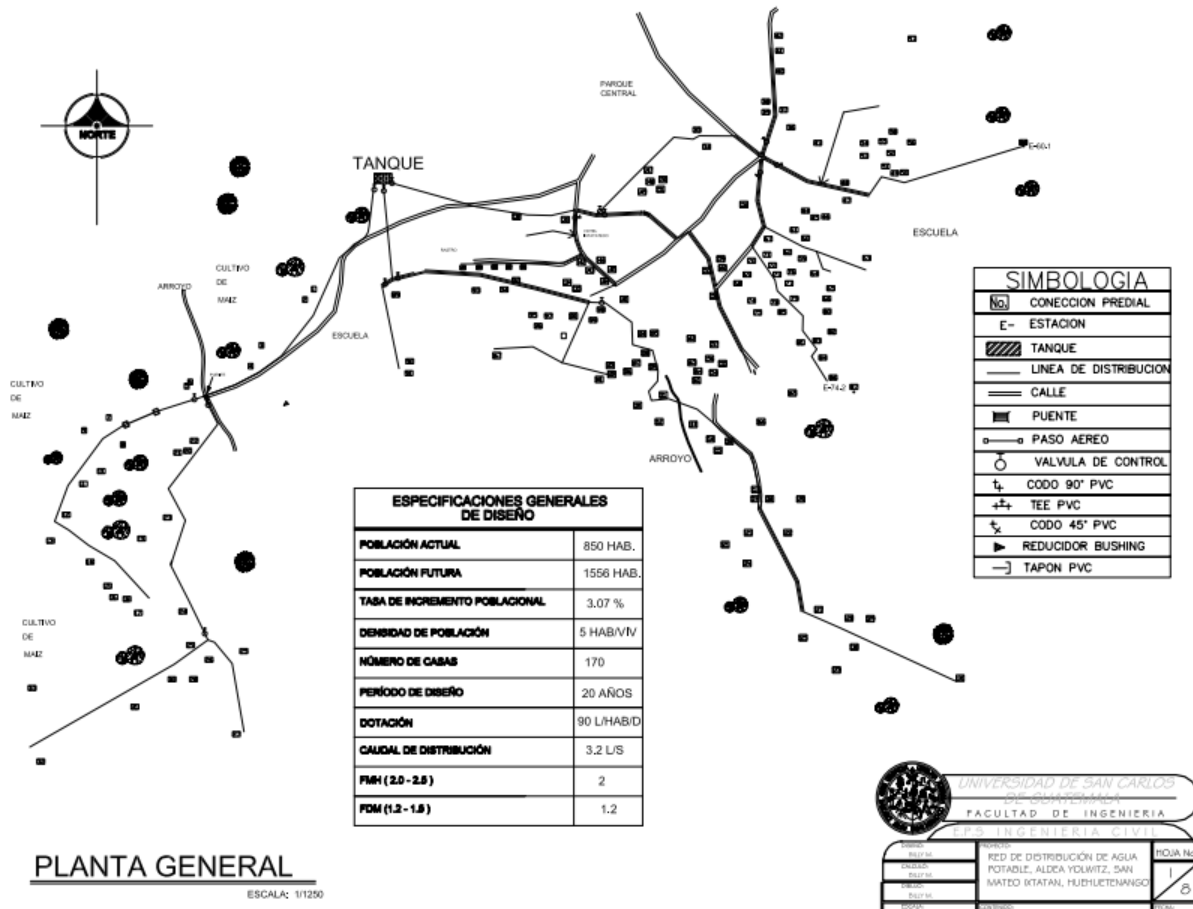


Ilustración 4-Planta general de la distribución de agua en Aldea Yolwitz.

Fuente: (Martínez, 2010)

4. Conclusiones

La implementación del servicio de agua potable constituye un paso fundamental hacia el progreso y el desarrollo sostenible de la comunidad. La eliminación de la necesidad de desplazarse a lugares lejanos en busca de agua no solo aliviará la carga logística de los residentes, sino que también generará un impacto positivo en varios aspectos.

En primer lugar, la disponibilidad de agua potable en la comunidad facilitará el acceso constante a este recurso esencial. Esta mejora no solo simplificará las actividades diarias, sino que también liberará tiempo y esfuerzo que los habitantes podrán dedicar a otras áreas de desarrollo, como la educación, el trabajo y la participación en actividades comunitarias.

La calidad de vida experimentará una mejora significativa debido a las mejores medidas de higiene asociadas al saneamiento del agua. El acceso a agua potable garantiza que las prácticas de higiene personal y doméstica sean más efectivas, lo que reduce considerablemente el riesgo de enfermedades transmitidas por el agua. Este aspecto tiene un impacto directo en la salud de la población y contribuye a la formación de una comunidad más saludable y resistente.

Además, la presencia de servicios básicos como el agua potable puede estimular el desarrollo económico local. La disponibilidad de recursos hídricos confiables puede atraer inversiones, facilitar la creación de pequeñas empresas y mejorar las condiciones de vida en general. También se abren oportunidades para la agricultura y la producción local, lo que contribuye a la autosuficiencia y a la generación de empleo.(Martínez, 2010).

3.1.3. Análisis Interno

El municipio de Choloma se encuentra localizado en el departamento de Cortés, de la república de Honduras, cuyas coordenadas son 15.6 Latitud Norte y -88.03 Longitud Oeste del meridiano de GREENWICH.

Choloma cuenta con una extensión territorial del 447.5km². Se ubica en el valle de sula. La cabecera es cruzada por el rio Choloma y posee las siguientes colindancias, al norte: municipios de Puerto Cortés y Omoa; al sur: municipios de San Pedro Sula y La Lima; al este Municipio de Puerto Cortés y Omoa y al Oeste; Municipios de Omoa y San Pedro Sula. (Vargas et al, 2020, p. 5)



Ilustración 5- Mapa de ubicación de Choloma

Fuente: (*Índice de Desarrollo Municipal Choloma, Cortés, Gobierno de la República, p. 3*)

A continuación, se muestra una ilustración de una imagen satelital de lo que comprende La distancia en la que se ubica la comunidad de Aldea Bijao en relación con el centro de Choloma.

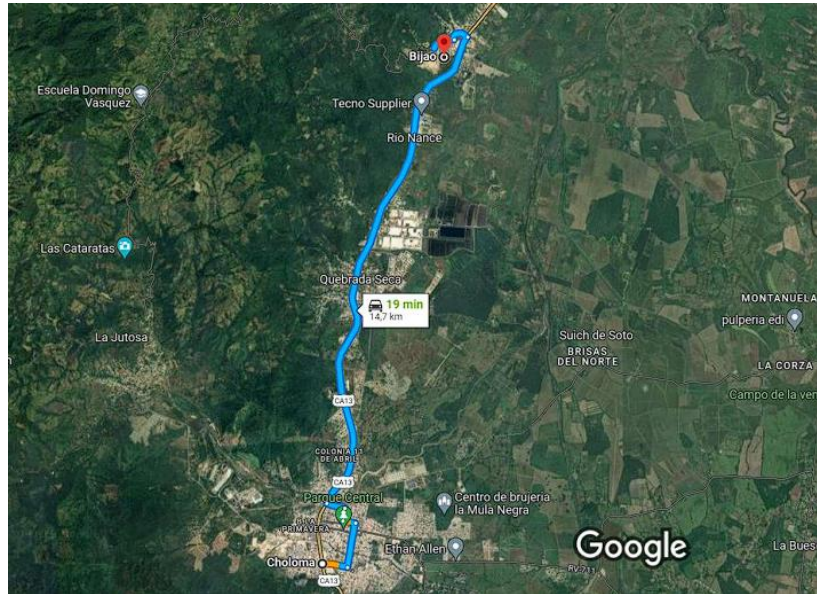


Ilustración 6 - Ubicación de Aldea Bijao dentro de Choloma

Fuente: (Google Earth, 2023)

El Barrio Canahuati conforma 1 de las 6 comunidades que forman lo que conocemos como aldea bijao, a su vez la población de Choloma se encuentra asentada en 170 barrios del casco urbano; y en 41 aldeas y 235 caseríos del sector rural. (Vargas et al., 2022, p. 8)

Índice de Agua

En el año 2020 se realizó un censo poblacional con el fin de contar estimaciones recientes acerca de los datos que clasifiquen el acceso al agua en aquellas viviendas que obtienen el agua por medio del sistema público o privado y para conocer las viviendas que la obtienen por otras fuentes (de ríos, de pozos, entre otros). En el siguiente grafico se muestra la distribución del municipio de Choloma con relación a su acceso al agua. (*Índice de Desarrollo Municipal Choloma, Cortés, Gobierno de la República*)

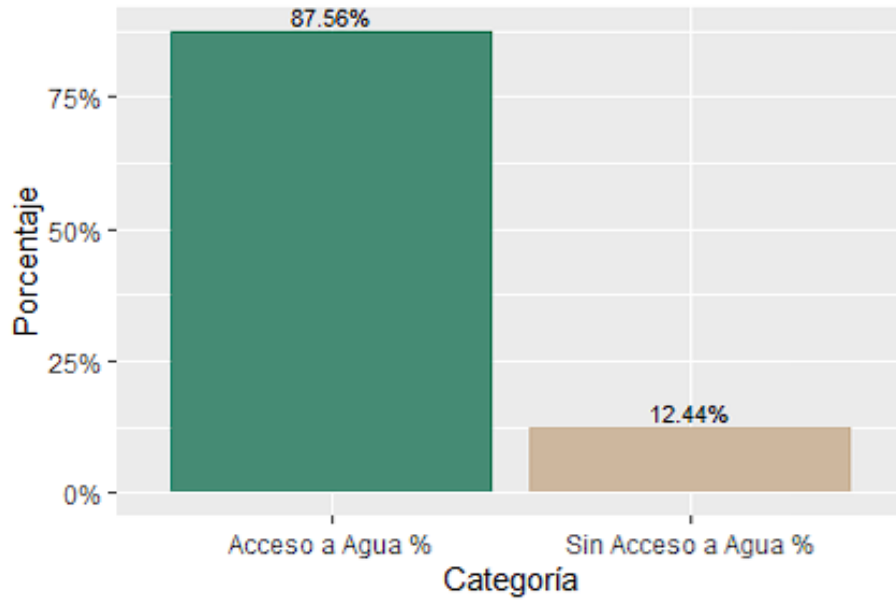


Ilustración 7 - Acceso a Agua Potable del Municipio de Choloma

Fuente: (*Índice de Desarrollo Municipal Choloma, Cortés, Gobierno de la República, p. 13*)

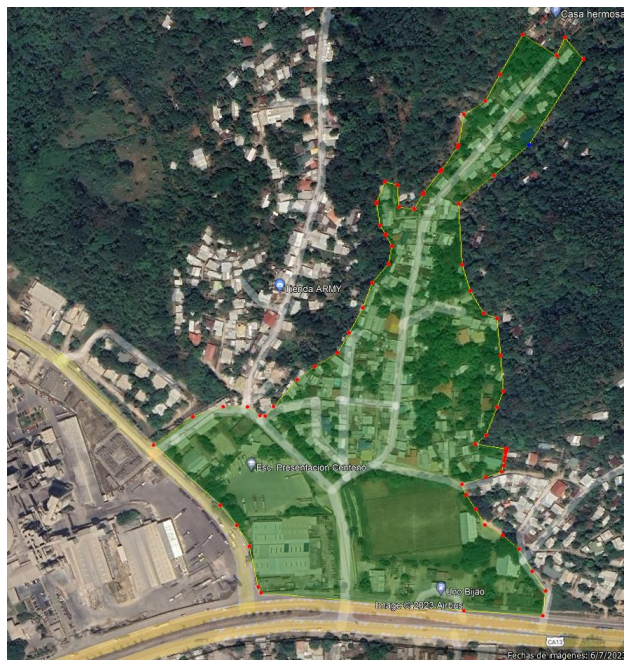


Ilustración 8 - Barrio Canahuati, Aldea bijao.

Fuente: (Google Earth, 2023)

EL barrio Canahuati se encuentra ubicado dentro de la Aldea Bijao, a las afueras de Choloma. Cuenta con un área de 122,854 metros cuadrados aproximadamente, la cual Comprende con un total de 255 Viviendas en Total, las cuales cuentan con una red de distribución existente la cual no satisface a las necesidades de sus actuales pobladores.

3.2. Teoría del Sustento

Como siguiente aspecto, se presentará la teoría del sustento, la cual abarca todos los pormenores relevantes sobre las pautas, requisitos y formulas derivadas de las directrices establecidas por el Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillado (SANAA). Esto respaldara la elaboración de una solución integral para el barrio Canahuati, exponiendo el marco normativo que muestra la configuración adecuada del proyecto. Desde las directrices que dirigen la concepción de la red de distribución, atravesando los análisis, alcance y beneficios del proyecto, hasta concluir con una aportación que enriquezca el proceso de evaluación y concepción de este diseño.

3.2.1. Servicio Autónomo Nacional De Acueductos Y Alcantarillados (SANAA)

El objetivo de esta norma es fijar los requisitos mínimos de ingeniería para la conceptualización y dimensionamiento de la infraestructura de agua potable a nivel rural, a fin de asegurar su capacidad, estabilidad, vulnerabilidad y seguridad estructural las cuales sean acorde a las condiciones particulares del sitio del proyecto. Así mismo establecer recomendaciones en cuanto a métodos y procedimientos de diseño, recomendar parámetros coeficientes y formulas. (SANAA, 2003)

Criterios para determinar la factibilidad de un proyecto

Se consideran como factibles aquellas comunidades que:

1. La distancia de la fuente escogida estará determinada por un estudio económico que incluya una adecuada relación beneficio-costos y que asegure la funcionalidad del proyecto
2. Calidad del agua:

- 2.1. Que su apariencia no sea turbia, que carezca de mal olor, no arrastre mucho sedimento y que no esté contaminada.
- 2.2. Que el dueño del terreno escogido para hacer la obra de toma de su aprobación
- 2.3. No deberá haber viviendas aguas arriba, ni actividades agrícolas mayores en el sitio de obra de toma escogida
- 2.4. El caudal mínimo aforado debe de cubrir las necesidades mínimas de consumo de la comunidad y el mismo no deberá ser menor que la siguiente ecuación:

$$Q_{Min} = 0.025P_a$$

Ecuación 1-Formula de caudal mínimo

Donde: Q_{Min} : Caudal minimo de aforo

$P_a = Poblacion Actual$

Normas de Diseño

Los sistemas de abastecimiento rural requieren de una metodología para lo cual se han elaborado las siguientes normas de acuerdo con las necesidades del medio rural de nuestro país y su realidad socioeconómica. La finalidad de estas normas es la de uniformar los criterios para facilitar la labor de los ingenieros que intervienen en dichas obras. Cabe decir que estas normas no son rígidas y podrán modificarse con el avance de la técnica.(SANAA, 2003, p. 24)

Parámetros de Diseño.

Tomando en cuenta la durabilidad y vida útil de las tuberías, accesorios, materiales de construcción y el periodo que conlleva el diseño y construcción, se ha determinado un periodo de diseño de 22 años para todas las partes del sistema. A excepción de los equipos

de bombeo que se diseñaran para 10 años. Aquellos sistemas que ya cumplieron con su periodo, es decir 22 años o más y que requieran mejoras en todas las partes del sistema, se consideraran como acueducto nuevo.

Índice de crecimiento.

Se tomará como índice de crecimiento anual un 3.3% (Dato dado por la municipalidad de Choloma), el cual representa el promedio a nivel nacional según datos recabados por la Dirección General de Censos y Estadísticas.

Si la comunidad ha tenido desarrollo inusitado, este índice podrá ser calculado tomando en cuenta censos anteriores suficientes como para pronosticar su tendencia futura. En casis de asentamiento campesinos y proyectos habitacionales se tomará la densidad de saturación del proyecto como población futura.

Cálculo de población.

El diseño de los Acueductos se deberá hacer de acuerdo con la población y número de viviendas resultante del levantamiento topográfico, cuando éstas sean mayores que lo reportado en la encuesta, la cual se considera como el último censo realizado y así evitar la confusión de que el número de conexiones sea mayor que el número de viviendas de la encuesta preliminar.

El número mínimo de viviendas que deberán aparecer en el plano topográfico serán las de la encuesta básica.

De no tener una encuesta se calculará la población actual multiplicando la cantidad de viviendas por 6 habitantes por casa.

Conociendo los factores que condicionaron el crecimiento de la Comunidad es posible aplicar éstos estimar su población futura. Para hacer tal cálculo se utilizará el método aritmético y con menos frecuencia, el método geométrico.

Se podrá considerar el cálculo de la población por el método de saturación, cuando solamente esté bien definida el área de la comunidad a ser beneficiada.

Método aritmético

El método supone una variación lineal de la población en el tiempo. Se utiliza la siguiente fórmula

$$P_f = P_o \left(1 + \frac{kt}{100} \right)$$

Ecuación 2-Calculo de población de diseño, método aritmético

Donde:

P_f: Poblacion futura

P_o: Poblacion Actual

k: Tasa de crecimiento anual

t: Periodo de diseño

Método geométrico

Este método se utilizará preferiblemente para poblaciones de más de 2000 habitantes. La fórmula por aplicarse será:

$$P_f = P_o(1 + r)^t$$

Ecuación 3- Calculo de población de diseño, método geométrico

Donde:

P_f: Poblacion futura

P_o: Poblacion Actual

r: Tasa de crecimiento anual

t: Periodo de diseño

$$r = \sqrt[\Delta t]{\frac{P_{(t_2)}}{P_{(t_1)}}} - 1$$

Ecuación 4-determinacion de la tasa de crecimiento anual, método geométrico

Donde: Δt : *Periodo intercensal entre "t₁" y "t₂" (= t₂ - t₁)*

$P_{(t_1)}$: *Poblacion en el tiempo "t₁"*

$P_{(t_2)}$: *Poblacion en el tiempo "t₂"*

Dotaciones

La dotación generalizada para poblaciones menores de 2,000 habitantes será de 25 gppd.

En las comunidades de poblaciones mayores de 2,000 habitantes las dotaciones deberán satisfacer todas las necesidades abajo apuntadas.

- a) Consumo Doméstico.
- b) Consumo Industrial y Comercial.
- c) Consumo Público.
- d) Consumo Pérdida y Desperdicios.

Coefficiente y variación de consumo

Básicamente, tendremos 3 tipos de consumo:

- a) Consumo Medio Diario: Demanda promedio requerida para satisfacer las necesidades.
- b) Consumo Máximo Diario: Valor de la demanda máxima diaria durante el año.

- c) Consumo Máximo Horario: Valor del consumo máximo horario en el día de máxima demanda del año

$$QMD = \frac{P_f \times Dotacion}{86400}$$

Ecuación 5-Formula del consumo medio diario

$$QMaxD = 1.5 \times QMD$$

Ecuación 6-Formula del consumo máximo diario

$$QmaxH = 2.25 \times QMD$$

Ecuación 7-Formula del consumo máximo horario

En el diseño se utilizarán los siguientes coeficientes de variación:

Consumo Medio Diario: 1 K

Consumo Máximo Diario: 1.5 K (se utilizará este valor en el diseño de la línea de conducción y planta de tratamiento y el "Q" mínimo de la fuente no será inferior a él en los casos en que exista almacenamiento).

Consumo Máximo Horario: 2.25 K (se utilizará en el diseño de la línea y red de distribución y cuando no exista almacenamiento).

Coefficiente de Rugosidad

Para el cálculo de pérdidas por fricción en la tubería se utilizará la fórmula de Hazen Williams donde el coeficiente de rugosidad "C" a utilizarse será:

- Tubería de Hierro Galvanizado (HG) 100

- Tubería de Polivinilo (PVC) 140

Una vez definido los parámetros anteriores se procede a llenar la hoja de información general.

Fuentes de Abastecimiento

Según su origen las fuentes de abastecimiento de agua se pueden catalogar tres formas principales:

1. Agua Superficial.
2. Agua Subterránea.
3. Agua Lluvia.

Línea de Conducción

Es la línea de tubería que conduce el agua de la obra de toma hasta el tanque.

Preferiblemente funcionará por gravedad y se diseñará para un caudal mínimo igual al consumo máximo diario. Los conductos deberán ser cerrados y trabajarán a presión.

Llevará todas las obras necesarias para su protección como ser válvulas de limpieza y aire, anclajes y rompe cargas.

Tipo de Tubería

Se utilizarán tuberías con resistencia a cargas externas de impacto, así como a sustancias químicas, deberán tener superficie lisa, sin protuberancia.

Las tuberías que se usarán con más frecuencia serán de PVC y HG en todos los diámetros comerciales. La selección del material de tubería a utilizarse dependerá de la topografía del lugar y la clase del terreno.

En el análisis hidráulico se calcularán las presiones hidrostáticas de toda la línea y se representarán con líneas de presión (gradiente hidráulico y nivel estático) las cuales servirán para decidir la clase de tubería y las obras accesorias necesarias para la protección de esta.

Se evitará ante todo sobrepasar las presiones de trabajo de la tubería. El diámetro mínimo aceptable en la línea será de 1" Ø HG y hasta ¾" Ø PVC y la presión de trabajo máxima será de 160 lbs/pulg² para PVC y 350 lbs/pulg² para HG.

Para la línea de conducción además de calcular la gradiente hidráulica de diseño se calculará la gradiente hidráulica real.

Tanque de Almacenamiento

La principal finalidad de los depósitos de almacenamiento consiste en proporcionar reservas para satisfacer las fluctuaciones en el consumo diario de la población, así como para atender las demandas durante las intervenciones de mantenimiento en la infraestructura de captación y la conducción de agua.

Ubicación

El tanque se colocará en un lugar con suficiente altura que permita una presión mínima de 10 m en el punto más desfavorable de la red. Además de preferencia en un área grande, plana y a una distancia que facilite el mantenimiento de este. Dentro de las mejoras cuando de necesite complementar la capacidad del tanque existente, la ubicación de éste será preferiblemente a la par, si la topografía lo permite para que las tuberías de entrada y salida estén al mismo nivel.

En caso contrario que la topografía no favorezca la ubicación a la par, se colocará lo más próximo a él, para no alterar las presiones existentes en la red y llevará una válvula check en la tubería de salida la cual será independiente de la salida del tanque existente al igual que la tubería de entrada y ambos tanques tendrán sus respectivas tuberías de limpieza y rebose.

Deberá hacerse un análisis de presiones de la red cuando el tanque complementario esté más bajo del existente.

Volumen de Almacenamiento

Se ha determinado que la capacidad del tanque representará de un 30% a 40% del consumo medio diario en los sistemas por gravedad. En los sistemas de bombeo la capacidad estará determinada por el tiempo de bombeo y por el período de bombeo; es decir, a mayor tiempo de bombeo, menor capacidad de tanque y viceversa, pero también existirán diferencias para un mismo tiempo de bombeo en función del horario o período que se seleccionan. En estos sistemas la capacidad del tanque será de un 20% a 50% del "Qmedio".

Accesorios

Los tanques llevarán:

- a. Tubería de entrada: será de HG del mismo diámetro que la línea de conducción, además, se colocará una válvula de igual diámetro y los accesorios correspondientes.
- b. La tubería de salida: estará preferiblemente en el extremo opuesto de la entrada será de HG y tendrá el diámetro de la línea o red de distribución. Esta tubería estará de 0.15 a 0.20 metros sobre el piso del tanque, la salida llevará pascón y válvula de control.
- c. Rebose y limpieza: el tubo de rebose estará a la altura útil, o sea a 0.20 metros del techo del tanque dejando este volumen para aireación, dejando en la salida un sifón hidráulico y del mismo diámetro del tubo de rebose, luego descargará a una distancia apropiada y segura. El tubo de limpieza será independiente del rebose, no llevará válvula sino solamente un tapón hembra HG, el diámetro de la tubería de limpieza y rebose dependerá del volumen del tanque, así:

Tabla 11-Diametros para tuberías de limpieza y rebose en tanques de almacenamiento

| Volumen (Galones) | Diámetro de tubería de limpieza y rebose |
|-------------------|--|
| 5,000.00 | 2" |
| 10,000.00 | 3" |
| 15,000.00 | 3" |
| 20,000 y mayor | 4" |

Fuente: (SANAA, 2003)

Como criterio se adoptará que este diámetro no sea menor que el de entrada al tanque. El tipo de tubería será de HG.

- d. Hipo clorador: llevará tubería de HG de ½" Ø ó de 1" Ø.
- e. Se colocará un respirador de 1" Ø HG y sus respectivos accesorios.

Fontanería y Detalles del Tanque

Se procederá al diseño de las cámaras de válvulas, con la disposición de la entrada en un extremo y la salida en el extremo opuesto, con el propósito de lograr una distribución uniforme del compuesto de cloro desde el punto de entrada hasta la salida. La cubierta, construida con concreto reforzado, será hermética e incluirá conductos de ventilación adecuados. Para facilitar la inspección, se incorporará una entrada de 0.60×0.60 con una tapa sanitaria que evite la contaminación potencial.

La accesibilidad se garantizará mediante escaleras externas o internas, dependiendo de las circunstancias. Las tuberías de ventilación, con un diámetro mínimo de 1" HG y en forma de bastón, se instalarán. Para prevenir la entrada de sustancias pesadas y de mayor tamaño en

los conductos de aducción y distribución, se incorporará un pascón en la tubería de salida del tanque.

El tanque estará equipado con un dispositivo de medición de niveles visible desde el exterior con una escala para facilitar las lecturas. El drenaje de las aguas pluviales se llevará a cabo mediante zanjas de coronación, cuya distancia dependerá de la topografía. El piso presentará una pendiente del 2% hacia la tubería de limpieza, y las características de las cunetas y taludes se ajustarán según el tipo de suelo.

Tipos de Redes

Se considerarán principalmente de acuerdo con su configuración dos tipos: redes abiertas y redes por circuitos cerrados. Preferiblemente se diseñarán redes con circuitos cerrados y sólo excepcionalmente se hará de otro tipo.

Tabla 12-Velocidades y caudales máximos por diámetro en la red de distribución

| Diámetro | | Velocidad máxima (m/seg) | Caudal máximo (gpm) |
|----------|----------|--------------------------------|---------------------------|
| Mm | Pulgadas | | |
| 25 | 1 | 0.60 | 4.67 |
| 50 | 2 | 0.60 | 18.68 |
| 75 | 3 | 0.70 | 49.02 |
| 100 | 4 | 0.75 | 93.38 |
| 150 | 6 | 0.80 | 224.10 |
| 200 | 8 | 0.90 | 448.21 |
| 250 | 10 | 1.00 | 778.14 |
| 300 | 12 | 1.10 | 1,232.57 |

Fuente:(SANAA, 2003)

La velocidad mínima será de 0.60 m/seg y la máxima de 3 m/seg.

Por otra parte, el diámetro mínimo de la red será de 1" Ø en circuitos cerrados y tubería de relleno, y hasta de ½" Ø en extremos muertos que alimenten hasta tres viviendas.

Tubería y Accesorios

La tubería para utilizarse será de hierro galvanizado, PVC o combinación de ambas normalizadas bajo las denominaciones SCH-40 y SDR, respectivamente. Los accesorios serán del tipo de unión correspondiente según la tubería. El tipo y clase de tubería seleccionada se registrará basándose en el tipo de suelo del área del proyecto y a la presión de trabajo.

Ubicación de Válvulas

El propósito de las válvulas es optimizar el rendimiento del sistema y simplificar las tareas de operación y mantenimiento. Para lograrlo, es necesario ubicarlas de manera estratégica, siguiendo el juicio acertado del diseñador. Además, se deberá proporcionar protección a las válvulas mediante el uso de cajas o cámaras. (*Ley constitutiva SANAA, 2012.*)

Zanjos

La tubería se instalará a una profundidad de 0.60m si su diámetro es de hasta 4". En zonas por las que circulan vehículos, las profundidades serán de 0.80m. El ancho de la zanja será de 0.40m para diámetros de hasta 4". (*Ley constitutiva SANAA, 2012.*)

Conexiones domiciliarias

Todas las acometidas se instalarán con tubería de ½" Ø con su respectiva llave spita y los accesorios necesarios para su incorporación al sistema.

Llaves Públicas

Cuando por problemas de topografía, distancia excesiva o de tipo económico y que no sea posible llevar el agua a varias viviendas se le instalará en el punto más idóneo una llave pública de la cual podrán abastecerse.

3.3. Marco Conceptual

En la siguiente sección, se expondrán algunos términos que se emplearán en el transcurso del proyecto, con la finalidad de comprender y Obtener una visión más precisa de cada uno.

A

Accesorios de Control: Estos dispositivos se colocan en conductos, tuberías principales y redes de distribución para regular el flujo de agua en la tubería. Pueden suspender parcial o totalmente el paso del agua, reducir la presión del agua o facilitar su flujo dentro o fuera de la tubería. Deben instalarse en ubicaciones específicas por estudios y diseños aprobados y también facilitan trabajos como la conexión de nuevas tuberías y la reparación de daños.(*OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO*, 2012, p. 74)

Aforo: Es la operación realizada al agua que consiste en medir el caudal de un curso o Rio, es decir, el volumen de agua por unidad de tiempo y este se mide en Lts/s o m³/s. (P. Ruiz, 2007, p. 20)

Agua Potable: Es Agua Sanitariamente aceptable con características agradables a los sentidos, incapaz de transmitir enfermedades, libre de concentraciones excesivas de sustancias minerales y orgánicas, además libre de sustancias toxicas que puedan perjudicar la salud de las personas que lo consumen, las características que debería de tener para ser agradable al gusto son: incolora, inodora y de sabor agradable.(P. Ruiz, 2007, p. 1)

C

Captación: Lugar donde empieza la distribución del agua potable, debe realizarse con cuidado protegiendo el lugar de afloramiento de posibles contaminaciones, delimitando un área de protección cerrada. La captación de aguas se realiza a través de bocatomas o en algunos casos se utilizan galerías filtrantes paralelas al curso de agua para captar las aguas que resultan así con un filtrado preliminar. (*SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE*, 2015, p. 27)

Caudales: Estos dispositivos se fundamentan en la medición de las velocidades a las que el fluido circula a través de una conducción. el caudal se determina de manera indirecta mediante el cálculo directo de la diferencia de presión que se genera en el sistema. (José, 2021)

D

Desarenador: Los desarenadores desempeñan un papel crucial en los sistemas de tratamiento de agua, estos dispositivos que consisten en tanques de sedimentación, tiene la función de eliminar partículas en suspensión, como arena, lodo, arcilla del agua. Logran esto a través de varias etapas de desarenado, con el objetivo de disminuir la cantidad de sólidos y en consecuencia reducir la turbidez del agua. (Sistemas de Acueducto, 2021)

Dotación: Se refiere a la cantidad de agua requerida para cubrir adecuadamente las necesidades de un área urbana específica, comúnmente expresada en litros por persona por día (LPCD). La dotación se calcula sumando los requisitos razonables asociados con los diversos usos que componen el suministro de agua urbano. (*SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE*, 2015, p. 31)

L

Línea de distribución: Se trata del segmento de tubería encargado de llevar el agua desde la estructura de captación hasta el tanque de almacenamiento o la planta potabilizadora. Este tramo está compuesto por una variedad de tuberías que pueden ser de diferentes materiales, diámetros, y que incluyen diversas obras auxiliares y accesorios. (CONASA, 2013)

P

Pérdidas: Se refiere a la disminución de presión en una tubería o canal, esta genera una pérdida de energía cinética del fluido, originada por la fricción entre las partículas del fluido contra las paredes de la tubería. Las pérdidas en las tuberías se dividen en pérdidas primarias y pérdidas secundarias. (*SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE*, 2015, p. 36)

Periodo de diseño: se define como el lapso durante el cual una infraestructura proporcionara un servicio adecuado, comenzando a contarse desde el momento en el que la obra entra en funcionamiento. La determinación de este periodo considerara diversos factores que impactan en la duración efectiva del diseño. (P. Ruiz, 2007, p. 37)

Presiones: La estructura debe asegurar presiones mínimas suficientes para abastecer de agua a las viviendas, al mismo tiempo que evita presiones excesivas en la red que puedan causar daños a las conexiones. Se establece una presión hidrodinámica mínima de 10 metros y una presión hidrostática máxima de 60 metros. Esta exigencia implica la segmentación de las redes (alta y baja) en áreas con terrenos irregulares, utilizando tanques, tanques rompe cargas o válvulas reductoras de presión.(*Ley constitutiva SANAA*, 2012.)

R

Red de Abastecimiento de Agua potable: es un sistema de obras de ingeniería, enlazadas entre si mediante algún tipo de tubería que permiten el traslado de una obra de captación hacia la vivienda de los habitantes de una ciudad, pueblo o área rural relativamente densa con necesidad de agua potable. (*SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE*, 2015, p. 25)

T

Tanques: Estas estructuras, ubicadas estratégicamente o en áreas elevadas con respecto a las comunidades, están diseñadas para almacenar y/o distribuir agua tratada. Su propósito principal es abastecer el agua necesaria para satisfacer la demanda durante las horas de mayor consumo en la comunidad. Además, sirven como reserva de agua en caso de que el suministro al tanque se interrumpa por cualquier motivo.

Estos tanques pueden tener formas circulares, cuadradas o rectangulares, y su construcción puede llevarse a cabo utilizando diversos materiales como ladrillo rafón, mampostería, ferrocemento, fibra de vidrio, metal o plástico. Los tanques de distribución pueden ser instalados a nivel del suelo en aquellas áreas donde las condiciones topográficas lo permitan, o elevados en superficies planas.(*CONASA*, 2013)

Tanques rompe carga: Se trata de un depósito de dimensiones reducidas construido con ladrillo reforzado, con el propósito específico de prevenir presiones elevadas que podrían superar la capacidad de resistencia de la tubería, ya sea en la línea de conducción, la línea de distribución o la red de distribución.(CONASA, 2013)

V

Válvula de aire: Las válvulas de aire o ventosas desempeñan un papel fundamental en acueductos, sistemas de bombeo y redes de agua. En todos los sistemas de conducción de fluidos, ya sea para agua potable, cruda, residual, cloacal, salada (en plantas de osmosis inversa) o ácidos en solución (en la minería), resulta imprescindible la utilización de estas válvulas por diversas razones; Facilitan el proceso de llenado de tuberías, Contribuyen al vaciado efectivo de tuberías, Desempeñan un papel crucial en la purga de aire del sistema. (Válvula de Aire, 2016.)

Válvulas de limpieza: Estos dispositivos permiten la eliminación de sedimentos acumulados en la tubería, incorporando una derivación desde la línea principal equipada con una válvula de compuerta de al menos 1" de diámetro. Se colocan en los puntos más bajos de la línea para facilitar el desalojo de depósitos y cuentan con una protección proporcionada por la caja de válvulas correspondiente.(*Ley constitutiva SANAA*, 2012.)

3.4. Marco Legal

Este informe se fundamenta en un marco legal diseñado para asegurar la equidad, transparencia y cumplimiento normativo el Agua potable. El conjunto de normas y leyes presentado se basa en los principios legales y éticos, adaptándose a cambios normativos y fomentando la integridad en todas las acciones. Su implementación busca no solo cumplir con las obligaciones legales, sino también promover un entorno de confianza y responsabilidad. Este prelude introduce las disposiciones clave que guiarán el análisis y las recomendaciones presentadas en el informe.

3.4.1. Leyes Jurídicas

Constitución de la República

Para conocer lo que la parte legal nos habla sobre lo que es el área de Agua potable y saneamiento, nos ayudamos de (La Constitución de la República, 1982, p. 20) la cual establece en el capítulo VII de la salud en su artículo 145: Se reconoce el derecho a la protección de la salud. El deber de todos participar en la promoción y preservación de la salud personal y de la comunidad.

El estado conservara el medio ambiente adecuado para proteger la salud de las personas.

Un proyecto de agua potable entra en la categoría de infraestructuras o Salud Para que pueda ser ejecutado mediante la municipalidad.

El agua potable y saneamiento se encuentra legislada a través de Veinticinco (25) instrumentos jurídicos, de los cuales nosotros ponemos como prioridad los siguientes:

1. La constitución de la Republica
2. Ley Marco del Sector Agua Potable y Saneamiento
3. Ley Constitutiva SANAA
4. Ley General del Ambiente
5. Ley General de Aguas

Ley marco del sector de agua potable y saneamiento

La secretaria de salud mediante el (Reglamento de la Ley Marco del Sector Agua Potable y Saneamiento, Zelaya, 2004), Acuerdo No. 006, en el capítulo II nos menciona al CONASA (Consejo Nacional de Agua Potable y Saneamiento), el cual en el Artículo 3 de este capítulo nos menciona que Debe servir como órgano de coordinación y concentración de las actividades de las distintas instituciones públicas o privadas, Relacionadas con Tecnología, capacitación, mejoramiento del servicio y la conservación de las fuentes de agua, así como canalizar sus aportaciones económicas.

En el presente acuerdo también se hace una mención Sobre el Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SANAA),

Artículo 22.- Atribuciones del SANAA como ente técnico de apoyo al sector agua potable y saneamiento.

El SANAA es el encargado de dar apoyo al ente regulador, apoyo a las municipalidades y apoyo a Juntas de Agua

La ley general del ambiente

Decreto No. 07-93 Capítulo I, En el Artículo 30: Corresponde al estado y a las municipalidades en su respectiva jurisdicción el manejo, protección y conservación de las cuencas y depósitos naturales de agua, incluyéndola preservación de los elementos naturales que intervienen en el proceso hidrológico.

Los usuarios del agua, sea cual fuere el fin a que se destine están obligados a utilizarla en forma racional, previniendo su derroche y procurando cuando sea posible, su reutilización. (Ley General del Ambiente, 2005, p. 9)

En la tabla de categorización ambiental SLAS II 2021, no aparecen proyectos de red de distribución de agua potable, por lo tanto, se someterá a evaluación externa para determinar su categoría.

La ley general de aguas

Nuestro proyecto cuenta con dos fuentes de abastecimiento, Son dos obras de captación ubicadas aguas arriba de la comunidad la cual mediante la línea de conducción se unen para llegar a un tanque. La ley general de Aguas Mediante el decreto No. 181-2009 nos habla en el Capítulo III Sobre la protección Hídrica, en su artículo 44 Nos dice: "No se permitirá descargas de aguas residuales en los nacimientos de las fuentes de agua y zonas de descarga, ares próximas a las obras de captación de agua potable y zonas de infiltración o recarga." (*ley general de aguas, 2009, p. 22*)

Ley Constitutiva del SANAA

Decreto Numero 91

Considerando

Que los servicios de agua potable, aguas negras y pluviales no pueden considerarse y resolverse desde un punto de vista local o municipal, porque a menudo las fuentes de abastecimiento deben servir dos o más comunidades, o porque esos servicios deben interconectarse para lograr mayor economía y eficiencia de ellos.

Capítulo I

Creación del servicio

Artículo 1.- Crease un organismo autónomo de servicio público, con personería jurídica y patrimonios propios de duración indefinid. Que se llamara SERVICIO AUTÓNOMO NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS (SANAA) y que regirá por la presente ley, sus reglamentos y en lo que no estuviese previsto, por las demás leyes del país que le sean aplicables.

Capítulo II

Objeto del servicio

Artículo 2.- El Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados, tendrá por objeto, promover el desarrollo de los abastecimientos públicos de agua potable y alcantarillado sanitario y pluviales de todo el país.

Capítulo III

Atribuciones del servicio

Artículo 3.- Para el logro de sus finalidades, el servicio tendrá las siguientes atribuciones:

- a) Estudiar los recursos hidráulicos y su adaptabilidad a los problemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillados.
- b) Llevar a cabo la ejecución de proyectos realizados con la captación, conducción, almacenamiento, purificación y distribución de las aguas potables para las comunidades del país, así como los relacionados con la colección, tratamiento y disposición de las aguas negras y las aguas pluviales.
- r) Mejorar y ampliar las instalaciones de agua alcantarillado bajo su jurisdicción y proveer instalaciones adicionales de la misma clase. (*Ley constitutiva SANAA, 1961*)

IV. METODOLOGÍA

En este capítulo abarca desde el enfoque que se utilizara seguido de la descripción de las variables operacionalizadas con relación a la formulación del problema y los objetivos específicos. También, se proporciona la técnicas e instrumentos que se utilizaron para respaldar la creación de contenido relevante para el proyecto. Finalizando, se detallan las actividades llevadas a cabo a lo largo de todo el proceso de creación de este documento.

4.1. Enfoque

El enfoque principal que posee el proyecto titulado "ESTUDIO Y DISEÑO DE DISTRIBUCIÓN DE RED DE AGUA POTABLE EN LA COLONIA CANAHUATI DE LA ALDEA BIJAO, CHOLOMA, CORTÉS" es de naturaleza cuantitativa, y su fundamento se encuentra en la minuciosa recolección de datos basados en mediciones numéricas precisas. Cuando nos referimos a una investigación cuantitativa, nos estamos refiriendo al ámbito estadístico, ya que este enfoque se basa en analizar una realidad objetiva mediante mediciones numéricas y análisis estadísticos. El objetivo principal es determinar predicciones o patrones de comportamiento relacionados con el fenómeno o problema en cuestión. Este enfoque implica la recopilación de datos para verificar hipótesis previamente formuladas antes del proceso metodológico. Es importante destacar que, en el enfoque cuantitativo, se plantea un problema y preguntas específicas, a partir de las cuales se formulan las hipótesis. (Sampieri, 2016).

La implementación del proyecto requiere un nivel excepcionalmente detallado al describir los procedimientos empleados y al presentar los instrumentos utilizados en cada fase del proceso de diseño del sistema de red de agua potable. Cada paso se documenta minuciosamente, lo que favorece la transparencia y la capacidad de reproducir los resultados obtenidos.

Este enfoque cuantitativo, respaldado por una base teórica robusta, no solo añade rigor a la investigación, sino que también posibilita la toma de decisiones informadas fundamentadas en datos específicos. En síntesis, el proyecto adopta una perspectiva cuantitativa para

asegurar la eficacia y eficiencia en el diseño del sistema de red de agua potable en el Barrio Canahuati de Choloma, Cortés.

4.2. Variables de Investigación

A continuación, presentaremos las variables de la investigación realizadas las cuales se basan en la formulación de la tabla de operacionalización de variables la cual nos muestra un resumen de los objetivos y demás preguntar que se realizaron en el proyecto con las variables utilizadas para resolverlos, además se mostrara un diagrama de las variables y sus dimensiones.

Tabla 13-Tabla de Operacionalización de Variables

| TITULO | | ESTUDIO Y DISEÑO DE DISTRIBUCIÓN DE RED DE AGUA POTABLE EN LA COLONIA CANAHUATI DE LA ALDEA BIJAO, CHOLOMA. | | | |
|--|---|---|---|----------------------------|---|
| Problema | Objetivo General | Preguntas de Investigación | Objetivos Específicos | VARIABLES INDEPENDIENTES | Variable Dependiente |
| ¿Qué diseño deberá tener el nuevo sistema de red de distribución de agua potable para que la red propuesta tenga el impacto debido dentro de la comunidad? | Proponer un diseño de red de distribución de agua potable mediante las normas del SANAA para la comunidad del barrio Canahuati en la Aldea Bijao en Choloma Cortés. | 1) ¿Qué características topográficas tiene el terreno sobre el que se diseñara la distribución de agua? | 1) Determinar las características topográficas que ayude a realizar el diseño de agua potable. | Topografía | DISEÑO DE DISTRIBUCIÓN DE RED DE AGUA POTABLE |
| | | 2) ¿Cuál será la ruta más eficiente para la nueva red de distribución de agua potable? | 2) Establecer la ruta más eficaz para el sistema de la red de distribución de agua. | Topografía | |
| | | 3) ¿Qué volumen de agua debe almacenar el tanque para obtener el caudal que cumpla con la dotación que requiera la población? | 3) Determinar el volumen de tanque necesario para cumplir con la demanda de caudal del barrio Canahuati en la aldea bijao, Choloma. | Caudal | |
| | | 4) Según los requerimientos de tubería para la red de distribución de agua potable de la comunidad, ¿Qué tipo y diámetros deberán usarse en las tuberías? | 4) Definir el tipo, diámetro y accesorios de tubería óptimos para la red de distribución de agua potable. | Tipo y diámetro de tubería | |
| | | 5) ¿Cuál será el costo total del proyecto del sistema de agua potable para la comunidad del barrio Canahuati? | 5) Realizar presupuesto de materiales, de mano de obra y de herramienta y equipo. | Cantidad de material | |

Fuente: (Propia, 2023)

4.2.1. Diagrama De Variables De Investigación

Al explorar con más detalle la descripción de las variables dependientes e independientes, se procede a identificar las dimensiones de cada variable independiente. Estas dimensiones son cruciales para evaluar las variables de investigación, y es por eso por lo que cada variable independiente se asocia con una o varias dimensiones.

El siguiente diagrama sintetiza las dimensiones de todas las variables independientes.

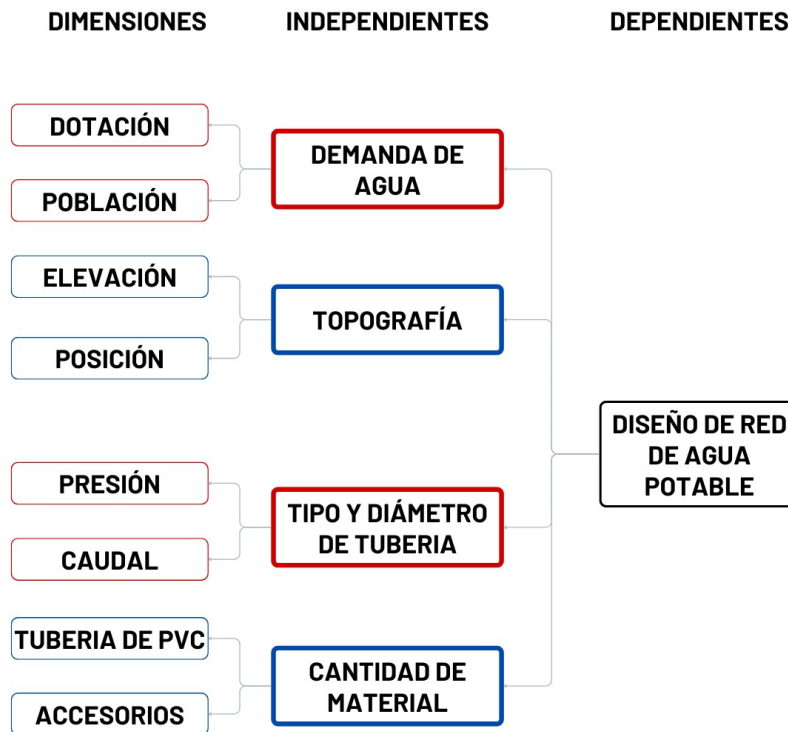


Ilustración 10- Diagrama de metodología de estudio

Fuente: (Propia, 2023)

En esta situación, la variable dependiente sería el Diseño del Sistema de Red de Distribución de Agua Potable, mientras que las variables independientes son aquellas que inciden directamente en dicho diseño, como la población y la topografía de la colonia. Por ejemplo,

si la población aumenta, esto repercute en varios aspectos, como el incremento en el diámetro de la tubería que se utilizará.

A continuación, se presenta como estas dimensiones permiten medir las variables independientes.

4.2.2. Tabla de Operacionalización

La tabla de operacionalización tiene la responsabilidad de analizar las variables independientes previamente expuestas, proporcionando explicaciones tanto en términos conceptuales como operativos. Asimismo, contendrá dimensiones, indicadores, elementos definidos, unidades y la escala que se empleará para la ejecución de este proyecto.

| DEFINICIÓN | | | | | | |
|------------------------------------|--|---|---------------------------|--|---|----------------------------|
| VARIABLES INDEPENDIENTES | CONCEPTUAL | OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | ÍTEM | ESCALAS |
| DEMANDA DE AGUA | Se define como la total cantidad que puede ser adquiridos por el consumidor | Se necesita para determinar si el tanque es suficiente para la comunidad. | Dotación Población | Volumen de agua requerido por persona. Tiempo en el que consume el mismo. | ¿Qué demanda de agua requiere la comunidad? ¿A cuánto asciende la población de la comunidad? | GPPD No. Personas |
| TOPOGRAFÍA | Conjunto de características que presenta la superficie o el relieve de un terreno. | Para encontrar las características del terreno. | Elevación Posición | Terreno Puntos | ¿Qué características tiene el terreno? ¿Cuál es la elevación del punto más alto y bajo? | Metros Msnm |
| TIPO Y DIÁMETRO DE TUBERÍAS | Diámetro representa el tamaño estándar para tuberías de presión. | Con las presiones se encontrará los diámetros de las tuberías. | Presión caudal | Fuente de agua | ¿Qué altura tiene el tanque? | Metros |
| CANTIDAD DE MATERIALES | Elementos que pueden transformarse y agruparse en conjunto. | Se determinará el costo total del proyecto. | Tubería PVC Accesorios | Terreno | ¿Cuál es la longitud de la red principal? ¿Cuáles son las características de los accesorios? | Metros lineales y unidades |

Tabla 14-Tabla de Variables Independientes

Fuente: (Propia, 2023)

4.3. Técnicas e Instrumentos Aplicados

En la siguiente sección, abordaremos los instrumentos y técnicas que empleamos a lo largo del proyecto. Discutiremos su relevancia, ya que, sin estas herramientas, el desarrollo del proyecto no sería tal como lo conocemos hoy en día.

4.3.1. Técnicas

Se aplicaron diversas metodologías a lo largo de este proyecto. En primer lugar, se realizó una explicación general por parte de los habitantes de la comunidad y representantes municipales, quienes describieron los problemas existentes en el barrio Canahuati. Se documentaron todos los datos proporcionados desde el inicio del proyecto

Además, se llevó a cabo un levantamiento topográfico utilizando equipo detallado en la tabla 16 para obtener información sobre el terreno del barrio Canahuati. Esta técnica permitió comprender las elevaciones máximas y mínimas en la zona de estudio. Los datos recopilados se ingresaron posteriormente en el software Civil3D junto al plano urbano proporcionado, facilitando así la continuación del proceso de diseño.

En cuanto a las asesorías, estas desempeñaron un papel crucial para enriquecer tanto el conocimiento teórico como el práctico. Permitieron obtener información valiosa de expertos en el campo, recibir consejos sobre cómo avanzar y mejorar tanto la redacción como el trabajo en campo.

La consulta de bibliografía tuvo un papel importante, abarcando desde normativas locales hasta regulaciones nacionales, y también incluyó el uso adecuado de formatos como el estilo APA. Se utilizaron herramientas como Zotero para gestionar las referencias bibliográficas.

4.3.2. Instrumentos

En breve proporcionaremos un inventario de las herramientas que se emplearán para llevar a cabo el proyecto sobre el sistema de red de agua potable. Incluiremos información detallada sobre su definición, aplicación y restricciones.

Tabla 15-Softwares Utilizados

| Softwares | Definición | Uso | Limitante |
|------------------------------|--|--|--------------------|
| Microsoft Word | Es un software informático procesador de texto, uno de los más utilizados a la hora de trabajar con documentos digitales, que nació de la mano de IBM en 1981. | Elaboración de documentos profesionales. | No hubo limitantes |
| Microsoft Power Point | Es un programa informático que tiene como fin realizar presentaciones en forma de diapositivas. Se podría decir que las tres funciones principales de este programa son: insertar un texto y darles el formato que se desee por medio de un editor, insertar y modificar imágenes y/o gráficos, y mostrar las diapositivas en forma continua con un sistema determinado. | Elaboración de presentaciones profesionales. | No hubo limitantes |
| Microsoft Excel | Es un software de aplicación publicado por la empresa Microsoft, que brinda soporte digital a las labores contables, financieras, organizativas y de programación, mediante hojas de cálculo. | Hojas de cálculo requeridas para formatos de ensayo y cálculos matemáticos | No hubo limitantes |

Fuente: (Propia, 2023)

| | | | |
|---------------|---|--|--------------------|
| Zotero | Es una aplicación para la administración de referencias bibliográficas. Es una aplicación (software libre) que funciona con un conector para los navegadores. | Software de almacenamiento de información bibliográfica. | No hubo limitantes |
|---------------|---|--|--------------------|

| Softwares | Definición | Uso | Limitante |
|--------------------------|--|---|--------------------|
| Civil3D | Es un software de diseño de ingeniería civil que admite BIM (Building Information Modeling) con funciones integradas para mejorar el dibujo, el diseño y la documentación de construcción. | Cálculo de diseño de geométrico. | No hubo limitantes |
| Epanet | Permite realizar simulaciones en periodos prolongados (uno o varios días) del comportamiento hidráulico y de la evolución de la calidad del agua en redes de suministro a presión. Una red puede estar constituida por tuberías, nudos (uniones de tuberías), bombas, válvulas y depósitos de almacenamiento o embalses. | Diseño de red de distribución de agua. | No hubo limitantes |
| Microsoft Project | Es una herramienta de Software que apoya los procesos de gestión de proyectos de manera colaborativa. Mediante el uso de esta herramienta puedes generar, por ejemplo, un diagrama de Gantt que te permite visualizar las actividades en forma de barras en un periodo de tiempo determinado, pudiendo plasmar las necesidades de tu cliente y del proyecto en la programación, tales como horas hombre, duración, costos, | Asignación de tareas del proyecto por elaborar. | No hubo limitantes |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | entregables, actividades, recursos, calendarios, etc. | | |
|--|--|--|--|

Continuación de Tabla 15-Softwares Utilizados

Fuente: (Propia, 2023)

Tabla 16-Equipos Utilizados

| Equipos | Definición | Uso | Limitante |
|-------------------------|---|---|--------------------|
| GPS RTK Hiper VR | Permite una forma de obtener información de ubicación muy precisa de los satélites en tiempo real. | Medición de ángulos, elevaciones, distancias, coordenadas, etc. | No hubo limitantes |
| Trípode | Es el soporte para diferentes instrumentos de medición como teodolitos, estaciones totales, niveles o tránsitos. Cuenta con tres pies de madera o metálicas que son extensibles y terminan en regatones de hierro con estribos para pisar y clavar en el terreno. | Soporte para instrumentos de medición. | No hubo limitantes |
| Bastón | Es un instrumento topográfico robusto que ayuda a medir | Utilizado para marcar puntos. | No hubo limitantes |

| | | | |
|----------------------|---|---|--------------------|
| | con precisión la distancia. | | |
| Cinta Métrica | Es un dispositivo de medición que ha sido específicamente creado para obtener valores de diversas magnitudes físicas. | Medición para distancias, alturas y anchuras. | No hubo limitantes |

Fuente: (Propia, 2023)

4.4. Materiales

Tubería PVC

- **PVC (Policloruro de Vinilo):** Es un material plástico comúnmente utilizado en sistemas de distribución de agua potable debido a su resistencia a la corrosión y durabilidad.*(El PVC (Policloruro de Vinilo) | Plásticos CJ, 2015)*

- **CPVC (cloruro de polivinilo clorado):** Es el material que se utiliza para agua potable ya que su tubo es suave, es ideal para la instalación de agua caliente y resiste el agua tratada con cloro.*(Inc, 2021)*

Conexiones y accesorios

-**Codos, uniones y reducciones:** Para conectar las tuberías y adaptar el sistema a diferentes tamaños y formas.*(Redondo, 2019)*

-**Bridas y juntas:** Utilizadas para conectar tuberías y componentes de manera segura.*(Redondo, 2019)*

Tanques de almacenamiento

-Tanque de superficie: Almacenan agua para garantizar un suministro constante y ayudan a mantener la presión en la red.*(Acura, 2022)*

Válvulas de control y presión

-**Válvulas de alivio de presión:** Mantienen la presión del agua dentro de niveles seguros y predefinidos.*(Borrás, 2020)*

4.5. Población y Muestras

En esta sección lograremos definir la población y el tamaño de la muestra.

4.5.1. Tamaño de la población

La población incluye tanto el área física como los residentes del barrio, mientras que el tamaño de la muestra representa la totalidad de la población en la cual se llevará a cabo el proyecto. Nos proponemos determinar tanto la población como el tamaño de la muestra. La población consta de 255 viviendas y los 1183 habitantes del barrio, mientras que el tamaño de la muestra abarca la totalidad de la población involucrada en el desarrollo del proyecto.

4.5.2. Tamaño de la muestra

La muestra tendrá el mismo tamaño que la población obtenida mediante el método de cálculo de la población futura aplicado en el barrio Canahuati, que es de 1964 habitantes. Es importante señalar que la muestra obtenida será no probabilística, ya que se utilizarán todos los elementos de la población para el análisis y desarrollo del proyecto.

4.6. Metodología de Estudio

Como se detalló en la sección 4.1 de este mismo capítulo dedicado a la metodología, la concepción de este proyecto llevó a una orientación de carácter cuantitativo. Esto se debe a que el proyecto presenta características inherentes a este enfoque, tal como se indica en la obra de Sampieri. Entre estas características se incluyen la presencia de datos cuantificables, la identificación de variables susceptibles de medición y la aplicación de métodos estadísticos.

4.6.1. Tipo de Diseño

A continuación, se presenta entonces el diagrama que representa el diseño mismo de la investigación, detallando en el enfoque que el proyecto se ha identificado anteriormente.

Ilustración 11- Diagrama de metodología de estudio



Fuente: (Propia, 2023)

La metodología aplicada en nuestro proyecto en el barrio Canahuati, Choloma, puede ser delineada a través de sus distintos elementos: enfoque, tipo de estudio, tipo de diseño y alcance.

Se ha adoptado un enfoque cuantitativo, ya que el estudio se fundamenta en mediciones numéricas, respaldando de esta manera el logro de los objetivos del proyecto mediante un análisis técnico.

En cuanto al tipo de diseño, se trata de un diseño transeccional o transversal, dado que la recopilación de datos se realiza en un momento específico.

El alcance del estudio es descriptivo, ya que se centra en la presentación de propiedades, características y análisis de los elementos geométricos, estructurales y componentes del sistema de drenaje que conforman el diseño del proyecto.

El método empleado se basa en un análisis técnico que implica la observación del comportamiento del entorno y las fuerzas externas, con el propósito de proponer soluciones beneficiosas para la comunidad. Para alcanzar este objetivo, se utilizan diversas técnicas, como el levantamiento topográfico, asesorías, revisión de fuentes bibliográficas y entrevistas.

4.7. Cronograma de Actividades

Con el propósito de esclarecer la terminología utilizada en el programa, se ofrecen definiciones que aclaran el propósito de las actividades generalmente llevadas a cabo en el marco del proyecto de vinculación Fase I, de la siguiente manera:

Semana 1

- Definición y alcance del proyecto
- Visita al proyecto

Semana 2- Definir propuesta de proyecto

- Visita al proyecto
- Propuesta de proyecto
- Redacción de informe investigativo capítulo I y II.

Semana 3

- Redacción de informe investigativo capítulo III.

Semana 4

- Redacción de informe investigativo capítulo IV.
- Levantamiento topográfico

Semana 5

- Diseño geométrico de la topografía en Civil3D.
- Diseño de red de distribución de agua potable en Epanet.
- Redacción de informe investigativo capítulo V.

Semana 7

- Diseño geométrico de la topografía en Civil3D.
- Diseño de red de distribución de agua potable en Epanet.
- Redacción de informe investigativo capítulo V.

Semana 8

- Diseño geométrico de la topografía en Civil3D.
- Diseño de red de distribución de agua potable en Epanet.
- Redacción de informe investigativo capítulo V.

Semana 9

- Diseño geométrico de la topografía en Civil3D.
- Diseño de red de distribución de agua potable en Epanet.
- Redacción de informe investigativo capítulo V.

Semana 10

- Entrega de informe

V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En el próximo capítulo, se abordarán los análisis de los resultados obtenidos a través del procedimiento llevado a cabo y la recopilación de datos correspondiente. Se examinarán todos los aspectos cruciales relacionados con la ejecución del proceso, así como los criterios utilizados para la selección de valores específicos aplicados en los cálculos. Se mostrarán los resultados extraídos del Software EPANET y los resultados encontrados para que la red de distribución empleada sea eficiente. Se hará hincapié en las fórmulas abordadas y presentadas en el capítulo III, así como en el software EPANET mencionado en la metodología, que desempeña un papel fundamental en facilitar y ejecutar la obtención del diseño definitivo. Se describirá detalladamente el proceso paso a paso tanto del software EPANET como de los cálculos manuales iniciales realizados, concluyendo con la presentación de los respectivos planos.

5.1. Características Actuales

Actualmente el barrio Canahuati de la Aldea Bijao tiene una población de 1183 habitantes el cual según las normas del SANAA debería de cumplir una dotación de 150 lppd esto debido a que Aldea Bijao cuenta con más de 2000 habitantes.

La tubería del tanque hasta el nodo 1 es de 3" y el resto de tubería es de 2", la tubería tiene más de 20 años por lo que su período de diseño ya paso, se considera como una tubería vieja.

Asimismo, esta comunidad cuenta con un tanque de 3.5 metros de altura y 8.8 metros de diámetro el cual por los momentos satisface la dotación que exige la comunidad. También cuentan con un tanque en el interior del barrio Canahuati que tiene dimensiones de 4.84m x 4.80m x 3.90m, el cual actualmente no está en uso por falta de mantenimiento.

Para el consumo medio diario se utilizó la ecuación 16 dando como resultado el siguiente caudal

$$QMD = \left(\frac{1183(150)}{86400} \right) = 2.05 \text{ l/s}$$

Para el consumo máximo diario se utilizó la ecuación 17

$$QmaxD = 1.5 \times 2.05 \text{ l/s} = 3.08 \text{ l/s}$$

Y para el consumo máximo horario se utilizó la ecuación 18

$$QmaxH = 2.25 \times 3.08 \text{ l/s} = 6.93 \text{ l/s}$$

Volumen del tanque actual

Las dimensiones del tanque actual son de:

Altura: 3.5m

Diámetro: 8.8m

Volumen del tanque

$$Volumen = \pi \times 4.4^2 \times 3.5 = 212.87 \text{ m}^3$$

$$212.87 \text{ m}^3 \times \frac{1000 \text{ L}}{1 \text{ m}^3} = 212,874.32 \text{ L}$$

$$212,874.32 \text{ L} \times \frac{1 \text{ gal}}{3.78 \text{ L}} = 56,315.95 \text{ galones}$$

Cálculo de Caudal por nodo

| Longitudes de tubería | | QMaxH | Caudal por ML | CaudalxNodo I/s |
|-----------------------|----------------|-------|---------------|-----------------|
| Nodo 1 | 12.97 | 11.51 | 0.0086560 | 0.11 |
| Nodo 2 | 26.3 | 11.51 | 0.0086560 | 0.23 |
| Nodo 3 | 70.965 | 11.51 | 0.0086560 | 0.61 |
| Nodo 4 | 21.875 | 11.51 | 0.0086560 | 0.19 |
| Nodo 5 | 92.27 | 11.51 | 0.0086560 | 0.80 |
| Nodo 6 | 57.0745 | 11.51 | 0.0086560 | 0.49 |
| Nodo 7 | 75.215 | 11.51 | 0.0086560 | 0.65 |
| Nodo 8 | 62.625 | 11.51 | 0.0086560 | 0.54 |
| Nodo 9 | 12.97 | 11.51 | 0.0086560 | 0.11 |
| Nodo 10 | 61.01 | 11.51 | 0.0086560 | 0.53 |
| Nodo 11 | 18.93 | 11.51 | 0.0086560 | 0.16 |
| Nodo 12 | 56.0895 | 11.51 | 0.0086560 | 0.49 |
| Nodo 13 | 47.815 | 11.51 | 0.0086560 | 0.41 |
| Nodo 14 | 50.805 | 11.51 | 0.0086560 | 0.44 |
| Nodo 15 | 53.215 | 11.51 | 0.0086560 | 0.46 |
| Nodo 16 | 104.625 | 11.51 | 0.0086560 | 0.91 |
| Nodo 17 | 15.775 | 11.51 | 0.0086560 | 0.14 |
| Nodo 18 | 23.5 | 11.51 | 0.0086560 | 0.20 |
| Nodo 19 | 24.465 | 11.51 | 0.0086560 | 0.21 |
| Nodo 20 | 12.245 | 11.51 | 0.0086560 | 0.11 |
| Nodo 21 | 37.69 | 11.51 | 0.0086560 | 0.33 |
| Nodo 22 | 43.5485 | 11.51 | 0.0086560 | 0.38 |
| Nodo 23 | 11.87 | 11.51 | 0.0086560 | 0.10 |
| Nodo 24 | 24.005 | 11.51 | 0.0086560 | 0.21 |
| Nodo 25 | 28.26 | 11.51 | 0.0086560 | 0.24 |
| Nodo 26 | 34.71 | 11.51 | 0.0086560 | 0.30 |
| Nodo 27 | 18.89 | 11.51 | 0.0086560 | 0.16 |
| Nodo 28 | 13.825 | 11.51 | 0.0086560 | 0.12 |
| Nodo 29 | 16.17 | 11.51 | 0.0086560 | 0.14 |
| Nodo 30 | 42.66 | 11.51 | 0.0086560 | 0.37 |
| Nodo 31 | 75.97 | 11.51 | 0.0086560 | 0.66 |
| Nodo 32 | 59.325 | 11.51 | 0.0086560 | 0.51 |
| Nodo 33 | 21.795 | 11.51 | 0.0086560 | 0.19 |
| Total | 1329.46 | | | 11.51 |

| | | | |
|------------------------------|-------|------|---------|
| Nodo n9 | 42.31 | 0.3 | -107.03 |
| Nodo n10 | 48.61 | 0.07 | -120.58 |
| Nodo n11 | 46.37 | 0.33 | -118.33 |
| Nodo n13 | 42.05 | 0.39 | -111.55 |
| Nodo n14 | 34.53 | 0.29 | -106.92 |
| Nodo n15 | 34 | 0.28 | -107.3 |
| Nodo n16 | 27.77 | 0.22 | -102 |
| Nodo n17 | 27.88 | 0.4 | -102.11 |
| Nodo n19 | 42.52 | 0.32 | -115.68 |
| Nodo n20 | 32.5 | 0.55 | -106.59 |
| Nodo n21 | 27.07 | 0.17 | -101.49 |
| Nodo n22 | 23.36 | 0.06 | -97.82 |
| Nodo n23 | 22.92 | 0.13 | -97.37 |
| Nodo n25 | 24.8 | 0.09 | -99.23 |
| Nodo n26 | 26.36 | 0.15 | -100.79 |
| Nodo n27 | 28 | 0.23 | -102.47 |
| Nodo n28 | 31.01 | 0.13 | -105.48 |
| Nodo n29 | 31.49 | 0.08 | -105.94 |
| Nodo n30 | 34 | 0.28 | -107.4 |
| Nodo n31 | 26.97 | 0.08 | -101.24 |
| Nodo n32 | 24.96 | 0.07 | -99.38 |
| Nodo n33 | 33.19 | 0.25 | -106.16 |
| Nodo n34 | 33.44 | 0.1 | -105.84 |
| Nodo n36 | 29.83 | 0.2 | -104.34 |
| Nodo n37 | 30.86 | 0.13 | -105.34 |
| Nodo n38 | 33.23 | 0.06 | -107.71 |
| Nodo n40 | 28.55 | 0.11 | -103.18 |
| Nodo n41 | 24.7 | 0.31 | -99.31 |
| Nodo n46 | 70.7 | 0 | 37.83 |
| Nodo n47 | 44.79 | 0.48 | -92.83 |
| Nodo n48 | 43.82 | 0.11 | -91.88 |
| Nodo 4 | 140.9 | 0 | 0.52 |
| Nodo 5 | 140.9 | 0 | 0.27 |
| Nodo 1 | 70.7 | 0 | 38.48 |
| Nodo 7 | 44.79 | 0 | -92.44 |
| Nodo 9 | 44.79 | 0 | -91.66 |
| Nodo 11 | 70.5 | 0 | 19.34 |
| Nodo 12 | 35 | 5.44 | 98.18 |
| Nodo 13 | 50 | 4.62 | 85.35 |
| Nodo 14 | 40 | 2.6 | 99.37 |
| Fuente de captación 3 | 160 | #N/A | 0 |
| Tanque 2 | 140.9 | #N/A | 0.58 |

Fuente: (Propia, 2023)

Tabla 18- Resultados de EPANET, Tuberías.

| Simulación de Red Actual | | | | | |
|--------------------------|-----------|-----------|-----------|--------|-------------|
| Tabla - Nodos a 7:00 Hrs | | | | | |
| | Distancia | Diámetros | Rugosidad | Flujo | Velocidades |
| Enlace ID | m | mm | | LPS | m/s |
| Tubería p2 | 26.66 | 52 | 140 | 15.17 | 7.14 |
| Tubería p6 | 25.67 | 52 | 140 | -0.16 | 0.07 |
| Tubería p8 | 21.57 | 52 | 140 | -7.26 | 3.42 |
| Tubería p9 | 67.07 | 52 | 140 | 5.07 | 2.39 |
| Tubería p10 | 76.85 | 52 | 140 | 3.23 | 1.52 |
| Tubería p11 | 10.47 | 52 | 140 | -0.08 | 0.04 |
| Tubería p13 | 47.29 | 52 | 140 | 2.25 | 1.06 |
| Tubería p14 | 74.74 | 52 | 140 | 1.53 | 0.72 |
| Tubería p15 | 69.42 | 52 | 140 | 0.92 | 0.43 |
| Tubería p16 | 23.74 | 52 | 140 | -0.14 | 0.06 |
| Tubería p18 | 13.52 | 52 | 140 | 0.2 | 0.09 |
| Tubería p19 | 43.02 | 52 | 140 | 0.4 | 0.19 |
| Tubería p20 | 44.09 | 52 | 140 | -0.12 | 0.06 |
| Tubería p21 | 31.55 | 52 | 140 | 1.47 | 0.69 |
| Tubería p22 | 30.81 | 52 | 140 | -2.1 | 0.99 |
| Tubería p23 | 4.692 | 52 | 140 | 1.17 | 0.55 |
| Tubería p24 | 27.65 | 52 | 140 | 0.99 | 0.46 |
| Tubería p25 | 21.97 | 52 | 140 | -1.71 | 0.81 |
| Tubería p26 | 37.87 | 52 | 140 | -0.23 | 0.11 |
| Tubería p28 | 24.49 | 52 | 140 | 0.14 | 0.06 |
| Tubería p29 | 2.921 | 52 | 140 | -0.88 | 0.41 |
| Tubería p30 | 66.41 | 52 | 140 | 1.92 | 0.91 |
| Tubería p31 | 7.256 | 52 | 140 | 4.2 | 1.98 |
| Tubería p33 | 43.59 | 52 | 140 | -0.25 | 0.12 |
| Tubería p38 | 43.76 | 52 | 140 | 0.25 | 0.12 |
| Tubería 2 | 0.5 | 77.6 | 140 | 15.64 | 3.31 |
| Tubería 5 | 1.93 | 77.6 | 140 | -15.64 | 3.31 |
| Tubería 6 | 1.86 | 52 | 140 | -1.29 | 0.61 |
| Tubería 7 | 141.97 | 77.6 | 140 | 15.64 | 3.31 |
| Tubería 9 | 25.529 | 52 | 140 | 13.01 | 6.12 |
| Tubería 10 | 52.026 | 52 | 140 | 3.15 | 1.48 |
| Tubería 11 | 24.272 | 52 | 140 | -0.43 | 0.2 |
| Tubería 12 | 21.54 | 52 | 140 | -0.45 | 0.21 |
| Tubería 13 | 75.075 | 52 | 140 | 0.94 | 0.44 |
| Tubería 3 | 244.6 | 77.6 | 140 | 15.64 | 3.31 |
| Tubería 4 | 5 | 77.6 | 140 | 15.64 | 3.31 |
| Tubería 14 | 2.7 | 52 | 140 | 2.73 | 1.28 |

| | | | | | |
|-------------------|--------|------|-----|--------|------|
| Tubería 15 | 70.16 | 52 | 140 | 1.58 | 0.74 |
| Tubería 18 | 115.28 | 52 | 140 | 14.33 | 6.75 |
| Tubería 8 | 0.5 | 52 | 140 | 14.33 | 6.75 |
| Tubería 17 | 25.94 | 52 | 140 | 15.48 | 7.29 |
| Tubería 1 | 11000 | 77.6 | 140 | 1.49 | 0.32 |
| Tubería 23 | 3.04 | 52 | 140 | 0.54 | 0.25 |
| Tubería 24 | 1.96 | 52 | 140 | -0.83 | 0.39 |
| Tubería 25 | 100 | 77.6 | 140 | -5.85 | 1.24 |
| Tubería 26 | 100 | 77.6 | 140 | -12.24 | 2.59 |
| Tubería 27 | 100 | 77.6 | 140 | -10.4 | 2.2 |
| Tubería 19 | 1 | 52 | 140 | 14.33 | 6.75 |
| Tubería 20 | 1 | 77.6 | 140 | 15.48 | 3.27 |

Fuente: (Propia, 2023)

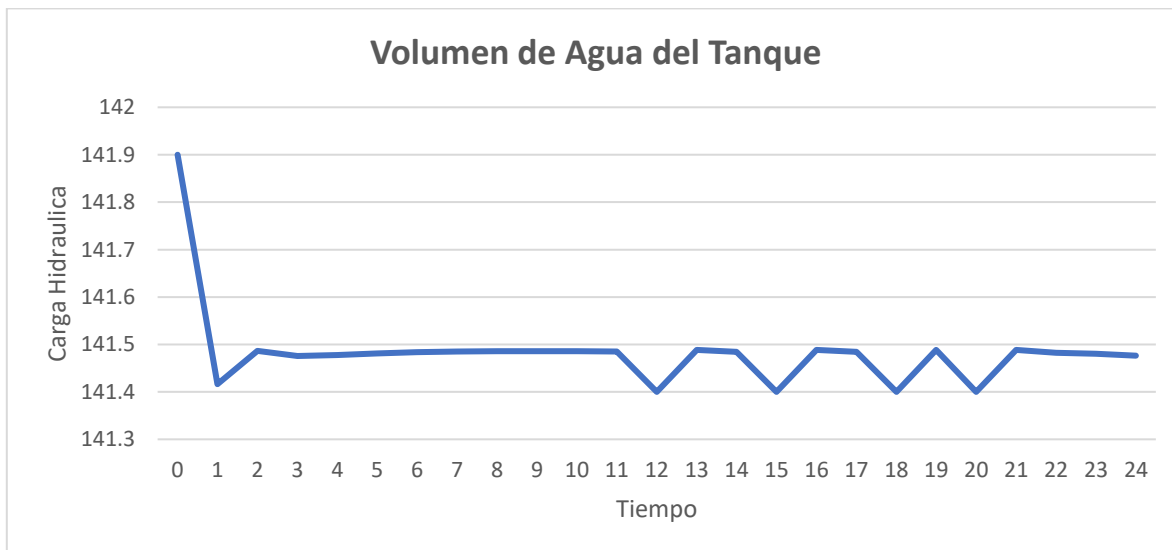


Ilustración 13- Relación de Carga hidráulica – Tiempo, población Actual

Fuente: (Propia, 2023)

5.2. Análisis de población futura.

El cálculo para población futura mediante la ecuación 2 del método aritmético

$$P_f = 1183 \left(1 + \frac{3.3(20)}{100} \right) = 1964 \text{ habitantes}$$

Y para el consumo máximo horario se utilizó la ecuación 18

$$Q_{maxH} = 2.25 \times 5.11 \text{ l/s} = 11.51 \text{ l/s}$$

Del consumo máximo diario se diseña la red de distribución

En la sección 5.1 se hablo acerca de la situación actual de la comunidad mediante una simulación en Epanet, la cual se observó el problema que tiene la comunidad por su falta de agua y su tanque ineficiente, a continuación, se mostrara la misma simulación de la red de distribución actual de la comunidad de barrio Canahuati, pero con los caudales de población futura.

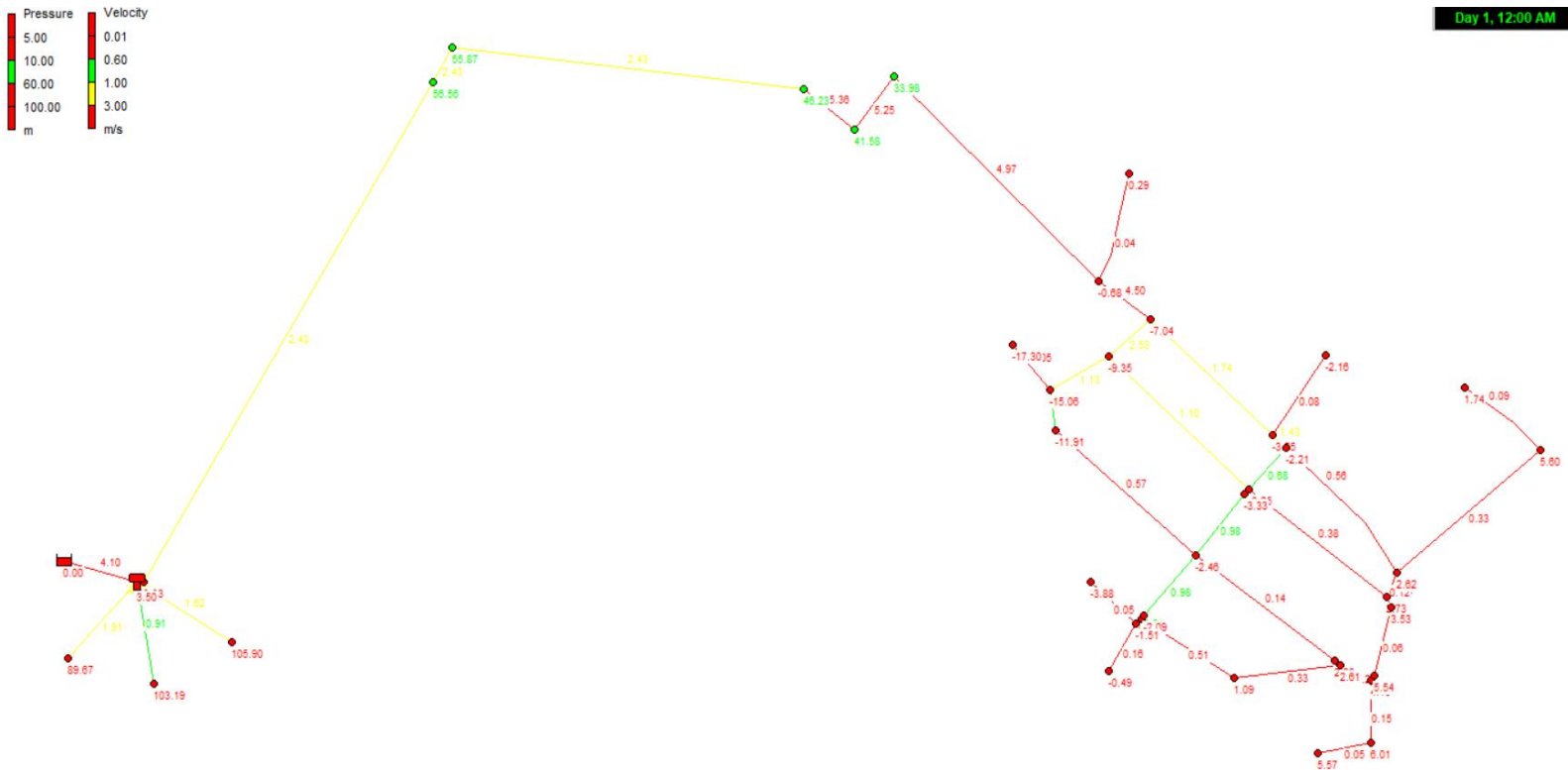


Ilustración 14- Simulación de red actual con población futura

Fuente: (Propia, 2023)

En la **Ilustración 14**, presentamos la simulación de la situación actual del Barrio Canahuati, las presiones que se ejercen en los nudos de la red de distribución actual y las velocidades que pasan por sus tuberías. Podemos ver como a la hora de mayor consumo encontramos presiones negativas aún más críticas que con la población actual, lo cual nos da a conocer que no llega a fluir el agua en estos nodos, esto nos da la suficiente para brindar una solución a la problemática actual, a continuación, presentamos las tablas con la información en los nodos y en las tuberías

Tabla 19- Resultados de EPANET, nodos.

| Simulación de Red Actual | | | |
|---------------------------------|------------------|---------------------|------------------|
| Tabla - Nodos a 7:00 Hrs | | | |
| | Elevación | Demanda Base | Presiones |
| Nodo ID | m | LPS | m |
| Nodo n1 | 70.5 | 0.05 | 42.5 |
| Nodo n2 | 62.73 | 0.1 | 36.52 |
| Nodo n3 | 58.03 | 0.27 | 28.1 |
| Nodo n9 | 42.31 | 0.22 | -17.42 |
| Nodo n10 | 48.61 | 0.05 | -27.82 |
| Nodo n11 | 46.37 | 0.24 | -25.58 |
| Nodo n13 | 42.05 | 0.29 | -19.87 |
| Nodo n14 | 34.53 | 0.224 | -13.98 |
| Nodo n15 | 34 | 0.2 | -13.96 |
| Nodo n16 | 27.77 | 0.16 | -8.26 |
| Nodo n17 | 27.88 | 0.294 | -8.37 |
| Nodo n19 | 42.52 | 0.244 | -22.42 |
| Nodo n20 | 32.5 | 0.404 | -12.91 |
| Nodo n21 | 27.07 | 0.13 | -7.67 |
| Nodo n22 | 23.36 | 0.04 | -3.98 |
| Nodo n23 | 22.92 | 0.09 | -3.54 |
| Nodo n25 | 24.8 | 0.07 | -5.4 |
| Nodo n26 | 26.36 | 0.11 | -6.96 |
| Nodo n27 | 28 | 0.174 | -8.63 |
| Nodo n28 | 31.01 | 0.09 | -11.64 |
| Nodo n29 | 31.49 | 0.06 | -12.11 |
| Nodo n30 | 34 | 0.2 | -14.02 |
| Nodo n31 | 26.97 | 0.06 | -7.48 |
| Nodo n32 | 24.96 | 0.05 | -5.56 |

| | | | |
|------------------------------|-------|------|--------|
| Nodo n33 | 33.19 | 0.18 | -12.97 |
| Nodo n34 | 33.44 | 0.07 | -12.9 |
| Nodo n36 | 29.83 | 0.15 | -10.48 |
| Nodo n37 | 30.86 | 0.09 | -11.5 |
| Nodo n38 | 33.23 | 0.05 | -13.87 |
| Nodo n40 | 28.55 | 0.08 | -9.27 |
| Nodo n41 | 24.7 | 0.23 | -5.41 |
| Nodo n46 | 70.7 | 0 | 52.14 |
| Nodo n47 | 44.79 | 0.36 | -10.47 |
| Nodo n48 | 43.82 | 0.08 | -9.51 |
| Nodo 4 | 140.9 | 0 | 0.55 |
| Nodo 5 | 140.9 | 0 | 0.41 |
| Nodo 1 | 70.7 | 0 | 52.51 |
| Nodo 7 | 44.79 | 0 | -10.25 |
| Nodo 9 | 44.79 | 0 | -9.8 |
| Nodo 11 | 70.5 | 0 | 41.99 |
| Nodo 12 | 35 | 4.32 | 101.07 |
| Nodo 13 | 50 | 9.03 | 70.25 |
| Nodo 14 | 40 | 7.67 | 85.79 |
| Fuente de captación 3 | 160 | #N/A | 0 |
| Tanque 2 | 140.9 | #N/A | 0.59 |

Fuente: (Propia, 2023)

Tabla 20- Resultados de EPANET, Tuberías.

| Simulación de Red Actual | | | | | |
|---------------------------------|------------------|------------------|------------------|--------------|--------------------|
| Tabla - Nodos a 7:00 Hrs | | | | | |
| | Distancia | Diámetros | Rugosidad | Flujo | Velocidades |
| Enlace ID | m | mm | | LPS | m/s |
| Tubería p2 | 26.66 | 52 | 140 | 11.16 | 5.25 |
| Tubería p6 | 25.67 | 52 | 140 | -0.11 | 0.05 |
| Tubería p8 | 21.57 | 52 | 140 | -5.34 | 2.51 |
| Tubería p9 | 67.07 | 52 | 140 | 3.73 | 1.76 |
| Tubería p10 | 76.85 | 52 | 140 | 2.37 | 1.12 |
| Tubería p11 | 10.47 | 52 | 140 | -0.06 | 0.03 |
| Tubería p13 | 47.29 | 52 | 140 | 1.66 | 0.78 |
| Tubería p14 | 74.74 | 52 | 140 | 1.11 | 0.52 |
| Tubería p15 | 69.42 | 52 | 140 | 0.68 | 0.32 |
| Tubería p16 | 23.74 | 52 | 140 | -0.09 | 0.04 |
| Tubería p18 | 13.52 | 52 | 140 | 0.16 | 0.08 |

| | | | | | |
|--------------------|--------|------|-----|--------|------|
| Tubería p19 | 43.02 | 52 | 140 | 0.3 | 0.14 |
| Tubería p20 | 44.09 | 52 | 140 | -0.09 | 0.04 |
| Tubería p21 | 31.55 | 52 | 140 | 1.08 | 0.51 |
| Tubería p22 | 30.81 | 52 | 140 | -1.55 | 0.73 |
| Tubería p23 | 4.692 | 52 | 140 | 0.86 | 0.41 |
| Tubería p24 | 27.65 | 52 | 140 | 0.73 | 0.34 |
| Tubería p25 | 21.97 | 52 | 140 | -1.25 | 0.59 |
| Tubería p26 | 37.87 | 52 | 140 | -0.16 | 0.07 |
| Tubería p28 | 24.49 | 52 | 140 | 0.11 | 0.05 |
| Tubería p29 | 2.921 | 52 | 140 | -0.65 | 0.31 |
| Tubería p30 | 66.41 | 52 | 140 | 1.42 | 0.67 |
| Tubería p31 | 7.256 | 52 | 140 | 3.07 | 1.45 |
| Tubería p33 | 43.59 | 52 | 140 | -0.18 | 0.08 |
| Tubería p38 | 43.76 | 52 | 140 | 0.18 | 0.08 |
| Tubería 2 | 0.49 | 77.6 | 140 | 11.5 | 2.43 |
| Tubería 5 | 1.93 | 77.6 | 140 | -11.5 | 2.43 |
| Tubería 6 | 1.86 | 52 | 140 | -0.95 | 0.45 |
| Tubería 7 | 141.97 | 77.6 | 145 | 11.5 | 2.43 |
| Tubería 9 | 25.529 | 52 | 140 | 9.56 | 4.5 |
| Tubería 10 | 52.026 | 52 | 140 | 2.32 | 1.09 |
| Tubería 11 | 24.272 | 52 | 140 | -0.29 | 0.14 |
| Tubería 12 | 21.54 | 52 | 140 | -0.34 | 0.16 |
| Tubería 13 | 75.075 | 52 | 140 | 0.7 | 0.33 |
| Tubería 3 | 244.6 | 77.6 | 140 | 11.5 | 2.43 |
| Tubería 4 | 5 | 77.6 | 140 | 11.5 | 2.43 |
| Tubería 14 | 2.7 | 52 | 140 | 2 | 0.94 |
| Tubería 15 | 70.16 | 52 | 140 | 1.17 | 0.55 |
| Tubería 18 | 115.28 | 52 | 140 | 10.55 | 4.97 |
| Tubería 8 | 0.5 | 52 | 140 | 10.55 | 4.97 |
| Tubería 17 | 25.94 | 52 | 140 | 11.38 | 5.36 |
| Tubería 1 | 11000 | 77.6 | 140 | 1.49 | 0.32 |
| Tubería 23 | 3.04 | 52 | 140 | 0.38 | 0.18 |
| Tubería 24 | 1.96 | 52 | 140 | -0.61 | 0.29 |
| Tubería 25 | 100 | 77.6 | 140 | -17.26 | 3.65 |
| Tubería 26 | 100 | 77.6 | 140 | -9.72 | 2.06 |
| Tubería 27 | 100 | 77.6 | 140 | -20.32 | 4.3 |
| Tubería 16 | 1 | 52 | 140 | 11.38 | 5.36 |
| Tubería 19 | 1 | 52 | 140 | 10.55 | 4.97 |

Fuente: (Propia, 2023)

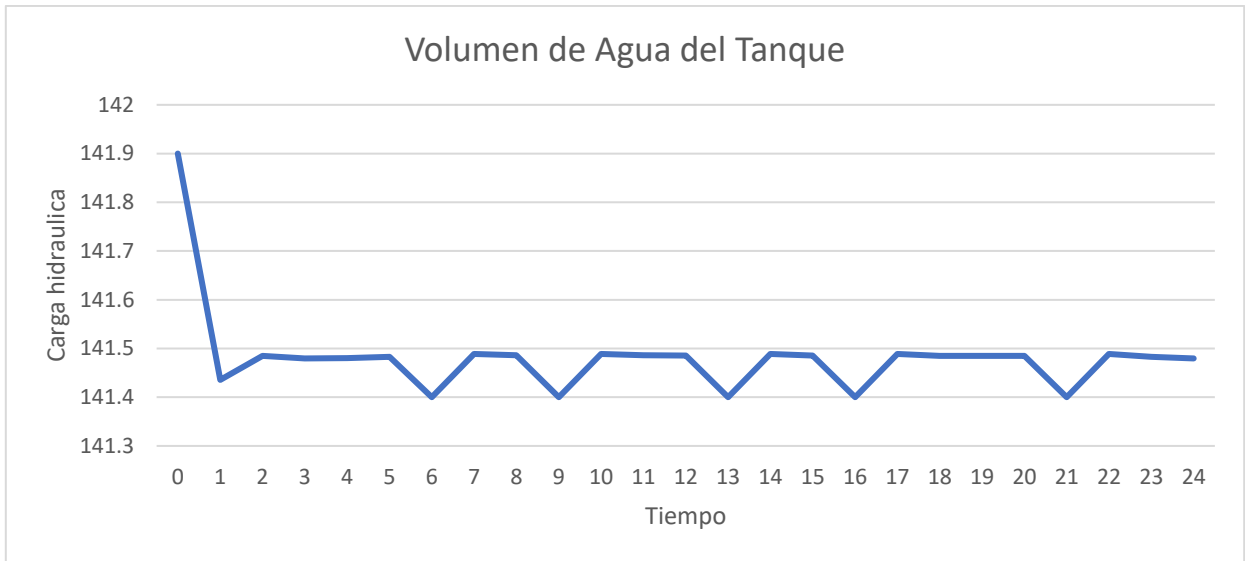


Ilustración 15- Relación de Carga hidráulica – Tiempo, población futura

Fuente: (Propia, 2023)

Anterior mente se mostraron las simulaciones obtenidas del software EPANET, se puede observar cómo la población actual del barrio Canahuati sufre de escasas de agua desde su tanque, esto debido a que la población exige más de lo que se está dando debido a su aumento poblacional desmedido que han tenido, a continuación, mostraremos las soluciones brindadas y como estas repercuten en la población teniendo en cuenta que nuestro Alcance esta tomado desde el tanque hacia la comunidad.

5.3. Parámetros iniciales.

El proceso de diseñar una red de distribución de agua potable de manera efectiva se inicia al considerar cuidadosamente diversos parámetros iniciales. En primera instancia, es fundamental evaluar minuciosamente la demanda de agua, analizando elementos como la población actual y proyectada y hábitos de consumo. La configuración del terreno es fundamental en la elección de materiales y tamaños de tuberías, garantizando una distribución eficaz del recurso.

5.3.1. Criterios de diseño

Tomando en cuenta la durabilidad y vida útil de las tuberías, accesorios, materiales de construcción y el periodo que conlleva el diseño y la construcción, se ha determinado un periodo de diseño de 20 años para todas las partes del sistema.

A partir de la ecuación 13 se determinará la población futura, se utilizará este método (aritmético) debido a que la población del barrio Canahuati es menor de 2000 habitantes actualmente.

La dotación que se considerará para toda la comunidad de Aldea Bijao será de 150 lppd esto debido al estatus actual de la comunidad y el estilo de vida que llevan las personas.

Para el cálculo de pérdidas por fricción en las tuberías se utilizará la fórmula de Hazen Williams donde el coeficiente de rugosidad "C" a utilizarse será de 145 para tubería de polivinilo (PVC) Nueva.

El diseño y análisis de la red debe hacerse para las condiciones más favorables y por esa razón se hará en las condiciones de consumo máximo horario (CMaxH) no se considera una demanda por incendio.

Donde $C_{MaxH} = K_2 \cdot (CMD)$

K2: factor de variación de Hora máxima de 2.25

Según la normativa del SANAA las presiones mínimas en las tuberías deberían ser de 10m y la presión máxima de 60m esto es así para que la red pueda mantener presiones de servicio mínimas capaces de llevar el agua al interior de las viviendas y también que existan presiones máximas que no provoquen daño en las conexiones,

El tipo de red de distribución es abierta

Las velocidades también nos las brinda la Normativa del SANAA nos dice que la mínima será de 0.6m/s y la máxima de 3m/s. Esto para mantener un flujo constante y evitar que se acumulen solidos por bajas velocidades.

5.3.2. Diseño de Red de Distribución.

El diseño de una red de distribución de agua potable es un procedimiento fundamental que exige precisión y reflexión. En la fase inicial, se lleva a cabo un examen minucioso de la demanda de agua, considerando elementos como la población actual y futura, así como los hábitos de consumo. Luego, se eligen con atención los materiales y tamaños de las tuberías, teniendo en cuenta la topografía del terreno y la calidad del agua. La eficiencia energética se mantiene como una prioridad al integrar válvulas apropiadas para el manejo de las presiones. Asimismo, la planificación debe abordar aspectos de seguridad y sostenibilidad para garantizar una distribución efectiva y respetuosa con el medio ambiente del recurso vital.

Método aritmético

Debido a que la población en el barrio Canahuati es menor a 2000 habitantes se emplea la ecuación 13 para el cálculo de población futura.

La tasa de crecimiento en esta zona es de 3.3 obtenido mediante información brindada por la municipalidad de Choloma

Por lo que la población futura es:

$$P_f = 1183 \left(1 + \frac{3.3(20)}{100} \right) = 1964 \text{ habitantes}$$

Para el consumo medio diario se utilizó la ecuación 16 dando como resultado el siguiente caudal

$$QMD = \left(\frac{1964(150)}{86400} \right) = 3.41 \text{ l/s}$$

Del consumo medio diario se calcula la capacidad que debería de tener el tanque

Para el consumo máximo diario se utilizó la ecuación 17

$$QmaxD = 1.5 \times 3.41 \text{ l/s} = 5.11 \text{ l/s}$$

Con el consumo máximo diario se determina la línea de conducción

Y para el consumo máximo horario se utilizó la ecuación 18

$$QmaxH = 2.25 \times 5.11 \text{ l/s} = 11.51 \text{ l/s}$$

Del consumo máximo diario se diseña la red de distribución

Volumen de Tanque Requerido

$$Volumen = QMD * 86400 * 0.3$$

Ecuación 8 – Formula para determinar volumen de Tanque

$$Volumen = 3.41 \text{ l/s} * 86400 * 0.3$$

$$Volumen = 88,387.2 \text{ L}$$

$$88,387.2 \text{ L} \times \frac{1 \text{ gal}}{3.78 \text{ L}} = \mathbf{23349.44 \text{ Gal}}$$

Por lo tanto, el Tanque propuesto de 25,000 Galones cumple con lo requerido.

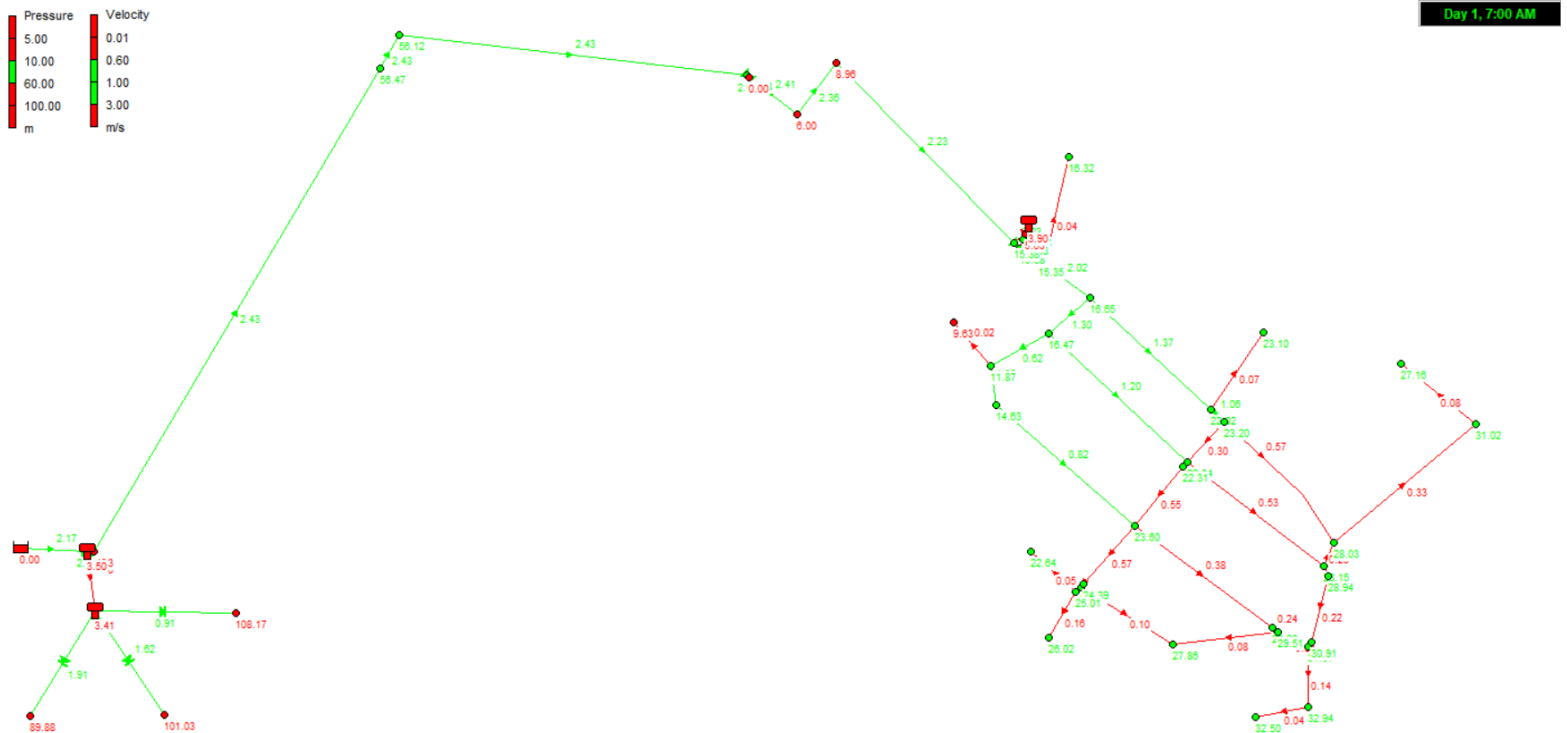


Ilustración 16- Simulación de Propuesta

Fuente: (Propia, 2023)

La **ilustración 15** muestra la red propuesta la cual estará funcionando con un período de diseño de 20 años, como se puede ver, en la hora más crítica (7:00 am), se mantienen presiones dentro del rango de la normativa del SAANA Y las velocidades en las tuberías cumplen de la misma manera.

Parte de la solución Fue crear un nuevo tanque con un volumen de 25,000 Galones el cual abastecerá el barrio Canahuati.

A continuación, se presentará las tablas con la información de cada nodo y las tuberías utilizadas en nuestra propuesta.

Tabla 21- Resultados de EPANET, nodos.

| Simulación de la propuesta | | | |
|-----------------------------------|------------------|---------------------|------------------|
| | Elevación | Demanda Base | Presiones |
| Nodo ID | m | LPS | m |
| Nodo n1 | 70.5 | 0.05 | 45.94 |
| Nodo n2 | 62.73 | 0.1 | 6 |
| Nodo n3 | 58.03 | 0.27 | 8.96 |
| Nodo n9 | 42.31 | 0.22 | 16.65 |
| Nodo n10 | 48.61 | 0.05 | 9.63 |
| Nodo n11 | 46.37 | 0.24 | 11.87 |
| Nodo n13 | 42.05 | 0.29 | 16.47 |
| Nodo n14 | 34.53 | 0.224 | 22.02 |
| Nodo n15 | 34 | 0.2 | 22.34 |
| Nodo n16 | 27.77 | 0.16 | 28.15 |
| Nodo n17 | 27.88 | 0.294 | 28.03 |
| Nodo n19 | 42.52 | 0.244 | 14.63 |
| Nodo n20 | 32.5 | 0.404 | 23.6 |
| Nodo n21 | 27.07 | 0.13 | 28.8 |
| Nodo n22 | 23.36 | 0.04 | 32.5 |
| Nodo n23 | 22.92 | 0.09 | 32.94 |
| Nodo n25 | 24.8 | 0.07 | 31.07 |
| Nodo n26 | 26.36 | 0.11 | 29.51 |
| Nodo n27 | 28 | 0.174 | 27.86 |
| Nodo n28 | 31.01 | 0.09 | 24.86 |
| Nodo n29 | 31.49 | 0.06 | 24.39 |
| Nodo n30 | 34 | 0.2 | 22.31 |
| Nodo n31 | 26.97 | 0.06 | 28.94 |
| Nodo n32 | 24.96 | 0.05 | 30.91 |
| Nodo n33 | 33.19 | 0.18 | 23.2 |
| Nodo n34 | 33.44 | 0.07 | 23.1 |
| Nodo n36 | 29.83 | 0.15 | 26.02 |
| Nodo n37 | 30.86 | 0.09 | 25.01 |
| Nodo n38 | 33.23 | 0.05 | 22.64 |
| Nodo n40 | 28.55 | 0.08 | 27.16 |
| Nodo n41 | 24.7 | 0.23 | 31.02 |
| Nodo n46 | 70.7 | 0 | 55.58 |
| Nodo n47 | 44.79 | 0.36 | 15.35 |
| Nodo n48 | 43.82 | 0.08 | 16.32 |
| Nodo 4 | 140.9 | 0 | 2.82 |
| Nodo 5 | 140.9 | 0 | 2.69 |
| Nodo 1 | 70.7 | 0 | 55.93 |
| Nodo 7 | 44.79 | 0 | 15.38 |

| | | | |
|------------------------------|-------|------|--------|
| Nodo 8 | 44.79 | 0 | 15.38 |
| Nodo 9 | 44.79 | 0 | 15.38 |
| Nodo 10 | 44.79 | 0 | 5.69 |
| Nodo 11 | 70.5 | 0 | 0 |
| Nodo 12 | 35 | 1.92 | 107.93 |
| Nodo 13 | 50 | 4.01 | 89.64 |
| Nodo 14 | 40 | 3.41 | 100.79 |
| Nodo 16 | 140.9 | 0 | 3.3 |
| Nodo 19 | 140.9 | 0 | 3.3 |
| Nodo 20 | 140.9 | 0 | 3.3 |
| Nodo 21 | 140.9 | 0 | 3.3 |
| Nodo 22 | 140.9 | 0 | 3.16 |
| Nodo 23 | 140.9 | 0 | 3.16 |
| Nodo 24 | 140.9 | 0 | 2.89 |
| Fuente de captación 3 | 449 | #N/A | 0 |
| Tanque 2 | 140.9 | #N/A | 3.16 |
| Tanque 6 | 46.58 | #N/A | 3.9 |
| Tanque 15 | 140.9 | #N/A | 2.96 |

Fuente: (Propia, 2023)

Tabla 22- Resultados de EPANET, Tuberías.

| Prueba | | | | | | | |
|-----------------------------------|-----------|----------|-----------|-------|-----------|--------------------|--------------------|
| Network Table - Links at 7:00 Hrs | | | | | | | |
| | Distancia | Diámetro | Rugosidad | Flujo | Velocidad | Perdidas Unitarias | Factor de fricción |
| Enlace ID | m | mm | | LPS | m/s | m/km | |
| Tubería p2 | 26.66 | 77.6 | 145 | 11.16 | 2.36 | 65.6 | 0.018 |
| Tubería p6 | 25.67 | 77.6 | 150 | -0.11 | 0.02 | 0.01 | 0.033 |
| Tubería p8 | 21.57 | 77.6 | 150 | -6.16 | 1.3 | 20.49 | 0.018 |
| Tubería p9 | 67.07 | 52 | 150 | 2.91 | 1.37 | 35.9 | 0.02 |
| Tubería p10 | 76.85 | 52 | 150 | 2.56 | 1.2 | 28.29 | 0.02 |
| Tubería p11 | 10.47 | 52 | 150 | 0.14 | 0.07 | 0.14 | 0.03 |
| Tubería p13 | 47.29 | 52 | 150 | 2.3 | 1.08 | 23.16 | 0.02 |
| Tubería p14 | 74.74 | 52 | 150 | 1.75 | 0.82 | 13.96 | 0.021 |
| Tubería p15 | 69.42 | 52 | 150 | 0.8 | 0.38 | 3.32 | 0.024 |
| Tubería p16 | 23.74 | 52 | 150 | -0.09 | 0.04 | 0.06 | 0.033 |
| Tubería p18 | 13.52 | 52 | 150 | -0.09 | 0.04 | 0.05 | 0.033 |
| Tubería p19 | 43.02 | 52 | 150 | 0.18 | 0.08 | 0.21 | 0.03 |
| Tubería p20 | 44.09 | 52 | 150 | -0.21 | 0.1 | 0.28 | 0.029 |
| Tubería p21 | 31.55 | 52 | 150 | 1.2 | 0.57 | 6.99 | 0.022 |
| Tubería p22 | 30.81 | 52 | 150 | -1.17 | 0.55 | 6.63 | 0.022 |

| | | | | | | | |
|--------------------|--------|-------|------|-------|------|-------|-------|
| Tubería p23 | 4.692 | 52 | 150 | 0.61 | 0.29 | 2 | 0.025 |
| Tubería p24 | 27.65 | 52 | 150 | 0.48 | 0.22 | 1.26 | 0.026 |
| Tubería p25 | 21.97 | 52 | 150 | -0.63 | 0.3 | 2.09 | 0.025 |
| Tubería p26 | 37.87 | 52 | 150 | -0.16 | 0.07 | 0.16 | 0.03 |
| Tubería p28 | 24.49 | 52 | 150 | 0.11 | 0.05 | 0.09 | 0.032 |
| Tubería p29 | 2.921 | 52 | 150 | -0.65 | 0.31 | 2.25 | 0.024 |
| Tubería p30 | 66.41 | 52 | 150 | 1.22 | 0.57 | 7.14 | 0.022 |
| Tubería p31 | 7.256 | 52 | 150 | 2.25 | 1.06 | 22.27 | 0.02 |
| Tubería p38 | 43.76 | 77.6 | 150 | 0.18 | 0.04 | 0.03 | 0.031 |
| Tubería 5 | 1.93 | 77.6 | 145 | -11.5 | 2.43 | 69.33 | 0.018 |
| Tubería 6 | 1.86 | 52 | 150 | -1.07 | 0.5 | 5.61 | 0.023 |
| Tubería 7 | 141.97 | 77.6 | 145 | 11.5 | 2.43 | 69.33 | 0.018 |
| Tubería 9 | 25.529 | 77.6 | 150 | 9.56 | 2.02 | 46.28 | 0.017 |
| Tubería 10 | 52.026 | 77.6 | 150 | 2.95 | 0.62 | 5.24 | 0.021 |
| Tubería 11 | 24.272 | 52 | 150 | -0.29 | 0.14 | 0.51 | 0.027 |
| Tubería 12 | 21.54 | 52 | 150 | -0.34 | 0.16 | 0.66 | 0.027 |
| Tubería 13 | 75.075 | 52 | 150 | 0.7 | 0.33 | 2.55 | 0.024 |
| Tubería 3 | 244.6 | 77.6 | 145 | 11.5 | 2.43 | 69.33 | 0.018 |
| Tubería 4 | 5 | 77.6 | 145 | 11.5 | 2.43 | 69.33 | 0.018 |
| Tubería 14 | 2.7 | 52 | 150 | 1.62 | 0.76 | 12.13 | 0.021 |
| Tubería 15 | 70.16 | 52 | 150 | 1.12 | 0.53 | 6.08 | 0.023 |
| Tubería 18 | 115.28 | 77.6 | 145 | 10.55 | 2.23 | 59.14 | 0.018 |
| Tubería 19 | 1 | 52 | 150 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Tubería 22 | 4.06 | 52 | 150 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Tubería 8 | 0.5 | 77.6 | 150 | 10.55 | 2.23 | 55.55 | 0.017 |
| Tubería 17 | 25.94 | 77.6 | 145 | 11.39 | 2.41 | 68.08 | 0.018 |
| Tubería 23 | 3.04 | 52 | 150 | 0.51 | 0.24 | 1.44 | 0.025 |
| Tubería 24 | 1.96 | 52 | 150 | -0.36 | 0.17 | 0.77 | 0.027 |
| Tubería 25 | 100 | 77.6 | 145 | 7.67 | 1.62 | 32.78 | 0.019 |
| Tubería 26 | 100 | 77.6 | 145 | 4.32 | 0.91 | 11.31 | 0.021 |
| Tubería 27 | 100 | 77.6 | 145 | 9.02 | 1.91 | 44.25 | 0.019 |
| Tubería 34 | 11000 | 150 | 140 | 38.29 | 2.17 | 27.71 | 0.017 |
| Tubería 35 | 0.1 | 10000 | 140 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Tubería 37 | 0.1 | 10000 | 140 | 38.29 | 0 | 0 | 0 |
| Tubería 38 | 5 | 150 | 140 | 38.29 | 2.17 | 27.71 | 0.017 |
| Tubería 39 | 1 | 77.6 | 145 | 11.5 | 2.43 | 69.33 | 0.018 |
| Tubería 40 | 1 | 77.6 | 145 | 11.5 | 2.43 | 69.33 | 0.018 |
| Tubería 41 | 5 | 150 | 140 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Tubería 1 | 43.59 | 52 | 150 | 0.18 | 0.08 | 0.21 | 0.029 |
| Valve 20 | #N/A | 77.6 | #N/A | 10.55 | 2.23 | 0 | 0 |
| Valve 21 | #N/A | 77.3 | #N/A | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Valve 16 | #N/A | 77.6 | #N/A | 11.39 | 2.41 | 45.94 | 0 |
| Valve 30 | #N/A | 150 | #N/A | 38.29 | 2.17 | 0 | 0 |

| | | | | | | | |
|-----------------|------|-----|------|-------|------|---|---|
| Valve 31 | #N/A | 75 | #N/A | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Valve 33 | #N/A | 150 | #N/A | 38.29 | 2.17 | 0 | 0 |

Fuente: (Propia, 2023)

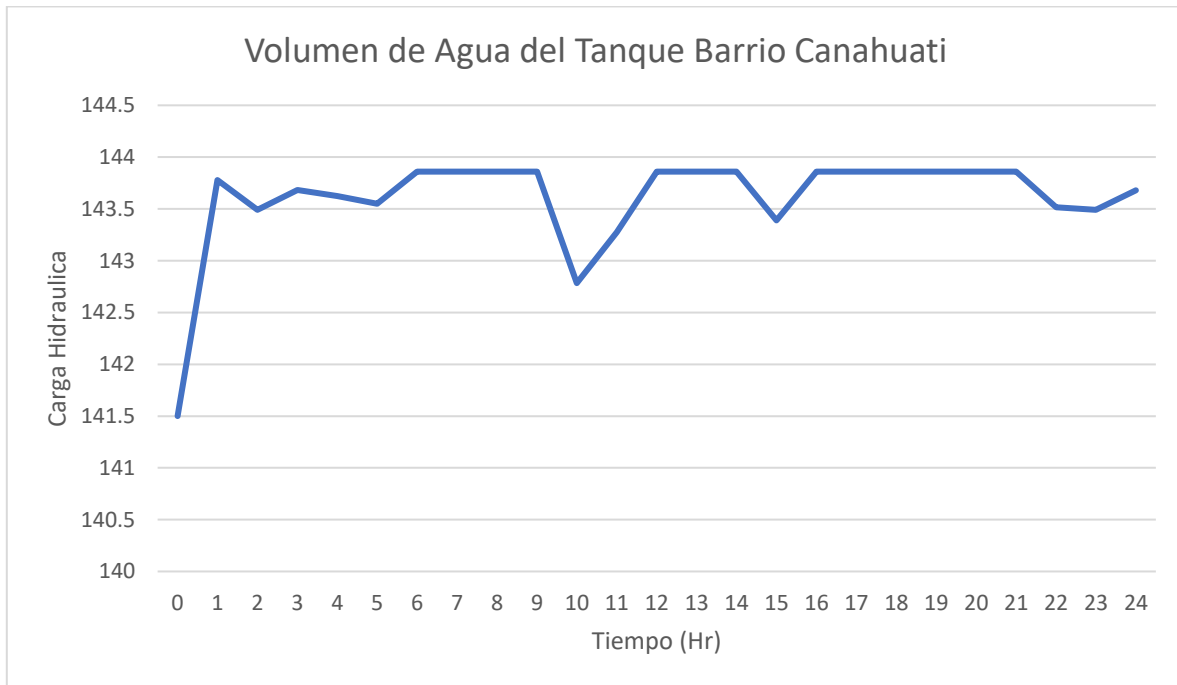


Ilustración 17- Simulación de red propuesta con población actual

Fuente: (Propia, 2023)

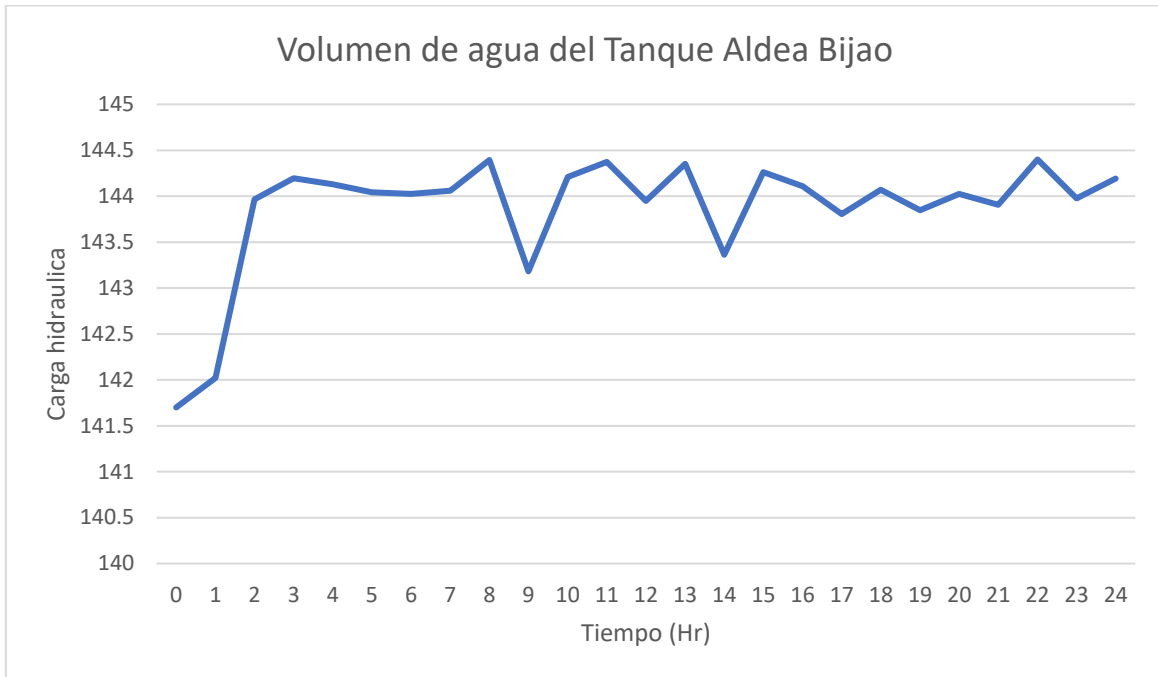


Ilustración 18- Simulación de red propuesta con población futura

Fuente: (Propia, 2023)

Tipo de tubería a Usar

Tabla 23- Análisis granulométrico por tamizado

| 160 PSI (SDR 26) | | | | |
|-------------------------|-----------|----------------------------------|------------|----------------------------|
| Diámetro Nominal | | Diámetro interno promedio | | Espesor de la pared |
| Plg | Mm | Plg. | mm. | plg |
| ½ | 12 | 0.716 | 18.19 | 0.062 |
| 2 | 50 | 2.193 | 55.70 | 0.091 |
| 3 | 75 | 3.230 | 82.04 | 0.135 |

(Amanco, 2023)

Presiones Dinámicas y estáticas, red de distribución propuesta

Tabla 24- Análisis granulométrico por tamizado

| Tabla de presiones dinámicas | | | | Tablas de presiones estáticas | | | |
|------------------------------|---------------|----------|---------------|-------------------------------|---------------|----------|---------------|
| Nodo ID | Presiones (m) | Nodo ID | Presiones (m) | Nodo ID | Presiones (m) | Nodo ID | Presiones (m) |
| Nodo n1 | 47.68 | Nodo n32 | 31.54 | Nodo n1 | 70.92 | Nodo n32 | 44.33 |
| Nodo n2 | 6.11 | Nodo n33 | 23.83 | Nodo n2 | 7.63 | Nodo n33 | 36.14 |
| Nodo n3 | 9.17 | Nodo n34 | 23.73 | Nodo n3 | 12.18 | Nodo n34 | 35.91 |
| Nodo n9 | 17.28 | Nodo n36 | 26.65 | Nodo n9 | 27.25 | Nodo n36 | 39.46 |
| Nodo n10 | 10.26 | Nodo n37 | 25.64 | Nodo n10 | 20.88 | Nodo n37 | 38.43 |
| Nodo n11 | 12.5 | Nodo n38 | 23.26 | Nodo n11 | 23.12 | Nodo n38 | 36.06 |
| Nodo n13 | 17.09 | Nodo n40 | 27.79 | Nodo n13 | 27.47 | Nodo n40 | 40.73 |
| Nodo n14 | 22.65 | Nodo n41 | 31.65 | Nodo n14 | 34.82 | Nodo n41 | 44.58 |
| Nodo n15 | 22.97 | Nodo n46 | 56.72 | Nodo n15 | 35.33 | Nodo n46 | 71.52 |
| Nodo n16 | 28.77 | Nodo n47 | 15.98 | Nodo n16 | 41.52 | Nodo n47 | 24.87 |
| Nodo n17 | 28.66 | Nodo n48 | 16.95 | Nodo n17 | 41.41 | Nodo n48 | 25.84 |
| Nodo n19 | 15.26 | Nodo 5 | 2.77 | Nodo n19 | 26.88 | Nodo 5 | 2.72 |
| Nodo n20 | 24.23 | Nodo 7 | 16.01 | Nodo n20 | 36.81 | Nodo 7 | 24.87 |
| Nodo n21 | 29.43 | Nodo 8 | 16.01 | Nodo n21 | 42.22 | Nodo 8 | 24.87 |
| Nodo n22 | 33.12 | Nodo 9 | 16.01 | Nodo n22 | 45.93 | Nodo 9 | 24.87 |
| Nodo n23 | 33.57 | Nodo 10 | 4.25 | Nodo n23 | 46.37 | Nodo 10 | 4.25 |
| Nodo n25 | 31.7 | Nodo 16 | 3.12 | Nodo n25 | 44.49 | Nodo 16 | 2.88 |
| Nodo n26 | 30.14 | Nodo 19 | 3.12 | Nodo n26 | 42.93 | Nodo 19 | 2.88 |
| Nodo n27 | 28.49 | Nodo 20 | 3.12 | Nodo n27 | 41.29 | Nodo 20 | 2.74 |
| Nodo n28 | 25.49 | Nodo 21 | 3.12 | Nodo n28 | 38.28 | Nodo 21 | 2.74 |
| Nodo n29 | 25.02 | Nodo 22 | 2.98 | Nodo n29 | 37.8 | Nodo 22 | 3.24 |
| Nodo n30 | 22.94 | Nodo 23 | 2.98 | Nodo n30 | 35.33 | Nodo 23 | 2.88 |
| Nodo n31 | 29.56 | Nodo 24 | 2.89 | Nodo n31 | 42.32 | Nodo 24 | 2.73 |

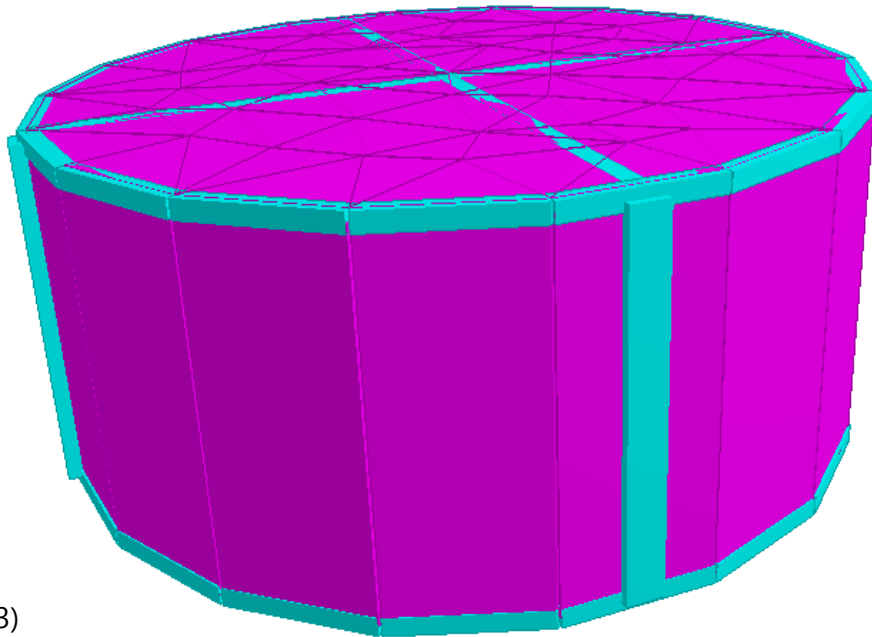
(Fuente: Propia)

Análisis Estructural del Tanque Propuesto

Como parte de nuestra solución se propone la construcción de dos tanques uno ubicado a la par del tanque que se encuentra alimentando a toda la comunidad de aldea bijao y el otro tanque iría en el centro del Barrio Canahuati este serviría como tanque auxiliar al momento de presentar fallas en la línea de conducción.

Este análisis estructural se hizo mediante el programa STAAD pro el cual se hizo el siguiente procedimiento:

- Se hizo el modelaje de la estructura el cual será de las siguientes dimensiones:
 - 7 metros de diámetro.
 - 2.96 metros de altura.
 - Espesor de tapaderas superior e inferior de 0.15 metros
 - Espesor de paredes de tanque de 0.12 metros.



Fuente: (Propia, 2023)

Ilustración 19-Modelaje del tanque según Sanaa

- Se aplicaron las propiedades de la estructura las cuales serán de ladrillo en las paredes y de concreto en las tapaderas.
- Se le hizo un cambio en la densidad del concreto y se aplicó la densidad del ladrillo esto para asegurar que se asemeje lo mayormente posible a los materiales que se proponen.
- Se aplicaron los soportes en la parte inferior este con el objeto de hacer su análisis para obtener el tamaño de la losa de cimentación.
- Se aplicaron las siguientes cargas:

- Carga de Sismo
- Carga muerta
- Carga viva
- Carga hidrostática
- Se hizo el análisis y el programa no presentó ninguna falla.

El análisis no presento ningún problema y viendo los resultados obtenidos podemos constatar que el tanque está capacitado para soportar la carga de 25,000 galones con la siguiente imagen que se mostrara a continuación se comprueba que si soporta todas esas cargas.

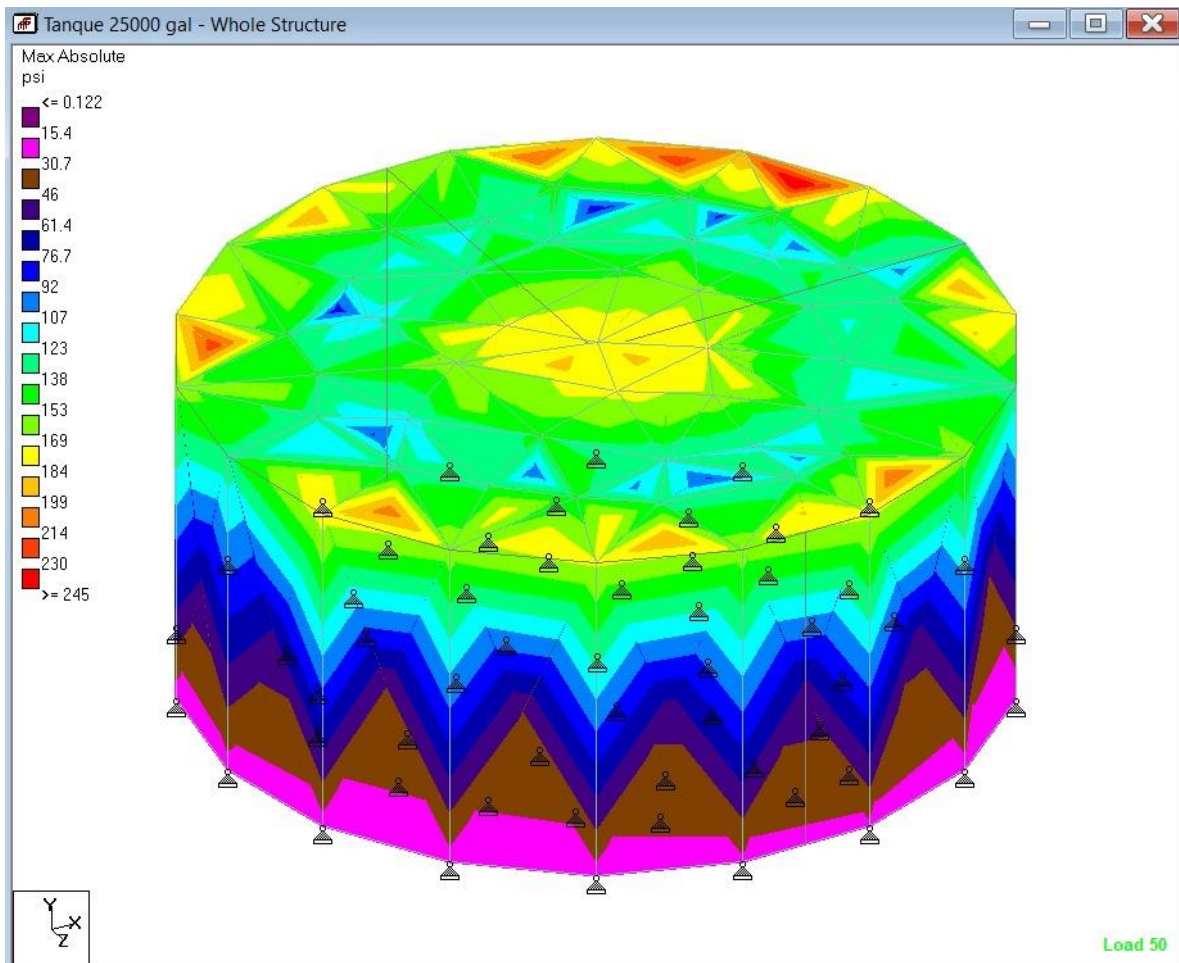


Ilustración 20- Análisis Estructural del Tanque

Fuente: (Propia, 2023)

Beam End Force Summary

The signs of the forces at end B of each beam have been reversed. For example: this means that the Min Fx entry gives the largest tension value for an beam.

| | Beam | Node | L/C | Axial | Shear | | Torsion | Bending | |
|--------|------|------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | | | Fx (kN) | Fy (kN) | Fz (kN) | Mx (kip·ft) | My (kip·ft) | Mz (kip·ft) |
| Max Fx | 239 | 65 | 59:1.4D+1.7L+ | 34.587 | -5.774 | 0.064 | 0.038 | -0.086 | -7.567 |
| Min Fx | 240 | 56 | 5:AGUA | -13.180 | -0.134 | 0.002 | -0.016 | -0.002 | 0.501 |
| Max Fy | 237 | 111 | 50:1.4D+1.7L | 11.425 | 40.040 | 0.000 | -0.000 | -0.000 | 41.847 |
| Min Fy | 237 | 112 | 59:1.4D+1.7L+ | 13.903 | -40.043 | 0.000 | -0.000 | -0.005 | 41.851 |
| Max Fz | 242 | 112 | 59:1.4D+1.7L+ | 21.137 | -0.215 | 17.511 | -0.051 | -35.462 | -0.213 |
| Min Fz | 244 | 111 | 59:1.4D+1.7L+ | 24.633 | -0.220 | -17.518 | 0.051 | 35.467 | -0.218 |
| Max Mx | 122 | 69 | 50:1.4D+1.7L | 2.468 | 20.759 | 3.035 | 3.241 | -0.676 | 3.744 |
| Min Mx | 236 | 112 | 50:1.4D+1.7L | 2.469 | -9.470 | -3.031 | -3.241 | 0.684 | -3.032 |
| Max My | 244 | 111 | 59:1.4D+1.7L+ | 24.633 | -0.220 | -17.518 | 0.051 | 35.467 | -0.218 |
| Min My | 242 | 112 | 59:1.4D+1.7L+ | 21.137 | -0.215 | 17.511 | -0.051 | -35.462 | -0.213 |
| Max Mz | 237 | 112 | 50:1.4D+1.7L | 11.425 | -40.043 | 0.000 | -0.000 | 0.000 | 41.854 |
| Min Mz | 239 | 65 | 50:1.4D+1.7L | 19.171 | -5.547 | 0.064 | 0.008 | -0.084 | -7.712 |

Luego de comprobar que el tanque es apto para su construcción se procedió con el análisis del diseño de zapatas el cual se hicieron las siguientes actividades:

- Se extrajo el archivo de STAAD pro.
- Cambiaron el tipo de carga para que el programa lograra diferenciarlas en primaria, servicio y última.
- Se aplicaron los parámetros mínimos y máximos para el diseño de la losa de cimentación.
- Se corrió el programa sin ningún error.

Luego de correr el programa sin presentar ningún error arrojó los siguientes resultados

- Losa de cimentación de 10x10 m
- 35 varillas #3 espaciadas en ambas direcciones a cada 11.5 pulgadas.
- Espesor de losa de 0.48 metros.
- Profundidad total será de 1 metro.

5.3.3. Estudio de Suelo

En la siguiente sección se mostrará el estudio que se realizó al suelo donde se construirán los tanques diseñados y se mostrara los resultados obtenidos.

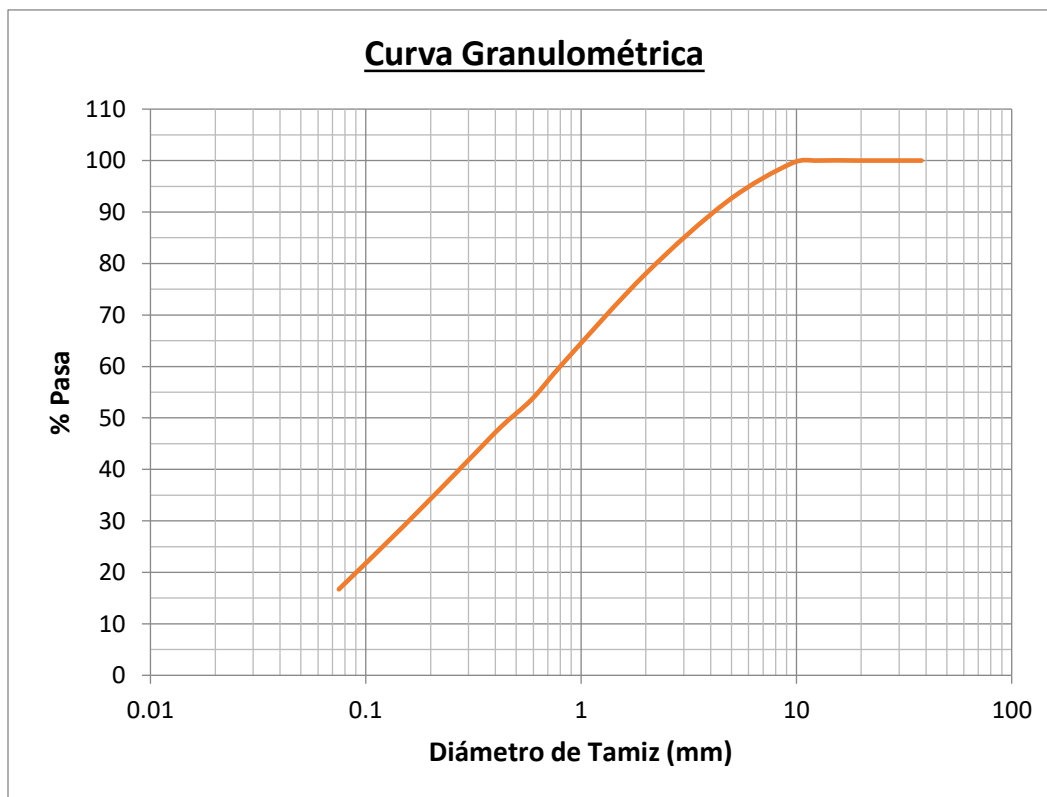
Análisis granulométrico por Tamizado.

Peso de muestra seca= 1,864.77

Porcentaje de humedad= 15.66%

Tabla 25- Análisis granulométrico por tamizado

| Tamiz No. | Tamaño Tamiz (mm) | Peso Retenido Parcial (g) | Peso Retenido Acumulado (g) | % Retenido Acumulado | % que pasa por el Tamiz |
|----------------------|-------------------|---------------------------|-----------------------------|----------------------|-------------------------|
| 2" | 50 | 0 | | | |
| 1½" | 38.1 | 0 | 0.00 | 0 | 100 |
| 1" | 25 | 0 | 0.00 | 0 | 100 |
| ¾" | 19 | 0 | 0.00 | 0 | 100 |
| ½" | 12.5 | 0 | 0.00 | 0 | 100 |
| ⅜" | 9.5 | 9.96 | 0.53 | 1 | 99 |
| No. 4 | 4.75 | 139.13 | 7.47 | 8 | 92 |
| No. 10 | 2 | 259.64 | 13.94 | 22 | 78 |
| No. 20 | 0.841 | 317.1 | 17.03 | 39 | 61 |
| No. 30 | 0.595 | 135.47 | 7.27 | 46 | 54 |
| No. 40 | 0.425 | 102.04 | 5.48 | 52 | 48 |
| No. 50 | 0.297 | 124.05 | 6.66 | 58 | 42 |
| No. 100 | 0.149 | 237.5 | 12.75 | 71 | 29 |
| No. 200 | 0.075 | 226.36 | 12.15 | 83 | 17 |
| Pasa No. 200 (Fondo) | | 311.3 | 16.71 | 100 | 0 |
| Total | | 1862.55 | | | |



Fuente:(Propia, 2023)

Ilustración 21- Curva granulométrica

Límites de Attenberg

Tabla 26- Limite liquido

| | | | |
|------------------------------|-------|-------|-------|
| Lata No. | | | |
| Peso Suelo Húmedo + Lata (g) | 65.75 | 66.15 | 67.33 |
| Peso Suelo Seco + Lata (g) | 60.64 | 61.04 | 61.94 |
| Peso Lata (g) | 44.7 | 44.97 | 44.68 |
| Peso del Agua (g) | 5.11 | 5.11 | 5.39 |
| Peso Suelo Seco (g) | 15.94 | 16.07 | 17.26 |
| Contenido de Humedad (%) | 32.06 | 31.80 | 31.23 |
| No. de Golpes | 9 | 13 | 12 |

Tabla 27- Limite Plástico

| | | |
|------------------------------|-------|-------|
| Lata No. | | |
| Peso Suelo Húmedo + Lata (g) | 55.18 | 56.08 |
| Peso Suelo Seco + Lata (g) | 52.82 | 53.52 |
| Peso Lata (g) | 44.71 | 44.81 |
| Peso del Agua (g) | 2.36 | 2.56 |
| Peso Suelo Seco (g) | 8.11 | 8.71 |
| Contenido de Humedad (%) | 29.10 | 29.39 |

25 GOLPES

Límite Líquido, L.L. **32**

Límite Plástico, L.P. **29**

Índice de Plasticidad, I.p. **2**

Tabla 28- Resumen de estudio de suelos

| Límites de Attenberg | |
|------------------------------|---|
| Limite Liquido | 32 |
| Limite plástico | 29 |
| Índice de plasticidad | 2 |
| % pasa tamiz 200 | 17% |
| Clasificación | Limo arenoso de baja compresibilidad |

Clasificación por el método SUCS.

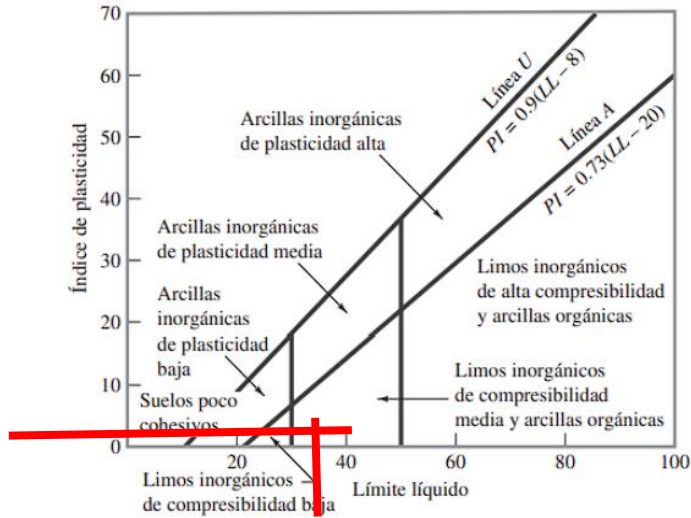


Ilustración 22- Carta de Casagrande

Fuente: (Propia, 2023)

Según la **ilustración 21**, podemos observar que, dados los resultados del límite líquido y el índice de plasticidad, nos muestra que es un limo inorgánico de compresibilidad media y arcillas orgánicas.

SUCS – FLUJO SEGÚN ASTM

**BAJA
COMPRESIBILIDAD**

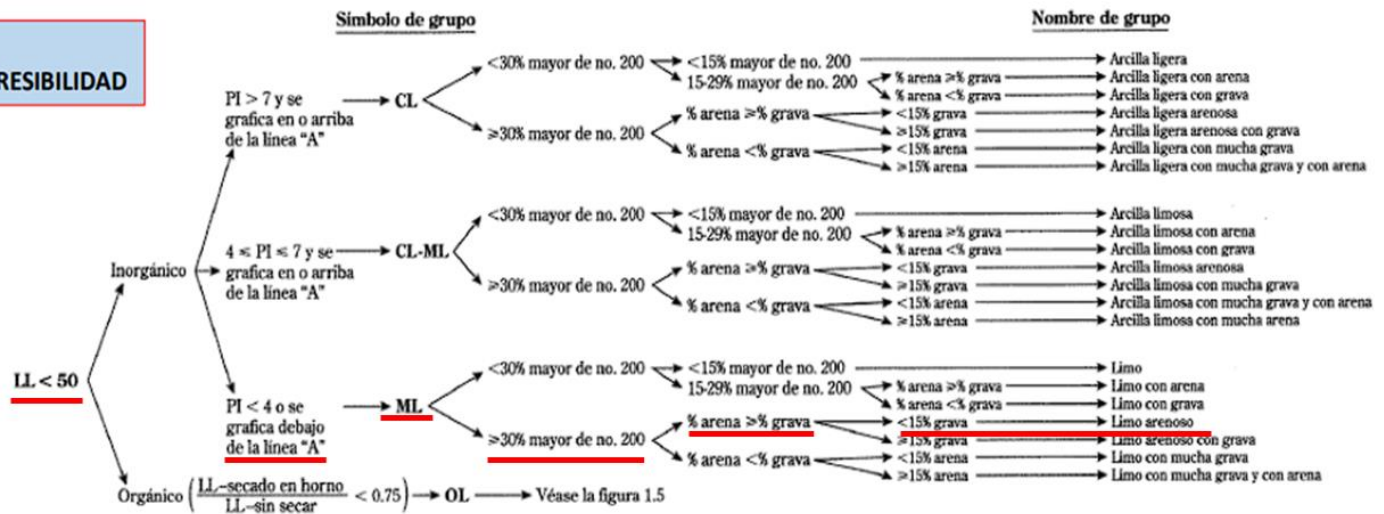


Ilustración 23- Diagrama de clasificación SUCS

| TIPO DE SUELO | MODULO DE ELASTICIDAD |
|----------------------|--------------------------|
| | Es Kg/cm ² |
| Arcilla muy blanda | 3 – 30 |
| Arcilla blanda | 20 – 40 |
| Arcilla media | 45 – 90 |
| Arcilla dura | 70 – 200 |
| Arcilla arenosa | 300 – 425 |
| Suelos glaciales | 100 – 1600 |
| Loess | 150 – 600 |
| Arena limosa | 50 – 200 |
| Arena suelta | 100 – 250 |
| Arena densa | 500 – 1000 |
| Grava arenosa densa | 800 – 2000 |
| Grava arenosa suelta | 500 – 1400 |
| Arcilla esquistosa | 1400 – 14000 |
| Limos | 20 – 200 |

Ilustración 24- Tabla de módulo de elasticidad

En cuanto a la potabilidad del tanque, este cuenta con un hipo clorador para manejar los niveles de contaminación del agua este requiere un estricto control para asegurar que las soluciones de cloro se preparen y apliquen adecuadamente, no se agoten o se dejen reposar durante períodos prolongados de tiempo, pues pierden su potencia.

Para el hipo clorador del tanque que proponemos debe utilizarse el sistema DIP-CELL de producción de hipoclorito en solución, el cual consiste en Un recipiente plástico, de 40 litros de capacidad, sirve tanto para la preparación de la solución de NaCl (30 g/l), como para la electrólisis. Ciclo recomendado por el fabricante: 9 horas (240- 280 g Cl). Se obtiene una solución de (ClO) Na, con una concentración entre 0.6 - 0.7% como cloro. (Ortiz, 2020)

Cantidad de hipoclorito de calcio para preparar solución

P = cantidad de hipoclorito, en gr.

C = Concentracion de la solucion en %

V = Volumen util del hipocloraro en litros

I = Grado de pureza del hipoclorito en %

$$P = \frac{10 * C * V}{I}$$

Solución recomendada para la línea de conducción

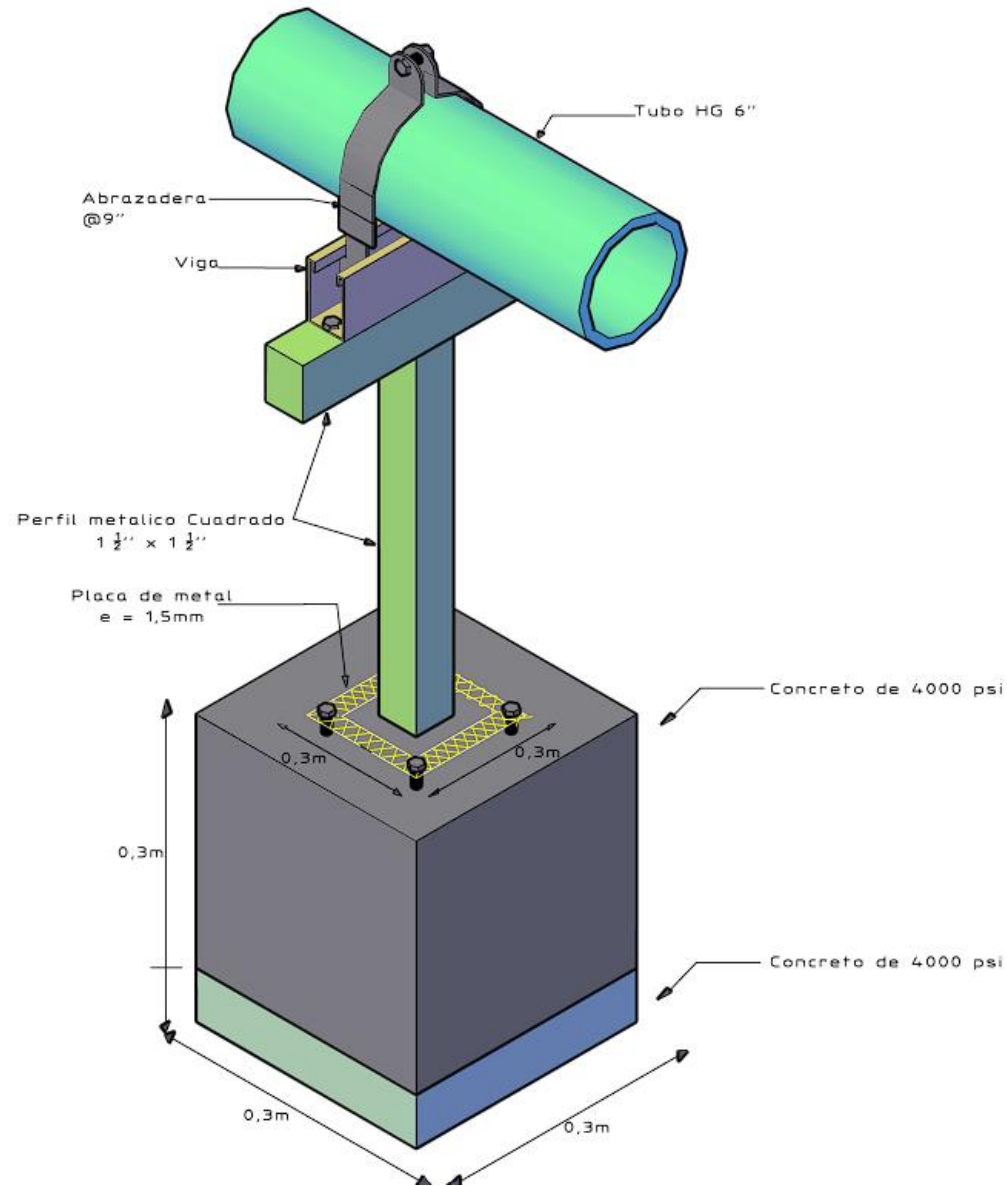


Ilustración 25- Diseño de soporte para tubería.

Fuera de las recomendaciones que se darán para el proyecto, se propone una solución para la línea de conducción esto debido a que es una parte importante para mejorar la línea de conducción del agua potable de lo que es aldea bijao, Se propone ubicar Soportes para la tubería que se encuentra ubicada en la zona del Rio así evitando que se destraben los tubos, los soportes irían cada 10 pies, unos 10 centímetros antes de las soldaduras de unión con los demás tubos. Cuenta con el tubo hg de 6", Una abrazadera de metal, viga para soporte, 2

perfiles metálicos 1 ½" x 1 ½", placa de metal de un espesor de 1.5mm. y la base de concreto de 0.3 x 0.3 m con concreto de 4000 psi para evitar el desgaste de este.

VI. CONCLUSIONES

- 1.) El levantamiento topográfico se conformó con la toma de 369 puntos de los cuales incluye la comunidad del barrio Canahuati, la línea de distribución del tanque hacia la comunidad y el terreno donde se encuentra ubicado el tanque. Se logró determinar el punto más bajo de la zona el cual fue de 21.73 m sobre el nivel del mar y el punto más alto que es de 70.54 m sobre el nivel del mar. Además del punto de elevación del tanque de suministro que está a 140.86 msnm.

- 2.) Considerando las variaciones topográficas del terreno, se llevó a cabo un análisis detallado para determinar la disposición de las tuberías destinadas al suministro de agua potable. El trazado de estas tuberías abarca una longitud total de 1.7 kilómetros, con diámetros específicos de 2 pulgadas y 3 pulgadas.

Este proceso de planificación se enfocó en adaptar la red de tuberías de manera eficiente, teniendo en cuenta las elevaciones del terreno para optimizar el flujo y la distribución del agua potable en la zona.

- 3.) La elección de emplear tuberías de SDR 26 con diámetros de 2 pulgadas y 3 pulgadas ha sido determinante para la implementación del sistema. Estas tuberías se distribuirán estratégicamente desde el nodo 46 hasta el nodo 11 con diámetros de 3 pulgadas, y desde el nodo 10 hasta el nodo 41 con diámetros de 2 pulgadas. Este enfoque meticuloso busca cumplir con las presiones y velocidades máximas establecidas por la normativa de acueductos rurales del SANAA V1.

La elección específica del material, en este caso, SDR 26, se basa en sus propiedades que aseguran durabilidad, resistencia y eficiencia hidráulica. La segmentación de la red en nodos y la asignación de diámetros particulares se realizan con el objetivo de

optimizar el rendimiento del sistema, garantizando que se cumplan los estándares normativos para la operación eficiente y sostenible del acueducto rural.

- 4.) El tanque propuesto de 25,000 galones cumple con los requisitos de almacenamiento de agua según los cálculos y estudios realizados además estar diseñados bajo la normativa del SANAA. Estas capacidades aseguran un suministro confiable y eficiente, en línea con las regulaciones establecidas, garantizando así el cumplimiento de las necesidades de la comunidad.
- 5.) La construcción de un nuevo tanque y el mejoramiento de la red de distribución actual tiene un presupuesto apto para el desarrollo del proyecto de Diseño de red de distribución de agua potable de 2,361,969.32 Lempiras.

VII. RECOMENDACIONES

- 1.) Se hace imperativo llevar a cabo un exhaustivo estudio de la línea de conducción que se extiende desde la fuente de captación hasta el tanque, con el propósito de optimizar la red de distribución en las comunidades. En este contexto, se sugiere considerar detenidamente la posibilidad de incorporar tuberías de acero en aquellos tramos identificados como más propensos a presentar problemas, además de agregar los soportes para las tuberías en los tramos más afectados.
- 2.) Dadas las considerables variaciones en la topografía entre el tanque y la comunidad, es esencial tener en cuenta las velocidades y presiones máximas que pueden generarse, de acuerdo con la normativa de diseño para acueductos rurales V1 del SANAA. Este aspecto reviste una importancia fundamental en la planificación, ya que las elevadas diferencias de altitud entre el tanque y la comunidad pueden influir significativamente en el comportamiento hidráulico del sistema.
- 3.) Se debe obtener un dictamen de los ingenieros a cargo de la ejecución del proyecto sobre el impacto ambiental que va a generarse, esto debido a que en tabla de categorización ambiental SLAS II 2021, no se encuentra un campo para esta.
- 4.) Realizar el ensayo de penetración estándar (SPT) a el suelo donde se ubicará el tanque de almacenamiento propuesto para determinar la capacidad del suelo admisible.
- 5.) Se recomienda realizar un estudio de calidad del agua que llega desde la fuente de captación, esto para proteger a los pobladores del Barrio Canahuati y a la aldea Bijao de posibles enfermedades mediante el agua potable.
- 6.) Ubicar la nueva red de distribución de agua potable debajo de la tierra para evitar conexiones ilícitas por pobladores de la comunidad de Aldea Bijao.

BIBLIOGRAFÍA

- (8) Tesis SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE | eduardo eduardo—
Academia.edu. (s. f.). Recuperado 9 de noviembre de 2023, de
https://www.academia.edu/17750997/Tesis_SISTEMA_DE_ABASTECIMIENTO_DE_AGUA_POTABLE
- Acura, G. (2022, mayo 27). *Tanques superficiales o de almacenamiento en superficie*. Grupo Acura. <https://grupoacura.com/es/blog/tanques-superficiales/>
- Aguas de Choloma. (2012). *Aguas de Choloma*. <https://aguasdecholoma.com/nuestra-empresa/>
- Amanco, A. (2023). *Ficha técnica tubería de agua y drenajes*.
- Borrás, C. (2020, mayo 22). *¿Qué es una válvula y para qué sirve?* - Caloryfrio.com. <https://www.caloryfrio.com/sanitarios/tuberias-accesorios/que-es-una-valvula-y-para-que-sirve.html>
- Bú, J. (1982). *Constitución de la República de Honduras*. https://se.gob.hn/media/files/leyes/LC_BTf7DGE.pdf
- CONASA, C. (2013). *Plan de Capacitación de las Comisiones Municipales de Agua y Saneamiento* (COMAS). <https://www.bing.com/ck/a?!&&p=d49423165a6e2ddaJmltdHM9MTcwMjg1NzYwMCZpZ3VpZD0xOTJlMjIwZi0zNGMzLT4NjctMzFhZS0zMGZjMzVkOTY5NjAmaW5zaWQ9NTI2MA&pfn=3&ver=2&hsh=3&fclid=192e220f-34c3-6867-31ae-30fc35d96960&psq=Que+es+un+tanque+rompecarga&u=a1aHR0cHM6Ly9jb25hc>

2EuaG4vZmlsZXMvMjgvTW9kdWxvcy1kZS1sYXMtQ09NQVMvMTA5L01vZHVsbY1W
LS0tT3BlcmFjaW9uLXktTW9udGVuaW1pZW50by5wZGY&ntb=1

El PVC (Policloruro de Vinilo) | Plásticos CJ. (2015). <https://plasticoscj.com/el-pvc-policloruro-de-vinilo/>

Fernández, A. L., & Casas, J. N. (2016). *PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA POBLACIÓN DE "LOS MOLARES" (SEVILLA).*

File.pdf. (s. f.). Recuperado 8 de noviembre de 2023, de <https://www.sjgd.gob.hn/biblioteca-virtual/sgd/perfiles-municipales/05-cortes-pm/0502/856-0502-cortes-choloma/file>

García, R. P., Sebastián, J. I., Cabrera, D. A., & García, R. P. (2015). *ANALISIS, ESTUDIO Y MEJORAMIENTO DE LA RED DE ABASTECIMIENTOS DE AGUA POTABLE DE LA COMUNIDAD DE TEGUCIGALPITA (CORTÉS, HONDURAS, C.A.).*

Google Earth, G. E. (2023). *Google Earth* [Software]. Google.

I-Ley General del Ambiente. (2005).

Inc, L. A. M. (2021). *Tuberías para agua potable: ¿qué material garantiza la calidad del agua?*
<https://www.flowguard.com/blog-sp/tuberia-para-agua-potable-materiales-calidad-del-agua>

Jose. (2021, junio 7). *CAUDAL (fluidos) | Concepto, características, como se mide.*
<https://como-funciona.co/caudal-fluidos/>

Ley constitutiva SANAA. (s. f.). Recuperado 8 de noviembre de 2023, de https://www.tsc.gob.hn/web/leyes/Ley_constitutiva_SANAA.pdf

Ley general de aguas 2009. (s. f.). Recuperado 8 de noviembre de 2023, de https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam_files/ley-general-de-aguas-2009.pdf

Martínez, B. R. M. (2010). *DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA YOLWITZ DEL MUNICIPIO DE SAN MATEO IXTATÁN, HUEHUETENANGO.*

OMS. (2017). *2100 millones de personas carecen de agua potable en el hogar y más del doble no disponen de saneamiento seguro.* <https://www.who.int/es/news/item/12-07-2017-2-1-billion-people-lack-safe-drinking-water-at-home-more-than-twice-as-many-lack-safe-sanitation>

OPERACION Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO. (2012). https://repositorio.sena.edu.co/sitios/calidad_del_agua/operacion_redes/operacion_redes.html#

ortiz, P. (2020). *Desinfeccion del agua para consumo humano.*

Proyecto de la red de agua potable de la ciudad de Salsipuedes.pdf. (s. f.). Recuperado 30 de noviembre de 2023, de <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/1311/Proyecto%20de%20la%20red%20de%20agua%20potable%20de%20la%20ciudad%20de%20Salsipuedes.pdf;sequence=2>

Redondo, M. A. M. (2019, abril 9). *Conexiones, ¿las grandes olvidadas?* [Text]. iAgua; iAgua. <https://www.iagua.es/blogs/miguel-angel-monge-redondo/conexiones-grandes-olvidadas>

Ruiz, H. (2022). *Perfil Sociodemográfico de Choloma, Cortés.*

Ruiz, P. (2007). *APUNTES SOBRE EL CURSO DE INGENIERÍA SANITARIA 1*.

[https://www.academia.edu/36174492/APUNTES_SOBRE_EL_CURSO_DE_INGENIER%
C3%8DA_SANITARIA_1](https://www.academia.edu/36174492/APUNTES_SOBRE_EL_CURSO_DE_INGENIER%C3%8DA_SANITARIA_1)

Sampieri. (2016, febrero 17). Enfoque cualitativo y cuantitativo, según Hernández Sampieri.

Portafolio académico. [https://portaprodti.wordpress.com/enfoque-cualitativo-y-
cuantitativo-segun-hernandez-sampieri/](https://portaprodti.wordpress.com/enfoque-cualitativo-y-cuantitativo-segun-hernandez-sampieri/)

SANAA, S. (2003). *NORMAS DE DISEÑO PARA ACUEDUCTOS RURALES*.

Systemas de Acueducto. (2021, julio 17). *TÉRMINOS Y DEFINICIONES*.

<https://blog.fibrasynormasdecolombia.com/acueducto/>

Unicef. (2017). <https://uv.unitec.edu/EcologiaBIO202/lectura/S301/3/>

Vargas, A., Reyes, V., & Paz, I. (s. f.). *Publicado en Tegucigalpa, Honduras; noviembre 2022*.

XplorHonduras. (2014, octubre 26). *Municipio de Choloma 0502 | Municipios de Honduras*.

XplorHonduras Honduras. <https://www.xplorhonduras.com/municipio-de-choloma/>

Zelaya, J. (2004). *REGLAMENTO DE LA LEY MARCO DEL SECTOR AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO*.

<file:///C:/Users/Danie/AppData/Local/Microsoft/Windows/INetCache/IE/62C6I3N3/>

[ReglamentoLeyMarcoSectorAguaPotableySaneamiento\[1\].pdf](#)

ANEXOS



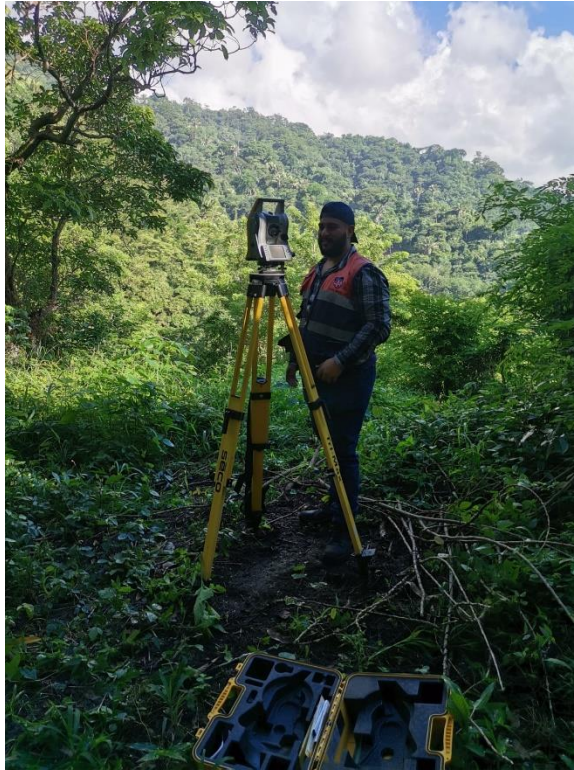
Fuente: (Propia, 2023)

Anexo 1 – Toma de puntos de la comunidad



Anexo 2 – Colocación del equipo topográfico

Fuente: (Propia, 2023)



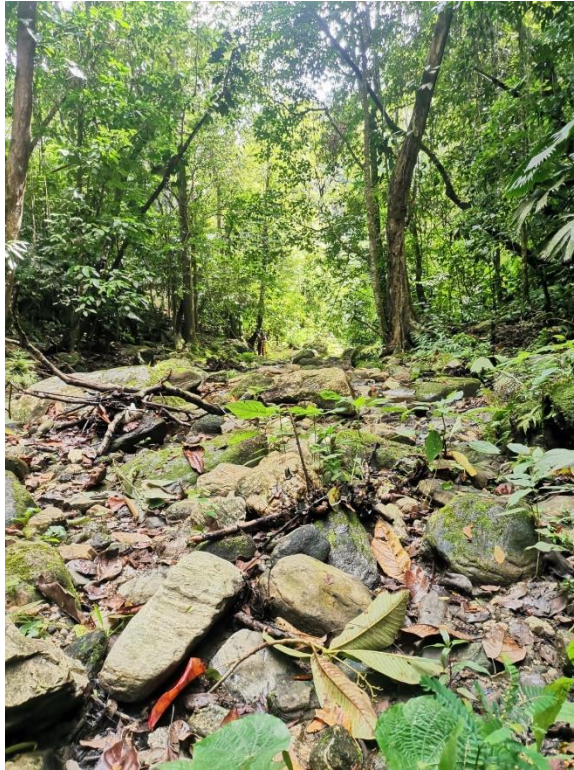
Fuente: (Propia, 2023)

Anexo 3 – Toma de puntos del sitio del tanque propuesto



Fuente: (Propia, 2023)

Anexo 4 – Toma de muestra para estudio de suelos



Fuente: (Propia, 2023)

Anexo 4 – Sitio de la línea de conducción



Fuente: (Propia, 2023)

Anexo 5 – Realización de estudio de suelos



Fuente: (Propia, 2023)

Anexo 6 – Realización de estudio de suelos



Anexo 7 – Tanque existente de la comunidad

Fuente: (Propia, 2023)

Anexo 8 – Fichas de Costo

| | | | | | | | |
|------------|--|--------|---------------------|-------------|------------------------|-----------------------------|---------------------|
| Actividad: | Replanteo final para líneas de redes de agua | | | | | | |
| Fecha: | 15/4/2024 | | | | | | |
| Elaboró: | Angel Caceres, Daniel Enes | | | | | | |
| Aprobó: | | | | | | | |
| Item | 1.01 | Unidad | GLB | Cantidad | 1.00 | Cantidad PCC | |
| ITEM | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANT. / RENDIMIENTO | DESPERDICIO | P.U. (Incluye 16% I&V) | SUBTOTAL | Cantidad Total |
| 1.00 | Materiales | | | | | | |
| 1.01 | | | | | | L. 0.00 | L. 0.00 |
| 1.02 | | | | | | L. 0.00 | L. 0.00 |
| | | | | | | Subtotal Mat | L. 0.00 |
| 2.00 | Mano de Obra | Unidad | Rendimiento | Total Horas | Precio/und | Sub Total | |
| 2.01 | Topografo | Glb | 1.000 | | 15,000.00 | L. 15,000.00 | L. 1.00 |
| | Ayudante | Glb | 1.000 | | 3,000.00 | L. 3,000.00 | L. 1.00 |
| 2.02 | | | | | | | |
| | | | | | | Subtotal M.O. | L. 18,000.00 |
| 3.00 | Herramientas y Equipo | Unidad | Rendimiento | Total/und | Precio/hr | Sub Total | |
| 3.01 | Herramienta menor | % | 10.00% | | L. 18,000.00 | L. 1,800.00 | L. 0.10 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | Subtotal H.E. | L. 1,800.00 |
| | | | | | | Costo Directo Total | L. 19,800.00 |
| | | | | | | % Indirectos | 25.00% |
| | | | | | | Costo Final | L. 24,750.00 |
| | | | | | | Costo Unitario Final | 24,750.00 |

| | | | | | | | |
|------------|------------------------------|---------|---------------------|-------------|------------------------|-----------------------------|-----------------|
| Actividad: | Limpieza general | | | | | | |
| Fecha: | 15/4/2024 | | | | | | |
| Elaboró: | Angel Caceres, Daniel Enes | | | | | | |
| Aprobó: | | | | | | | |
| Item | 1.02 | Unidad | m2 | Cantidad | 1.00 | Cantidad PCC | |
| ITEM | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANT. / RENDIMIENTO | DESPERDICIO | P.U. (Incluye 16% I&V) | SUBTOTAL | Cantidad Total |
| 1.00 | Materiales | | | | | | |
| 1.01 | | | | | | L. 0.00 | L. 0.00 |
| 1.02 | | | | | | L. 0.00 | L. 0.00 |
| | | | | | | Subtotal Mat | L. 0.00 |
| 2.00 | Mano de Obra | Unidad | Rendimiento | Total Horas | Precio/und | Sub Total | |
| 2.01 | Peon | Jornada | 0.010 | | 400.00 | L. 4.00 | L. 13.42 |
| 2.02 | Ayudante | Jornada | 0.010 | | 400.00 | L. 4.00 | L. 13.42 |
| | | | | | | Subtotal M.O. | L. 8.00 |
| 3.00 | Herramientas y Equipo | Unidad | Rendimiento | Total/und | Precio/hr | Sub Total | |
| 3.01 | Herramienta menor | % | 10% | | L. 8.00 | L. 0.80 | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | Subtotal H.E. | L. 0.80 |
| | | | | | | Costo Directo Total | L. 8.80 |
| | | | | | | % Indirectos | 25.00% |
| | | | | | | Costo Final | L. 11.00 |
| | | | | | | Costo Unitario Final | 11.00 |

| | | | | | | | |
|------------|------------------------------------|---------|---------------------|-------------|------------------------|-----------------------------|------------------|
| Actividad: | Demolicion de pavimento hidraulico | | | | | | |
| Fecha: | 15/4/2024 | | | | | | |
| Elaboró: | Angel Caceres, Daniel Enea | | | | | | |
| Aprobó: | | | | | | | |
| Item | 2.01 | Unidad | m2 | Cantidad | 1.00 | Cantidad PCC | |
| ITEM | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANT. / RENDIMIENTO | DESPERDICIO | P.U. (incluye 15% ISV) | SUBTOTAL | Cantidad Total |
| 1.00 | Materiales | | | | | | |
| 1.01 | | | | | | L. 0.00 | L. 0.00 |
| 1.02 | | | | | | L. 0.00 | L. 0.00 |
| | | | | | | Subtotal Mat | L. 0.00 |
| 2.00 | Mano de Obra | Unidad | Rendimiento | Total Horas | Precio/und | Sub Total | |
| 2.01 | Ayudante | Jornada | 0.1000 | | 400.00 | L. 40.00 | L. 97.08 |
| | Peon | Jornada | 0.10 | | 400.00 | L. 40.00 | L. 97.08 |
| 2.02 | | | | | | | |
| | | | | | | Subtotal M.O. | L. 80.00 |
| 3.00 | Herramientas y Equipo | Unidad | Rendimiento | Total/und | Precio/hr | Sub Total | |
| 3.01 | Herramientas menor | % | 0.100 | | L. 80.00 | L. 8.00 | L. 97.08 |
| 3.02 | Compresor | HRA | 0.50 | 0.0500 | L. 1,200.00 | L. 60.00 | L. 485.40 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | Subtotal H.E. | L. 68.00 |
| | | | | | | Costo Directo Total | L. 148.00 |
| | | | | | | % Indirectos | 25.00% |
| | | | | | | Costo Final | L. 185.00 |
| | | | | | | Costo Unitario Final | 185.00 |

| | | | | | | | |
|-----------------------------------|------------------------------|----------|---------------------|-------------|------------------------|-----------------------------|-----------------|
| Excavacion del material del sitio | | | | | | | |
| 15/4/2024 | | | | | | | |
| Angel Caceres, Daniel Enea | | | | | | | |
| | 2.02 | Unidad | m3 | Cantidad | 1.00 | Cantidad PCC | |
| | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANT. / RENDIMIENTO | DESPERDICIO | P.U. (incluye 15% ISV) | SUBTOTAL | Cantidad Total |
| | Materiales | | | | | | |
| | | | | | | L. 0.00 | L. 0.00 |
| | | | | | | L. 0.00 | L. 0.00 |
| | | | | | | Subtotal Mat | L. 0.00 |
| | Mano de Obra | Unidad | Rendimiento | Total Horas | Precio/und | Sub Total | |
| | Capataz | Jornada | 0.0330 | | 800.00 | L. 26.40 | L. 13.29 |
| | Ayudantes | Jornada | 0.01 | | 400.00 | L. 4.00 | L. 4.03 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | Subtotal M.O. | L. 30.40 |
| | Herramientas y Equipo | Unidad | Rendimiento | Total/und | Precio/hr | Sub Total | |
| | Herramientas menor | % | 0.100 | | L. 30.40 | L. 3.04 | L. 40.28 |
| | Volqueta de 10 m3 | m3/Viaje | 0.20 | 0.0200 | L. 1,200.00 | L. 24.00 | L. 80.52 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | Subtotal H.E. | L. 27.04 |
| | | | | | | Costo Directo Total | L. 57.44 |
| | | | | | | % Indirectos | 25.00% |
| | | | | | | Costo Final | L. 71.80 |
| | | | | | | Costo Unitario Final | 71.80 |

| | | | | | | | |
|------------|------------------------------|---------|---------------------|-------------|------------------------|-----------------------------|----------------|
| Actividad: | Excavación para cunetas | | | | | | |
| Fecha: | 15/4/2024 | | | | | | |
| Elaboró: | Angel Caoceres, Daniel Enea | | | | | | |
| Aprobó: | | | | | | | |
| Item | 2.05 | | Unidad | m3 | Cantidad | 1.00 | Cantidad PCC |
| ITEM | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANT. / RENDIMIENTO | DESPERDICIO | P.U. (incluye 15% ISV) | SUBTOTAL | Cantidad Total |
| 1.00 | Materiales | | | | | | |
| 1.01 | | | | | | L. 0.00 | L. 0.00 |
| 1.02 | | | | | | L. 0.00 | L. 0.00 |
| | | | | | | Subtotal Mat | |
| | | | | | | L. 0.00 | |
| 2.00 | Mano de Obra | Unidad | Rendimiento | Total Horas | Precio/und | Sub Total | |
| 2.01 | Capataz | Jornada | 0.033 | | 800.00 | L. 26.40 | L. 17.72 |
| | | | | | | Subtotal M.O. | |
| | | | | | | L. 26.40 | |
| 3.00 | Herramientas y Equipo | Unidad | Rendimiento | Total/und | Precio/hr | Sub Total | |
| 3.01 | Herramienta menor | % | 4.00% | | L. 26.40 | L. 1.08 | L. 21.47 |
| 3.02 | Retroexcavadora | Hra | 0.033 | | L. 1,800.00 | L. 59.40 | L. 17.72 |
| | | | | | | Subtotal H.E. | |
| | | | | | | L. 60.46 | |
| | | | | | | Costo Directo Total | |
| | | | | | | L. 86.86 | |
| | | | | | | % Indirectos | 25.00% |
| | | | | | | Costo Final | |
| | | | | | | L. 108.57 | |
| | | | | | | Costo Unitario Final | |
| | | | | | | 108.57 | |

| | | | | | | | |
|------------|-----------------------------------|---------|---------------------|-------------|------------------------|-----------------------------|----------------|
| Actividad: | Cama de arena fina de río e=0.10m | | | | | | |
| Fecha: | 15/4/2024 | | | | | | |
| Elaboró: | Angel Caoceres, Daniel Enea | | | | | | |
| Aprobó: | | | | | | | |
| Item | 2.06 | | Unidad | m3 | Cantidad | 1.00 | Cantidad PCC |
| ITEM | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANT. / RENDIMIENTO | DESPERDICIO | P.U. (incluye 15% ISV) | SUBTOTAL | Cantidad Total |
| 1.00 | Materiales | | | | | | |
| 1.01 | Arena de río | m3 | 0.03 | 1% | L. 310.00 | L. 7.83 | L. 2.54 |
| | | | | | | Subtotal Mat | |
| | | | | | | L. 7.83 | |
| 2.00 | Mano de Obra | Unidad | Rendimiento | Total Horas | Precio/und | Sub Total | |
| 2.01 | Albañil | Jornada | 1.000 | | 800.00 | L. 800.00 | L. 100.66 |
| | Ayudante | Jornada | 1.000 | | 400.00 | L. 400.00 | L. 100.66 |
| 2.02 | | | | | | | |
| | | | | | | Subtotal M.O. | |
| | | | | | | L. 1,200.00 | |
| 3.00 | Herramientas y Equipo | Unidad | Rendimiento | Total/und | Precio/hr | Sub Total | |
| 3.01 | Herramienta menor | % | 10.00% | | L. 1,200.00 | L. 120.00 | L. 10.07 |
| | | | | | | Subtotal H.E. | |
| | | | | | | L. 120.00 | |
| | | | | | | Costo Directo Total | |
| | | | | | | L. 1,327.83 | |
| | | | | | | % Indirectos | 25.00% |
| | | | | | | Costo Final | |
| | | | | | | L. 1,659.78 | |
| | | | | | | Costo Unitario Final | |
| | | | | | | 1,659.78 | |

| | | | | | | | |
|------------|--|---------|---------------------|-------------|------------------------|-----------------------------|-----------------|
| Actividad: | Tubería de PVC 2"x 20'(50mm) 160psi (1.1MPa) SDR 26 Amanco wavin | | | | | | |
| Fecha: | 15/4/2024 | | | | | | |
| Elaboró: | Angel Caceres, Daniel Enea | | | | | | |
| Aprobó: | | | | | | | |
| Item | 3.01 | | Unidad | ml | Cantidad | 1.00 | Cantidad PCC |
| ITEM | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANT. / RENDIMIENTO | DESPERDICIO | P.U. (incluye 15% ISV) | SUBTOTAL | Cantidad Total |
| 1.00 | Materiales | | | | | | |
| 1.01 | Tubería de PVC 2"x 20'(50mm) 160psi (1.1MPa) SDR 26 Amanco | Lance | 0.17 | 1% | L. 230.00 | L. 38.79 | L. 164.41 |
| 1.02 | Pegamento PVC Tangit 52107 1/16 (240 | Galon | 0.00 | 1% | L. 315.00 | L. 0.32 | L. 0.98 |
| 1.03 | Lija No. 28 | Unidad | 0.01 | 1% | L. 15.00 | L. 0.08 | L. 4.92 |
| | | | | | | Subtotal Mat | L. 39.19 |
| 2.00 | Mano de Obra | Unidad | Rendimiento | Total Horas | Precio/und | Sub Total | |
| 2.01 | Fontanero | Jornada | 0.022 | | 600.00 | L. 13.20 | L. 21.44 |
| 2.02 | Ayudante | Jornada | 0.021 | | 300.00 | L. 6.30 | L. 20.47 |
| | | | | | | Subtotal M.O. | L. 19.50 |
| 3.00 | Herramientas y Equipo | Unidad | Rendimiento | Total/und | Precio/hr | Sub Total | |
| 3.01 | Herramienta menor | % | 2.00% | | L. 19.50 | L. 0.39 | L. 19.50 |
| | | | | | | Subtotal H.E. | L. 0.39 |
| | | | | | | Costo Directo Total | L. 59.08 |
| | | | | | | % Indirectos | 25.00% |
| | | | | | | Costo Final | L. 73.85 |
| | | | | | | Costo Unitario Final | 73.85 |

| | | | | | | | |
|------------|--|---------|---------------------|-------------|------------------------|-----------------------------|------------------|
| Actividad: | Tubería de PVC 3"x20' (77mm) 160psi (1.1MPa) SDR 26 Amanco wavin | | | | | | |
| Fecha: | 15/4/2024 | | | | | | |
| Elaboró: | Angel Caceres, Daniel Enea | | | | | | |
| Aprobó: | | | | | | | |
| Item | 3.02 | | Unidad | ml | Cantidad | 1.00 | Cantidad PCC |
| ITEM | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANT. / RENDIMIENTO | DESPERDICIO | P.U. (incluye 15% ISV) | SUBTOTAL | Cantidad Total |
| 1.00 | Materiales | | | | | | |
| 1.01 | Tubería de PVC 3"x20' (77mm) 160psi (1.1MPa) SDR 26 Amanco | Lance | 0.167 | 1% | L. 550.00 | L. 92.77 | L. 164.41 |
| 1.02 | Pegamento | Galon | 0.00 | 1% | L. 315.00 | L. 0.32 | L. 0.98 |
| 1.03 | Lija No. 28 | Unidad | 1.00 | 0% | L. 15.00 | L. 15.00 | L. 974.81 |
| | | | | | | Subtotal Mat | L. 108.09 |
| 2.00 | Mano de Obra | Unidad | Rendimiento | Total Horas | Precio/und | Sub Total | |
| 2.01 | Fontanero | Jornada | 0.024 | | 600.00 | L. 14.40 | L. 23.39 |
| 2.02 | Ayudante | Jornada | 0.024 | | 300.00 | L. 7.20 | L. 23.39 |
| | | | | | | Subtotal M.O. | L. 21.60 |
| 3.00 | Herramientas y Equipo | Unidad | Rendimiento | Total/und | Precio/hr | Sub Total | |
| 3.01 | Herramienta menor | % | 2.00% | | L. 21.60 | L. 0.43 | L. 19.50 |
| | | | | | | Subtotal H.E. | L. 0.43 |
| | | | | | | Costo Directo Total | L. 130.12 |
| | | | | | | % Indirectos | 25.00% |
| | | | | | | Costo Final | L. 162.65 |
| | | | | | | Costo Unitario Final | 162.65 |

| | | | | | | | |
|------------|--|---------|---------------------|-------------|------------------------|-----------------------------|-----------------|
| Actividad: | Tubería de PVC 1/2" (13mm) 315psi (2.2MPa) SDR 13.5 Amanco wavin | | | | | | |
| Fecha: | 15/4/2024 | | | | | | |
| Elaboró: | Angel Caceres, Daniel Enea | | | | | | |
| Aprobó: | | | | | | | |
| Item | 3.03 | Unidad | ml | Cantidad | 1.00 | Cantidad PCC | |
| ITEM | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANT. / RENDIMIENTO | DESPERDICIO | P.U. (incluye 15% ISV) | SUBTOTAL | Cantidad Total |
| 1.00 | Materiales | | | | | | |
| 1.01 | Tubería de PVC 1/2" (13mm) 315psi (2.2MPa) SDR 13.5 Amanco wavin | Lance | 0.167 | 1% | L. 180.00 | L. 30.36 | L. 215.05 |
| 1.02 | Pegamento | Galon | 0.001 | 1% | L. 350.00 | L. 0.35 | L. 1.29 |
| 1.03 | Lija No. 28 | Unidad | 0.005 | 1% | L. 15.00 | L. 0.08 | L. 6.44 |
| | | | | | | Subtotal Mat | L. 30.79 |
| 2.00 | Mano de Obra | Unidad | Rendimiento | Total Horas | Precio/und | Sub Total | |
| 2.01 | Fontanero | Jornada | 0.014 | | 600.00 | L. 8.40 | L. 17.85 |
| 2.02 | Ayudante | Jornada | 0.014 | | 300.00 | L. 4.20 | L. 17.85 |
| | | | | | | Subtotal M.O. | L. 12.60 |
| 3.00 | Herramientas y Equipo | Unidad | Rendimiento | Total/und | Precio/hr | Sub Total | |
| 3.01 | Herramienta menor | % | 10.00% | | L. 12.60 | L. 1.26 | L. 127.50 |
| | | | | | | Subtotal H.E. | L. 1.26 |
| | | | | | | Costo Directo Total | L. 44.65 |
| | | | | | | % Indirectos | 25.00% |
| | | | | | | Costo Final | L. 55.81 |
| | | | | | | Costo Unitario Final | 55.81 |

| | | | | | | | |
|------------|--|---------|---------------------|-------------|------------------------|-----------------------------|--------------------|
| Actividad: | Sistema de entrada hacia lotes (Incluye Valvula de control de 1/2" y contador) | | | | | | |
| Fecha: | 16/4/2024 | | | | | | |
| Elaboró: | Angel Caceres, Daniel Enea | | | | | | |
| Aprobó: | | | | | | | |
| Item | 3.04 | Unidad | unidad | Cantidad | 1.00 | Cantidad PCC | 255.00 |
| ITEM | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANT. / RENDIMIENTO | DESPERDICIO | P.U. (incluye 15% ISV) | SUBTOTAL | Cantidad Total |
| 1.00 | Materiales | | | | | | |
| 1.01 | Valvula Balin El Castor 1/2 de Manecilla Roja | Lance | 1.000 | 1% | L. 125.00 | L. 126.25 | L. 257.55 |
| 1.02 | Pegamento | Galon | 0.001 | 1% | L. 350.00 | L. 0.35 | L. 0.28 |
| 1.03 | Lija No. 28 | Unidad | 0.005 | 1% | L. 15.00 | L. 0.08 | L. 1.29 |
| 1.04 | Contador Larach y Cia. 1/2 plg con Terminales (Calibrado Por Sanaa) para Agua | unidad | 1 | 1% | L. 840.00 | L. 848.40 | L. 257.55 |
| 1.05 | Union Hg Universal 1/2-plg | unidad | 1 | 1% | L. 91.00 | L. 91.91 | L. 257.55 |
| 1.06 | Caja domiciliaria prefabricada (Duraor | unidad | 1 | 0.01 | L. 450.00 | L. 454.50 | L. 257.55 |
| | | | | | | Subtotal Mat | L. 1,521.49 |
| 2.00 | Mano de Obra | Unidad | Rendimiento | Total Horas | Precio/und | Sub Total | |
| 2.01 | Fontanero | Jornada | 0.004 | | 600.00 | L. 2.35 | L. 1.00 |
| 2.02 | Ayudante | Jornada | 0.004 | | 300.00 | L. 1.18 | L. 1.00 |
| | | | | | | Subtotal M.O. | L. 3.53 |
| 3.00 | Herramientas y Equipo | Unidad | Rendimiento | Total/und | Precio/hr | Sub Total | |
| 3.01 | Herramienta menor | % | 2.00% | | L. 3.53 | L. 0.07 | L. 5.10 |
| | | | | | | Subtotal H.E. | L. 0.07 |
| | | | | | | Costo Directo Total | L. 1,525.09 |
| | | | | | | % Indirectos | 25.00% |
| | | | | | | Costo Final | L. 1,906.36 |
| | | | | | | Costo Unitario Final | 1,906.36 |

| | | | | | | | |
|------------|--|--------|---------------------|-------------|------------------------|-----------------------------|------------------|
| Actividad: | Codo 45° PVC 3"(75mm) Liso, ASTM D-2466 SCH-40 Wavin | | | | | | |
| Fecha: | 15/4/2024 | | | | | | |
| Elaboró: | Angel Caceres, Daniel Enea | | | | | | |
| Aprobó: | | | | | | | |
| Item | 4.01 | Unidad | unidad | Cantidad | 1.00 | Cantidad PCC | |
| ITEM | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANT. / RENDIMIENTO | DESPERDICIO | P.U. (incluye 15% ISV) | SUBTOTAL | Cantidad Total |
| 1.00 | Materiales | | | | | | |
| 1.01 | Codo 45° PVC 3"(75mm) Liso, ASTM D-2466 SCH-40 Wavin | Unidad | 1.00 | 1% | L. 105.00 | L. 106.05 | L. 3.03 |
| 1.02 | Pegamento | Galon | 0.001 | 1% | L. 350.00 | L. 0.35 | L. 0.00 |
| 1.03 | Lija No. 28 | Unidad | 0.005 | 1% | L. 15.00 | L. 0.08 | L. 0.02 |
| | | | | | | Subtotal Mat | L. 106.48 |
| 2.00 | Mano de Obra | Unidad | Rendimiento | Total Horas | Precio/und | Sub Total | |
| 2.01 | Fontanero | unidad | 1.000 | | 75.00 | L. 75.00 | L. 3.00 |
| | | | | | | Subtotal M.O. | L. 75.00 |
| 3.00 | Herramientas y Equipo | Unidad | Rendimiento | Total/und | Precio/hr | Sub Total | |
| 3.01 | Herramienta menor | % | 5.00% | | L. 75.00 | L. 3.75 | L. 0.15 |
| | | | | | | Subtotal H.E. | L. 3.75 |
| | | | | | | Costo Directo Total | L. 185.23 |
| | | | | | | % Indirectos | 25.00% |
| | | | | | | Costo Final | L. 231.54 |
| | | | | | | Costo Unitario Final | 231.54 |

| | | | | | | | |
|------------|---|--------|---------------------|-------------|------------------------|-----------------------------|-----------------|
| Actividad: | Codo 45° PVC, 2"(50mm) Liso, SCH-40 Wavin | | | | | | |
| Fecha: | 15/4/2024 | | | | | | |
| Elaboró: | Angel Caceres, Daniel Enea | | | | | | |
| Aprobó: | | | | | | | |
| Item | 4.02 | Unidad | unidad | Cantidad | 1.00 | Cantidad PCC | |
| ITEM | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANT. / RENDIMIENTO | DESPERDICIO | P.U. (incluye 15% ISV) | SUBTOTAL | Cantidad Total |
| 1.00 | Materiales | | | | | | |
| 1.01 | Codo 45° PVC, 2"(50mm) Liso, SCH-40 Wavin | Unidad | 1.00 | 1% | L. 30.50 | L. 30.81 | L. 6.06 |
| 1.02 | Pegamento | Galon | 0.001 | 1% | L. 350.00 | L. 0.35 | L. 0.01 |
| 1.03 | Lija No. 28 | Unidad | 0.005 | 1% | L. 15.00 | L. 0.08 | L. 0.03 |
| | | | | | | Subtotal Mat | L. 30.81 |
| 2.00 | Mano de Obra | Unidad | Rendimiento | Total Horas | Precio/und | Sub Total | |
| 2.01 | Fontanero | unidad | 1.000 | | 23.00 | L. 23.00 | L. 6.00 |
| | | | | | | Subtotal M.O. | L. 23.00 |
| 3.00 | Herramientas y Equipo | Unidad | Rendimiento | Total/und | Precio/hr | Sub Total | |
| 3.01 | Herramienta menor | % | 5.00% | | L. 23.00 | L. 1.15 | L. 0.30 |
| | | | | | | Subtotal H.E. | L. 1.15 |
| | | | | | | Costo Directo Total | L. 54.96 |
| | | | | | | % Indirectos | 25.00% |
| | | | | | | Costo Final | L. 68.69 |
| | | | | | | Costo Unitario Final | 68.69 |

Actividad: Codo 90° PVC 3"(75mm) Liso, ASTM D-2468 SCH-40 Wavin
 Fecha: 15/4/2024
 Elaboró: Angel Caoceres, Daniel Enea
 Aprobó:

| Item | 4.03 | Unidad | unidad | Cantidad | 1.00 | Cantidad PCC | |
|------|--|--------|---------------------|-------------|------------------------|-----------------------------|------------------|
| ITEM | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANT. / RENDIMIENTO | DESPERDICIO | P.U. (incluye 15% ISV) | SUBTOTAL | Cantidad Total |
| 1.00 | Materiales | | | | | | |
| 1.01 | Codo 90° PVC 3"(75mm) Liso, ASTM D-2468 SCH-40 Wavin | unidad | 1.00 | 1% | L. 93.00 | L. 93.93 | L. 2.02 |
| 1.02 | Pegamento | Galón | 0.001 | 1% | L. 350.00 | L. 0.35 | L. 0.00 |
| 1.03 | Lija No. 28 | Unidad | 0.005 | 1% | L. 15.00 | L. 0.08 | L. 0.01 |
| | | | | | | Subtotal Mat | L. 93.93 |
| 2.00 | Mano de Obra | Unidad | Rendimiento | Total Horas | Precio/und | Sub Total | |
| 2.01 | Fontanero | unidad | 1.000 | | 75.00 | L. 75.00 | L. 2.00 |
| | | | | | | Subtotal M.O. | L. 75.00 |
| 3.00 | Herramientas y Equipo | Unidad | Rendimiento | Total/und | Precio/hr | Sub Total | |
| 3.01 | Herramienta menor | % | 5.00% | | L. 75.00 | L. 3.75 | L. 0.10 |
| | | | | | | Subtotal H.E. | L. 3.75 |
| | | | | | | Costo Directo Total | L. 172.68 |
| | | | | | | % Indirectos | 25.00% |
| | | | | | | Costo Final | L. 215.85 |
| | | | | | | Costo Unitario Final | 215.85 |

Actividad: Codo 90° PVC 2" (50mm) Liso, SCH 40 Wavin
 Fecha: 15/4/2024
 Elaboró: Angel Caoceres, Daniel Enea
 Aprobó:

| Item | 4.04 | Unidad | unidad | Cantidad | 1.00 | Cantidad PCC | |
|------|---|--------|---------------------|-------------|------------------------|-----------------------------|-----------------|
| ITEM | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANT. / RENDIMIENTO | DESPERDICIO | P.U. (incluye 15% ISV) | SUBTOTAL | Cantidad Total |
| 1.00 | Materiales | | | | | | |
| 1.01 | Codo 90° PVC 2" (50mm) Liso, SCH 40 Wavin | UNIDAD | 1.00 | 1% | L. 32.00 | L. 32.32 | L. 2.02 |
| 1.02 | Pegamento | Galón | 0.001 | 1% | L. 350.00 | L. 0.35 | L. 0.00 |
| 1.03 | Lija No. 28 | Unidad | 0.005 | 1% | L. 15.00 | L. 0.08 | L. 0.01 |
| | | | | | | Subtotal Mat | L. 32.32 |
| 2.00 | Mano de Obra | Unidad | Rendimiento | Total Horas | Precio/und | Sub Total | |
| 2.01 | Fontanero | unidad | 1.000 | | 25.00 | L. 25.00 | L. 2.00 |
| | | | | | | Subtotal M.O. | L. 25.00 |
| 3.00 | Herramientas y Equipo | Unidad | Rendimiento | Total/und | Precio/hr | Sub Total | |
| 3.01 | Herramienta menor | % | 5.00% | | L. 25.00 | L. 1.25 | L. 0.10 |
| | | | | | | Subtotal H.E. | L. 1.25 |
| | | | | | | Costo Directo Total | L. 58.57 |
| | | | | | | % Indirectos | 25.00% |
| | | | | | | Costo Final | L. 73.21 |
| | | | | | | Costo Unitario Final | 73.21 |

| Actividad: | TEE PVC 3" (75mm), Liso, ASTM D-2466 SCH-40 Wavin | | | | | | |
|------------|---|--------|---------------------|-------------|------------------------|-----------------------------|------------------|
| Fecha: | 15/4/2024 | | | | | | |
| Elaboró: | Angel Caoceres, Daniel Enea | | | | | | |
| Aprobó: | | | | | | | |
| Item | 4.05 | Unidad | unidad | Cantidad | 1.00 | Cantidad PCC | |
| ITEM | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANT. / RENDIMIENTO | DESPERDICIO | P.U. (incluye 15% ISV) | SUBTOTAL | Cantidad Total |
| 1.00 | Materiales | | | | | | |
| 1.01 | TEE PVC 3" (75mm), Liso, ASTM D-2466 SCH-40 Wavin | unidad | 1.00 | 1% | L. 145.00 | L. 146.45 | L. 5.05 |
| 1.02 | Pegamento | Galon | 0.001 | 1% | L. 350.00 | L. 0.35 | L. 0.01 |
| 1.03 | Lija No. 28 | Unidad | 0.005 | 1% | L. 15.00 | L. 0.08 | L. 0.03 |
| | | | | | | Subtotal Mat | L. 146.45 |
| 2.00 | Mano de Obra | Unidad | Rendimiento | Total Horas | Precio/und | Sub Total | |
| 2.01 | Fontanero | unidad | 1.000 | | 100.00 | L. 100.00 | L. 5.00 |
| | | | | | | Subtotal M.O. | L. 100.00 |
| 3.00 | Herramientas y Equipo | Unidad | Rendimiento | Total/und | Precio/hr | Sub Total | |
| 3.01 | Herramienta menor | % | 5.00% | | L. 100.00 | L. 5.00 | L. 0.25 |
| | | | | | | Subtotal H.E. | L. 5.00 |
| | | | | | | Costo Directo Total | L. 251.45 |
| | | | | | | % Indirectos | 25.00% |
| | | | | | | Costo Final | L. 314.31 |
| | | | | | | Costo Unitario Final | 314.31 |

| Actividad: | TEE PVC 2" (50mm), Liso, ASTM D-2466 SCH-40 Wavin | | | | | | |
|------------|---|--------|---------------------|-------------|------------------------|-----------------------------|-----------------|
| Fecha: | 15/4/2024 | | | | | | |
| Elaboró: | Angel Caoceres, Daniel Enea | | | | | | |
| Aprobó: | | | | | | | |
| Item | 4.05 | Unidad | unidad | Cantidad | 1.00 | Cantidad PCC | |
| ITEM | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANT. / RENDIMIENTO | DESPERDICIO | P.U. (incluye 15% ISV) | SUBTOTAL | Cantidad Total |
| 1.00 | Materiales | | | | | | |
| 1.01 | TEE PVC 2" (50mm), Liso, ASTM D-2466 SCH-40 Wavin | UNIDAD | 1.00 | 1% | L. 40.50 | L. 40.91 | L. 5.05 |
| 1.02 | Pegamento | Galon | 0.001 | 1% | L. 350.00 | L. 0.35 | L. 0.01 |
| 1.03 | Lija No. 28 | Unidad | 0.005 | 1% | L. 15.00 | L. 0.08 | L. 0.03 |
| | | | | | | Subtotal Mat | L. 40.91 |
| 2.00 | Mano de Obra | Unidad | Rendimiento | Total Horas | Precio/und | Sub Total | |
| 2.01 | Fontanero | unidad | 1.000 | | 35.36 | L. 35.36 | L. 5.00 |
| | | | | | | Subtotal M.O. | L. 35.36 |
| 3.00 | Herramientas y Equipo | Unidad | Rendimiento | Total/und | Precio/hr | Sub Total | |
| 3.01 | Herramienta menor | % | 5.00% | | L. 35.36 | L. 1.77 | L. 0.25 |
| | | | | | | Subtotal H.E. | L. 1.77 |
| | | | | | | Costo Directo Total | L. 78.03 |
| | | | | | | % Indirectos | 25.00% |
| | | | | | | Costo Final | L. 97.54 |
| | | | | | | Costo Unitario Final | 97.54 |

| | | | | | | | |
|------------|---|--------|---------------------|-------------|------------------------|-----------------------------|-----------------|
| Actividad: | TEE PVC 2" (50mm), Liso, ASTM D-2466 SCH-40 Wavin | | | | | | |
| Fecha: | 15/4/2024 | | | | | | |
| Elaboró: | Angel Caoceres, Daniel Enea | | | | | | |
| Aprobó: | | | | | | | |
| Item | 4.05 | | Unidad | unidad | Cantidad | 1.00 | Cantidad PCC |
| ITEM | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANT. / RENDIMIENTO | DESPERDICIO | P.U. (incluye 15% ISV) | SUBTOTAL | Cantidad Tota |
| 1.00 | Materiales | | | | | | |
| | TEE PVC 2" (50mm), Liso, ASTM D-2466 SCH-40 Wavin | UNIDAD | 1.00 | 1% | L. 40.50 | L. 40.91 | L. 5.05 |
| 1.02 | Pegamento | Galon | 0.001 | 1% | L. 350.00 | L. 0.35 | L. 0.01 |
| 1.03 | Lija No. 28 | Unidad | 0.005 | 1% | L. 15.00 | L. 0.08 | L. 0.03 |
| | | | | | | Subtotal Mat | L. 40.91 |
| 2.00 | Mano de Obra | Unidad | Rendimiento | Total Horas | Precio/und | Sub Total | |
| 2.01 | Fontanero | unidad | 1.000 | | 35.36 | L. 35.36 | L. 5.00 |
| | | | | | | Subtotal M.O. | L. 35.36 |
| 3.00 | Herramientas y Equipo | Unidad | Rendimiento | Total/und | Precio/hr | Sub Total | |
| 3.01 | Herramienta menor | % | 5.00% | | L. 35.36 | L. 1.77 | L. 0.25 |
| | | | | | | Subtotal H.E. | L. 1.77 |
| | | | | | | Costo Directo Total | L. 78.03 |
| | | | | | | % Indirectos | 25.00% |
| | | | | | | Costo Final | L. 97.54 |
| | | | | | | Costo Unitario Final | 97.54 |

| | | | | | | | |
|------------|--|--------|---------------------|-------------|------------------------|-----------------------------|------------------|
| Actividad: | Reductor PVC 3"x2" (75mmx50mm) Liso SCH-40 Wavin | | | | | | |
| Fecha: | 15/4/2024 | | | | | | |
| Elaboró: | Angel Caoceres, Daniel Enea | | | | | | |
| Aprobó: | | | | | | | |
| Item | 4.05 | | Unidad | unidad | Cantidad | 1.00 | Cantidad PCC |
| ITEM | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANT. / RENDIMIENTO | DESPERDICIO | P.U. (incluye 15% ISV) | SUBTOTAL | Cantidad Tota |
| 1.00 | Materiales | | | | | | |
| | Reductor PVC 3"x2" (75mmx50mm) Liso SCH-40 Wavin | unidad | 1.00 | 1% | L. 54.00 | L. 54.54 | L. 5.05 |
| 1.02 | Pegamento | Galon | 0.001 | 1% | L. 350.00 | L. 0.35 | L. 0.01 |
| 1.03 | Lija No. 28 | Unidad | 0.005 | 1% | L. 15.00 | L. 0.08 | L. 0.03 |
| | | | | | | Subtotal Mat | L. 54.54 |
| 2.00 | Mano de Obra | Unidad | Rendimiento | Total Horas | Precio/und | Sub Total | |
| 2.01 | Fontanero | unidad | 1.000 | | 47.56 | L. 47.56 | L. 5.00 |
| | | | | | | Subtotal M.O. | L. 47.56 |
| 3.00 | Herramientas y Equipo | Unidad | Rendimiento | Total/und | Precio/hr | Sub Total | |
| 3.01 | Herramienta menor | % | 5.00% | | L. 47.56 | L. 2.38 | L. 0.25 |
| | | | | | | Subtotal H.E. | L. 2.38 |
| | | | | | | Costo Directo Total | L. 104.48 |
| | | | | | | % Indirectos | 25.00% |
| | | | | | | Costo Final | L. 130.60 |
| | | | | | | Costo Unitario Final | 130.60 |

Actividad: Cruz PVC 2" (50mm) Liso SCH-40 Wavin
 Fecha: 15/4/2024
 Elaboró: Angel Caoceres, Daniel Enea
 Aprobó:

| Item | 4.08 | Unidad | unidad | Cantidad | 1.00 | Cantidad PCC | |
|------|--------------------------------|--------|---------------------|-------------|------------------------|-----------------------------|------------------|
| ITEM | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANT. / RENDIMIENTO | DESPERDICIO | P.U. (incluye 15% ISV) | SUBTOTAL | Cantidad Total |
| 1.00 | Materiales | | | | | | |
| 1.01 | Cruz PVC 2" (50mm) Liso SCH-40 | unidad | 1.00 | 1% | L. 250.00 | L. 252.50 | L. 5.05 |
| 1.02 | Pegamento | Galon | 0.001 | 1% | L. 350.00 | L. 0.35 | L. 0.01 |
| 1.03 | Lija No. 28 | Unidad | 0.005 | 1% | L. 15.00 | L. 0.08 | L. 0.03 |
| | | | | | | Subtotal Mat | L. 252.50 |
| 2.00 | Mano de Obra | Unidad | Rendimiento | Total Horas | Precio/und | Sub Total | |
| 2.01 | Fontanero | unidad | 1.000 | | 110.23 | L. 110.23 | L. 5.00 |
| | | | | | | Subtotal M.O. | L. 110.23 |
| 3.00 | Herramientas y Equipo | Unidad | Rendimiento | Total/und | Precio/hr | Sub Total | |
| 3.01 | Herramienta menor | % | 5.00% | | L. 110.23 | L. 5.51 | L. 0.25 |
| | | | | | | Subtotal H.E. | L. 5.51 |
| | | | | | | Costo Directo Total | L. 368.24 |
| | | | | | | % Indirectos | 25.00% |
| | | | | | | Costo Final | L. 460.30 |
| | | | | | | Costo Unitario Final | 460.30 |

Actividad: YEE PVC 2" (50mm) Liso SCH-40 wavin
 Fecha: 15/4/2024
 Elaboró: Angel Caoceres, Daniel Enea
 Aprobó:

| Item | 4.09 | Unidad | unidad | Cantidad | 1.00 | Cantidad PCC | |
|------|-------------------------------|--------|---------------------|-------------|------------------------|-----------------------------|-----------------|
| ITEM | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANT. / RENDIMIENTO | DESPERDICIO | P.U. (incluye 15% ISV) | SUBTOTAL | Cantidad Total |
| 1.00 | Materiales | | | | | | |
| 1.01 | YEE PVC 2" (50mm) Liso SCH-40 | unidad | 1.00 | 1% | L. 31.00 | L. 31.31 | L. 5.05 |
| 1.02 | Pegamento | Galon | 0.001 | 1% | L. 350.00 | L. 0.35 | L. 0.01 |
| 1.03 | Lija No. 28 | Unidad | 0.005 | 1% | L. 15.00 | L. 0.08 | L. 0.03 |
| | | | | | | Subtotal Mat | L. 31.31 |
| 2.00 | Mano de Obra | Unidad | Rendimiento | Total Horas | Precio/und | Sub Total | |
| 2.01 | Fontanero | unidad | 1.000 | | 25.42 | L. 25.42 | L. 5.00 |
| | | | | | | Subtotal M.O. | L. 25.42 |
| 3.00 | Herramientas y Equipo | Unidad | Rendimiento | Total/und | Precio/hr | Sub Total | |
| 3.01 | Herramienta menor | % | 5.00% | | L. 25.42 | L. 1.27 | L. 0.25 |
| | | | | | | Subtotal H.E. | L. 1.27 |
| | | | | | | Costo Directo Total | L. 58.00 |
| | | | | | | % Indirectos | 25.00% |
| | | | | | | Costo Final | L. 72.50 |
| | | | | | | Costo Unitario Final | 72.50 |

Actividad: Valvula de control Balin Vienna 116 El castor 3" de bola
 Fecha: 16/4/2024
 Elaboró: Angel Caceres, Daniel Enea
 Aprobó:

| Item | 5.01 | Unidad | unidad | Cantidad | 1.00 | Cantidad PCC | |
|------|--|---------|---------------------|-------------|------------------------|-----------------------------|--------------------|
| ITEM | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANT. / RENDIMIENTO | DESPERDICIO | P.U. (incluye 15% ISV) | SUBTOTAL | Cantidad Total |
| 1.00 | Materiales | | | | | | |
| 1.01 | Pegamento para PVC | GLN | 0.001 | 1% | L. 350.00 | L. 0.35 | L. 0.00 |
| 1.02 | Valvula de compuerta de bronce de 3" | Und | 1.000 | 1% | L. 3,750.00 | L. 3,787.50 | L. 3.03 |
| 1.03 | Adaptador macho de PVC de 3" | Und | 2.00 | 1% | L. 53.00 | L. 107.06 | L. 6.06 |
| 1.04 | Lija de agua No. 28 | Und | 0.01 | 1% | L. 15.00 | L. 0.08 | L. 0.02 |
| 1.05 | Union universal | Und | 1.00 | 1% | L. 17.32 | L. 17.49 | L. 3.03 |
| 1.06 | Adaptador hembra de PVC de 3" | Und | 2.00 | 1% | L. 59.00 | L. 119.18 | L. 6.06 |
| 1.07 | Niples | Und | 3.00 | 1% | L. 31.38 | L. 95.08 | L. 9.09 |
| 1.08 | Caja de registro prefabricada (Duraocreto) | Und | 1.00 | 1% | L. 1,590.00 | L. 1,605.90 | L. 3.03 |
| | | | | | | Subtotal Mat | L. 5,732.64 |
| 2.00 | Mano de Obra | Unidad | Rendimiento | Total Horas | Precio/und | Sub Total | |
| 2.01 | Fontanero | Jornada | 0.333 | | L. 600.00 | L. 200.00 | L. 1.00 |
| 2.02 | Ayudante | Jornada | 0.333 | | L. 300.00 | L. 100.00 | L. 1.00 |
| | | | | | | Subtotal M.O. | L. 300.00 |
| 3.00 | Herramientas y Equipo | Unidad | Rendimiento | Total/und | Precio/hr | Sub Total | |
| 3.01 | Herramienta menor | % | 4.00% | | L. 300.00 | L. 12.00 | L. 0.12 |
| | | | | | | Subtotal H.E. | L. 12.00 |
| | | | | | | Costo Directo Total | L. 6,044.64 |
| | | | | | | % Indirectos | 25.00% |
| | | | | | | Costo Final | L. 7,555.81 |
| | | | | | | Costo Unitario Final | 7,555.81 |

Actividad: Valvula de control Balin Vienna 111 El castor 2" de bola
 Fecha: 16/4/2024
 Elaboró: Angel Caceres, Daniel Enea
 Aprobó:

| Item | 5.02 | Unidad | unidad | Cantidad | 1.00 | Cantidad PCC | |
|------|--|---------|---------------------|-------------|------------------------|-----------------------------|--------------------|
| ITEM | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANT. / RENDIMIENTO | DESPERDICIO | P.U. (incluye 15% ISV) | SUBTOTAL | Cantidad Total |
| 1.00 | Materiales | | | | | | |
| 1.01 | Pegamento para PVC | GLN | 0.00 | 1.05% | L. 350.00 | L. 0.18 | L. 0.00 |
| 1.02 | Valvula de compuerta de bronce de 2" | Und | 1.00 | 1% | L. 990.00 | L. 999.90 | L. 1.01 |
| 1.03 | Camisa de HG de 2" | Und | 2.00 | 1% | L. 105.00 | L. 212.10 | L. 2.02 |
| 1.04 | Caja de registro prefabricada (Duraocreto) | und | 1.00 | 1% | L. 1,590.00 | L. 1,605.90 | L. 1.01 |
| 1.05 | Union universal | Und | 1.00 | 1% | L. 17.32 | L. 17.49 | L. 1.01 |
| 1.06 | Adaptador hembra de PVC de 3" | Und | 2.00 | 1% | L. 59.00 | L. 119.18 | L. 2.02 |
| 1.07 | Adaptador macho de PVC de 3" | Und | 2.00 | 1% | L. 53.00 | L. 107.06 | L. 2.02 |
| 1.08 | Niples | Und | 3.00 | 1% | L. 31.38 | L. 95.08 | L. 3.03 |
| 1.09 | Lija de agua No. 280 | Und | 0.01 | 1% | L. 15.00 | L. 0.15 | L. 0.01 |
| | | | | | | Subtotal Mat | L. 3,157.04 |
| 2.00 | Mano de Obra | Unidad | Rendimiento | Total Horas | Precio/und | Sub Total | |
| 2.01 | Fontanero | Jornada | 0.350 | | L. 600.00 | L. 210.00 | L. 0.35 |
| 2.02 | Ayudante | Jornada | 0.350 | | L. 300.00 | L. 105.00 | L. 0.35 |
| | | | | | | Subtotal M.O. | L. 315.00 |
| 3.00 | Herramientas y Equipo | Unidad | Rendimiento | Total/und | Precio/hr | Sub Total | |
| 3.01 | Herramienta menor | % | 4.00% | | L. 315.00 | L. 12.60 | L. 0.04 |
| | | | | | | Subtotal H.E. | L. 12.60 |
| | | | | | | Costo Directo Total | L. 3,484.64 |
| | | | | | | % Indirectos | 25% |
| | | | | | | Costo Final | L. 4,355.80 |
| | | | | | | Costo Unitario Final | 4,355.80 |

Actividad: Suministro e Instalacion de valvula Reguladora De Presion 3" Hfd Pn16 Brida Amanco wavin

Fecha: 16/4/2024

Elaboró: Angel Caoceres, Daniel Enea

Aprobó:

| Item | 6.01 | Unidad | unidad | Cantidad | 1.00 | Cantidad PCC | |
|------|--|---------|---------------------|-------------|------------------------|-----------------------------|---------------------|
| ITEM | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANT. / RENDIMIENTO | DESPERDICIO | P.U. (incluye 15% ISV) | SUBTOTAL | Cantidad Total |
| 1.00 | Materiales | | | | | | |
| 1.01 | Pegamento para PVC | GLN | 0.01 | 1% | L. 350.00 | L. 1.77 | L. 0.02 |
| 1.02 | Valvula reguladora de presion 3" | Und | 1.00 | 1% | L. 31,907.00 | L. 32,226.07 | L. 4.04 |
| 1.03 | Camisa de HG de 2" | Und | 2.00 | 1% | L. 105.00 | L. 212.10 | L. 8.08 |
| 1.04 | Caja de registro prefabricada (Duracreto | und | 1.00 | 1% | L. 1,590.00 | L. 1,605.90 | L. 4.04 |
| 1.05 | Union universal | Und | 1.00 | 1% | L. 17.32 | L. 17.49 | L. 4.04 |
| 1.06 | Adaptador hembra de PVC de 3" | Und | 2.00 | 1% | L. 59.00 | L. 119.18 | L. 8.08 |
| 1.07 | Adaptador macho de PVC de 3" | Und | 2.00 | 1% | L. 53.00 | L. 107.06 | L. 8.08 |
| 1.08 | Niples | Und | 3.00 | 1% | L. 31.38 | L. 95.08 | L. 12.12 |
| 1.09 | Lija de agua No. 280 | Und | 0.00 | 1% | L. 15.00 | L. 0.02 | L. 0.00 |
| | | | | | | Subtotal Mat | L. 34,384.67 |
| 2.00 | Mano de Obra | Unidad | Rendimiento | Total Horas | Precio/und | Sub Total | |
| 2.01 | Fontanero | Jornada | 0.350 | | L. 600.00 | L. 210.00 | L. 1.40 |
| 2.02 | Ayudante | Jornada | 0.350 | | L. 300.00 | L. 105.00 | L. 1.40 |
| | | | | | | Subtotal M.O. | 15.00 |
| 3.00 | Herramientas y Equipo | Unidad | Rendimiento | Total/und | Precio/hr | Sub Total | |
| 3.01 | Herramienta menor | % | 4.00% | | L. 315.00 | L. 12.60 | L. 0.16 |
| | | | | | | Subtotal H.E. | L. 12.60 |
| | | | | | | Costo Directo Total | L. 34,712.27 |
| | | | | | | % Indirectos | 25.00% |
| | | | | | | Costo Final | L. 43,390.33 |
| | | | | | | Costo Unitario Final | 43,390.33 |

Actividad: Replanteo final

Fecha: 15/4/2024

Elaboró: Angel Caoceres, Daniel Enea

Aprobó:

| Item | 7.01 | Unidad | unidad | Cantidad | 1.00 | Cantidad PCC | |
|------|------------------------------|---------|---------------------|-------------|------------------------|-----------------------------|------------------|
| ITEM | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANT. / RENDIMIENTO | DESPERDICIO | P.U. (incluye 15% ISV) | SUBTOTAL | Cantidad Total |
| 1.00 | Materiales | | | | | | |
| 1.01 | Cal | lb | 0.05 | 1.05 | 125.00 | L. 12.81 | L. 0.10 |
| 1.02 | Cuerda | Yarda | 1.09 | 1.05 | 18.00 | L. 40.37 | |
| 1.03 | Clavos | lb | 0.01 | 1.05 | 18.00 | L. 0.52 | L. 0.03 |
| 1.04 | Madera rustica de pino | Pt | 0.35 | 1.05 | 20.00 | L. 14.39 | L. 0.72 |
| | | | | | | Subtotal Mat | L. 12.81 |
| 2.00 | Mano de Obra | Unidad | Rendimiento | Total Horas | Precio/und | Sub Total | |
| 2.01 | Fontanero | Jornada | 0.350 | | 600.00 | L. 210.00 | L. 0.35 |
| 2.02 | Ayudante | Jornada | 0.350 | | 300.00 | L. 105.00 | L. 0.35 |
| | | | | | | Subtotal M.O. | L. 315.00 |
| 3.00 | Herramientas y Equipo | Unidad | Rendimiento | Total/und | Precio/hr | Sub Total | |
| 3.01 | Herramienta menor | % | 4.00% | | L. 315.00 | L. 12.60 | L. 0.04 |
| | | | | | | Subtotal H.E. | L. 12.60 |
| | | | | | | Costo Directo Total | L. 340.41 |
| | | | | | | % Indirectos | 25.00% |
| | | | | | | Costo Final | L. 425.52 |
| | | | | | | Costo Unitario Final | 425.52 |

| | | | | | | | |
|------------|--------------------------------|---------|---------------------|-------------|------------------------|-----------------------------|------------------|
| Actividad: | Relleno con material del sitio | | | | | | |
| Fecha: | 15/4/2024 | | | | | | |
| Elaboró: | Angel Caoceres, Daniel Enea | | | | | | |
| Aprobó: | | | | | | | |
| Item | 8.02 | | Unidad | m3 | Cantidad | 1.00 | Cantidad PCC |
| ITEM | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANT. / RENDIMIENTO | DESPERDICIO | P.U. (incluye 15% ISV) | SUBTOTAL | Cantidad Total |
| 1.00 | Materiales | | | | | | |
| 1.01 | Agua | m3 | 0.11 | 1.25 | 8.00 | L. 1.98 | L. 29.70 |
| | | | | | | Subtotal Mat | L. 1.98 |
| 2.00 | Mano de Obra | Unidad | Rendimiento | Total Horas | Precio/und | Sub Total | |
| 2.01 | Peon | Jornada | 0.630 | | 800.00 | L. 504.00 | L. 75.60 |
| | | | | | | Subtotal M.O. | L. 504.00 |
| 3.00 | Herramientas y Equipo | Unidad | Rendimiento | Total/und | Precio/hr | Sub Total | |
| 3.01 | Herramienta menor | % | 10.00% | | L. 504.00 | L. 50.40 | L. 12.00 |
| | | | | | | Subtotal H.E. | L. 50.40 |
| | | | | | | Costo Directo Total | L. 556.38 |
| | | | | | | % Indirectos | 25.00% |
| | | | | | | Costo Final | L. 695.48 |
| | | | | | | Costo Unitario Final | 695.48 |

| | | | | | | | |
|------------|------------------------------|---------|---------------------|-------------|------------------------|-----------------------------|------------------|
| Actividad: | Acarreo de material sobrante | | | | | | |
| Fecha: | 15/4/2024 | | | | | | |
| Elaboró: | Angel Caoceres, Daniel Enea | | | | | | |
| Aprobó: | | | | | | | |
| Item | 8.03 | | Unidad | m3 | Cantidad | 1.00 | Cantidad PCC |
| ITEM | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANT. / RENDIMIENTO | DESPERDICIO | P.U. (incluye 15% ISV) | SUBTOTAL | Cantidad Total |
| 1.00 | Materiales | | | | | | |
| | | | | | | Subtotal Mat | L. 0.00 |
| 2.00 | Mano de Obra | Unidad | Rendimiento | Total Horas | Precio/und | Sub Total | |
| 2.01 | Peon | Jornada | 0.100 | | 800.00 | L. 80.00 | L. 0.10 |
| | | | | | | Subtotal M.O. | L. 80.00 |
| 3.00 | Herramientas y Equipo | Unidad | Rendimiento | Total/und | Precio/hr | Sub Total | |
| 3.01 | Herramienta menor | % | 5.00% | | L. 80.00 | L. 4.00 | L. 0.05 |
| 3.02 | Volqueta 5m3 | HRA | 0.200 | | L. 1,200.00 | L. 240.00 | |
| | | | | | | Subtotal H.E. | L. 244.00 |
| | | | | | | Costo Directo Total | L. 324.00 |
| | | | | | | % Indirectos | 25.00% |
| | | | | | | Costo Final | L. 405.00 |
| | | | | | | Costo Unitario Final | 405.00 |

| | | | | | | | |
|------------|--|---------|---------------------|-------------|------------------------|-----------------------------|--------------------|
| Actividad: | VIGA CUADRADA CONCRETO DE 4000 PSI DE 0.15m x 0.15m 4#4 Y#2@20cm | | | | | | |
| Fecha: | 15/4/2024 | | | | | | |
| Elaboró: | Angel Caoceres, Daniel Enea | | | | | | |
| Aprobó: | | | | | | | |
| Item | 9.02 | | Unidad | ML | Cantidad | 1.00 | Cantidad PCC |
| ITEM | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANT. / RENDIMIENTO | DESPERDICIO | P.U. (incluye 15% ISV) | SUBTOTAL | Cantidad Total |
| 1.00 | Materiales | | | | | | |
| 1.01 | Cemento gris tipo portland | Bolsa | 2.9510 | 1.05 | 215.00 | L. 1,300.65 | |
| 1.02 | Arena de rio lavada | m3 | 0.1660 | 1.05 | 390.00 | L. 132.72 | |
| 1.03 | Grava de rio | m3 | 0.1660 | 1.05 | 560.00 | L. 190.57 | |
| 1.04 | Agua | m3 | 0.0880 | 1.07 | 8.00 | L. 1.46 | |
| 1.05 | Alambre de amarre | lb | 0.2940 | 1.03 | 33.00 | L. 19.70 | |
| 1.06 | Grilla de hierro corrugada de 3/4x30' Legiti | Lance | 0.5850 | 1.05 | 547.00 | L. 655.99 | L. 1.20 |
| | | | | | | Subtotal Mat | L. 2,301.08 |
| 2.00 | Mano de Obra | Unidad | Rendimiento | Total Horas | Precio/und | Sub Total | |
| 2.01 | Albañil | Jornada | 0.50 | | 800.00 | L. 400.00 | |
| 2.02 | Armador de hierro | Jornada | 0.40 | | 700.00 | L. 280.00 | L. 0.40 |
| 2.03 | Ayudante | Jornada | 0.90 | | 600.00 | L. 540.00 | L. 0.90 |
| | | | | | | Subtotal M.O. | L. 1,220.00 |
| 3.00 | Herramientas y Equipo | Unidad | Rendimiento | Total/und | Precio/hr | Sub Total | |
| 3.01 | Herramienta menor | % | 5.00% | | L. 1,220.00 | L. 61.00 | L. 0.05 |
| 3.02 | Vibrador | Dia | 0.060 | | L. 1,600.00 | L. 96.00 | |
| 3.03 | Mezcladora | Dia | 0.060 | | L. 800.00 | L. 48.00 | |
| | | | | | | Subtotal H.E. | L. 205.00 |
| | | | | | | Costo Directo Total | L. 3,726.08 |
| | | | | | | % Indirectos | 25.00% |
| | | | | | | Costo Final | L. 4,657.60 |
| | | | | | | Costo Unitario Final | 4,657.60 |

| | | | | | | | |
|------------|---|---------|---------------------|-------------|------------------------|-----------------------------|------------------|
| Actividad: | TUBERIA DE CARGA Y DESCARGA EN Ø3" (INCLUYE, PASAMUROS, BRIDAS CODOS, ANCLAJES) | | | | | | |
| Fecha: | 15/4/2024 | | | | | | |
| Elaboró: | Angel Caoceres, Daniel Enea | | | | | | |
| Aprobó: | | | | | | | |
| Item | 10.01 | | Unidad | ML | Cantidad | 1.00 | Cantidad PCC |
| ITEM | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANT. / RENDIMIENTO | DESPERDICIO | P.U. (incluye 15% ISV) | SUBTOTAL | Cantidad Total |
| 1.00 | Materiales | | | | | | |
| 1.01 | TUBERIA DE CARGA Y DESCARGA EN Ø3" (INCLUYE, PASAMUROS, BRIDAS CODOS, ANCLAJES) | Lance | 0.17 | 1.03 | 520.00 | 178.2852 | |
| 1.02 | Pegamento | gnl | 0.01 | 1.05 | 350.00 | 3.5875 | |
| 1.03 | Lija No 28 | und | 0.00 | 1.05 | 15.00 | 0.03075 | |
| | | | | | | Subtotal Mat | L. 179.90 |
| 2.00 | Mano de Obra | Unidad | Rendimiento | Total Horas | Precio/und | Sub Total | |
| 2.01 | Fontanero | Jornada | 1.000 | | 600.00 | L. 600.00 | L. 1.00 |
| 2.02 | Ayudante | Jornada | 1.000 | | 300.00 | L. 300.00 | |
| | | | | | | Subtotal M.O. | L. 900.00 |
| 3.00 | Herramientas y Equipo | Unidad | Rendimiento | Total/und | Precio/hr | Sub Total | |
| 3.03 | Herramienta menor | % | 5.00% | | L. 900.00 | L. 45.00 | L. 0.05 |
| | | | | | | Subtotal H.E. | L. 45.00 |
| | | | | | | Costo Directo Total | ##### |
| | | | | | | % Indirectos | 25.00% |
| | | | | | | Costo Final | ##### |
| | | | | | | Costo Unitario Final | 1,406.13 |

| Actividad: | VALVULA DE COMPUERTA EN HD DIAMETRO 3" EXTREMO BRIDA VASTAGO NO ASCENDENTE SELLO DE BRONCE (incluye tornilleria y empaques) | | | | | | |
|------------|---|---------|---------------------|-------------|-----------------------------|--------------------|----------------|
| Fecha: | 16/4/2024 | | | | | | |
| Elaboró: | Angel Caoceres, Daniel Enea | | | | | | |
| Aprobó: | | | | | | | |
| Item | 10.02 | Unidad | UND | Cantidad | 1.00 | Cantidad PCC | |
| ITEM | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANT. / RENDIMIENTO | DESPERDICIO | P.U. (incluye 15% ISV) | SUBTOTAL | Cantidad Total |
| 1.00 | Materiales | | | | | | |
| 1.01 | VALVULA DE COMPUERTA EN HD DIAMETRO 3" EXTREMO BRIDA VASTAGO NO ASCENDENTE SELLO DE BRONCE (incluye | UNIDAD | 1.00 | 1 | L. 1,762.08 | L. 3,524.16 | L. 2.00 |
| 1.02 | Pegamento | gnl | 0.01 | 1.05 | L. 350.00 | L. 3.59 | L. 0.01 |
| 1.03 | Union universal | Und | 1.00 | 1% | L. 17.32 | L. 17.49 | L. 1.01 |
| 1.04 | Adaptador hembra de PVC de 3" | Und | 2.00 | 1% | L. 59.00 | L. 119.18 | L. 2.02 |
| 1.05 | Adaptador macho de PVC de 3" | Und | 2.00 | 1% | L. 53.00 | L. 107.06 | L. 2.02 |
| 1.06 | Niples | Und | 3.00 | 1% | L. 31.38 | L. 95.08 | L. 3.03 |
| 1.07 | Lija No 28 | unid | 0.00 | 1.05 | L. 15.00 | L. 0.03 | L. 0.00 |
| 1.08 | Caja de registro prefabricada (Duracret | und | 1.00 | 1% | L. 1,590.00 | L. 1,605.90 | L. 1.01 |
| | | | | | Subtotal Mat | L. 3,866.59 | |
| 2.00 | Mano de Obra | Unidad | Rendimiento | Total Horas | Precio/und | Sub Total | |
| 2.01 | Fontanero | Jornada | 1.000 | | 600.00 | L. 600.00 | L. 1.00 |
| 2.02 | Ayudante | Jornada | 1.000 | | 300.00 | L. 300.00 | L. 1.00 |
| | | | | | Subtotal M.O. | L. 900.00 | |
| 3.00 | Herramientas y Equipo | Unidad | Rendimiento | Total/und | Precio/hr | Sub Total | |
| 3.03 | Herramienta menor | % | 5.00% | | L. 900.00 | L. 45.00 | L. 0.05 |
| | | | | | Subtotal H.E. | L. 45.00 | |
| | | | | | Costo Directo Total | L. 4,811.59 | |
| | | | | | % Indirectos | 25.00% | |
| | | | | | Costo Final | L. 6,014.49 | |
| | | | | | Costo Unitario Final | 6,014.49 | |

| Actividad: | VINCHAS DE 3" GALV. | | | | | | |
|------------|------------------------------|---------|---------------------|-------------|-----------------------------|------------------|----------------|
| Fecha: | 15/4/2024 | | | | | | |
| Elaboró: | Angel Caoceres, Daniel Enea | | | | | | |
| Aprobó: | | | | | | | |
| Item | 10.03 | Unidad | UND | Cantidad | 1.00 | Cantidad PCC | |
| ITEM | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANT. / RENDIMIENTO | DESPERDICIO | P.U. (incluye 15% ISV) | SUBTOTAL | Cantidad Total |
| 1.00 | Materiales | | | | | | |
| 1.01 | VINCHAS DE 3" GALV. | Bolsa | 0.9840 | 1.03 | 150.00 | 299.628 | |
| 1.02 | Pegamento | m3 | 0.02 | 1.05 | 350.00 | 14.35 | |
| 1.03 | Lija No 28 | m3 | 1.00 | 1.05 | 15.00 | 30.75 | |
| | | | | | Subtotal Mat | L. 344.73 | |
| 2.00 | Mano de Obra | Unidad | Rendimiento | Total Horas | Precio/und | Sub Total | |
| 2.01 | Fontanero | Jornada | 1.000 | | 600.00 | L. 600.00 | L. 1.00 |
| 2.02 | Ayudante | Jornada | 1.000 | | 300.00 | L. 300.00 | |
| | | | | | Subtotal M.O. | L. 900.00 | |
| 3.00 | Herramientas y Equipo | Unidad | Rendimiento | Total/und | Precio/hr | Sub Total | |
| 3.03 | Herramienta menor | % | 5.00% | | L. 900.00 | L. 45.00 | L. 0.05 |
| | | | | | Subtotal H.E. | L. 45.00 | |
| | | | | | Costo Directo Total | ##### | |
| | | | | | % Indirectos | 25.00% | |
| | | | | | Costo Final | ##### | |
| | | | | | Costo Unitario Final | 1,612.16 | |

| | | | | | | | |
|------------|---|---------|---------------------|-------------|-------------------------|-----------------------------|--------------------|
| Actividad: | Pavimento de hormigón normal o soga 9cm x 12cm x 24cm Mortero 1:4, varilla #2 AD acero G-40 | | | | | | |
| Fecha: | 15/4/2024 | | | | | | |
| Elaboró: | Angel Caceres, Daniel Enes | | | | | | |
| Aprobó: | | | | | | | |
| Item | 11.02 | | Unidad | unidad | Cantidad | 1.00 | Cantidad PCC |
| ITEM | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANT. / RENDIMIENTO | DESPERDICIO | P.U. (Incluye 15% IStV) | SUBTOTAL | Cantidad Total |
| 1.00 | Materiales | | | | | | |
| 1.01 | Cemento gris tipo portland | Bolsa | 0.9640 | 1.03 | 215.00 | L. 429.47 | |
| 1.02 | Arena de río | m3 | 0.0550 | 1.07 | 390.00 | L. 44.40 | |
| 1.03 | Ladrillo Rafon rustico | Und | 52.4410 | 1.05 | 6.00 | L. 645.02 | |
| 1.04 | agua | m3 | 0.0290 | 1.25 | 8.00 | L. 0.52 | |
| 1.05 | Varilla de hierro corrugada #3 legítima | Lance | 2.106 | 1.05 | L. 135.00 | L. 582.84 | L. 4.32 |
| 1.06 | Varilla de hierro corrugada #2 legítima | Lance | 2.106 | 1.03 | L. 190.00 | L. 812.28 | L. 4.28 |
| 1.07 | Madera rustica de pino | PT | 1.867 | 1.05 | L. 20.00 | L. 78.55 | |
| | | | | | | Subtotal Mat | L. 2,591.08 |
| 2.00 | Mano de Obra | Unidad | Rendimiento | Total Horas | Precio/und | Sub Total | |
| 2.01 | Albañil | Jornada | 0.200 | | 800.00 | L. 160.00 | L. 0.20 |
| 2.02 | Armador de hierro | Jornada | 0.101 | | 700.00 | L. 70.70 | |
| 2.04 | Ayudante | Jornada | 0.301 | | 600.00 | L. 180.60 | L. 0.30 |
| | | | | | | Subtotal M.O. | L. 411.30 |
| 3.00 | Herramientas y Equipo | Unidad | Rendimiento | Total/und | Precio/hr | Sub Total | |
| 3.03 | Herramienta menor | % | 5.00% | | L. 411.30 | L. 20.57 | L. 0.05 |
| | | | | | | Subtotal H.E. | L. 20.57 |
| | | | | | | Costo Directo Total | L. 3,022.95 |
| | | | | | | % Indirectos | 25.00% |
| | | | | | | Costo Final | L. 3,778.68 |
| | | | | | | Costo Unitario Final | 3,778.68 |

| | | | | | | | |
|------------|--|---------|---------------------|-------------|-------------------------|-----------------------------|--------------------|
| Actividad: | Losa inferior a=0.20 cm de ladrillo rafon o soga 9cm x 12cm x 24cm Mortero 1:4, varilla #2 AD acero G-40 | | | | | | |
| Fecha: | 15/4/2024 | | | | | | |
| Elaboró: | Angel Caceres, Daniel Enes | | | | | | |
| Aprobó: | | | | | | | |
| Item | 11.03 | | Unidad | unidad | Cantidad | 1.00 | Cantidad PCC |
| ITEM | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANT. / RENDIMIENTO | DESPERDICIO | P.U. (Incluye 15% IStV) | SUBTOTAL | Cantidad Total |
| 1.00 | Materiales | | | | | | |
| 1.01 | Cemento gris tipo portland | Bolsa | 0.7040 | 1.03 | 215.00 | L. 307.26 | |
| 1.02 | Arena de río | m3 | 0.1000 | 1.07 | 390.00 | L. 80.73 | |
| 1.03 | Ladrillo Rafon rustico | Und | 56.4950 | 1.05 | 6.00 | L. 694.89 | |
| 1.04 | agua | m3 | 0.0280 | 1.25 | 8.00 | L. 0.47 | |
| 1.05 | Varilla de hierro corrugada #2 legítima | Lance | 1.466 | 1.03 | L. 190.00 | L. 565.44 | L. 2.98 |
| 1.06 | Alambre de amarre | Lb | 0.460 | 1.05 | L. 33.00 | L. 31.12 | |
| | | | | | | Subtotal Mat | L. 1,679.90 |
| 2.00 | Mano de Obra | Unidad | Rendimiento | Total Horas | Precio/und | Sub Total | |
| 2.01 | Albañil | Jornada | 0.200 | | 800.00 | L. 160.00 | L. 0.20 |
| 2.02 | Armador de hierro | Jornada | 0.101 | | 700.00 | L. 70.70 | |
| 2.04 | Ayudante | Jornada | 0.301 | | 600.00 | L. 180.60 | L. 0.30 |
| | | | | | | Subtotal M.O. | L. 411.30 |
| 3.00 | Herramientas y Equipo | Unidad | Rendimiento | Total/und | Precio/hr | Sub Total | |
| 3.03 | Herramienta menor | % | 5.00% | | L. 411.30 | L. 20.57 | L. 0.05 |
| | | | | | | Subtotal H.E. | L. 20.57 |
| | | | | | | Costo Directo Total | L. 2,111.77 |
| | | | | | | % Indirectos | 25.00% |
| | | | | | | Costo Final | L. 2,639.71 |
| | | | | | | Costo Unitario Final | 2,639.71 |

| Actividad: | Impermeabilizante Aplicado con brocha | | | | | | |
|------------|---|---------|---------------------|-------------|------------------------|-----------------------------|------------------|
| Fecha: | 15/4/2024 | | | | | | |
| Elaboró: | Angel Caceres, Daniel Enea | | | | | | |
| Aprobó: | | | | | | | |
| Item | 11.05 | Unidad | unidad | Cantidad | 1.00 | Cantidad PCC | |
| ITEM | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANT. / RENDIMIENTO | DESPERDICIO | P.U. (Incluye 16% ISV) | SUBTOTAL | Cantidad Total |
| 1.00 | Materiales | | | | | | |
| 1.01 | Brocha de 4" | UNIDAD | 0.1000 | 1 | 20.00 | 4 | |
| 1.02 | Impermeabilizante sikatop 144 o similar | kit | 0.0290 | 1.05 | 4375.00 | 280.09375 | |
| | | | | | | Subtotal Mat | L. 264.09 |
| 2.00 | Mano de Obra | Unidad | Rendimiento | Total Horas | Precio/und | Sub Total | |
| 2.01 | Pintor | Jornada | 0.063 | | 600.00 | L. 37.80 | L. 0.06 |
| 2.04 | Ayudante | Jornada | 0.063 | | 300.00 | L. 18.90 | L. 0.06 |
| | | | | | | Subtotal M.O. | L. 56.70 |
| 3.00 | Herramientas y Equipo | Unidad | Rendimiento | Total/und | Precio/hr | Sub Total | |
| 3.03 | Herramienta menor | % | 5.00% | | L. 56.70 | L. 2.84 | L. 0.05 |
| | | | | | | Subtotal H.E. | L. 2.84 |
| | | | | | | Costo Directo Total | L. 323.63 |
| | | | | | | % Indirectos | 25.00% |
| | | | | | | Costo Final | L. 404.54 |
| | | | | | | Costo Unitario Final | 404.54 |

| Actividad: | Solera perimetral de concreto inferior 0.15m x 0.20m Varilla #3, #2@ 0.15m | | | | | | |
|------------|--|---------|---------------------|-------------|------------------------|-----------------------------|--------------------|
| Fecha: | 15/4/2024 | | | | | | |
| Elaboró: | Angel Caceres, Daniel Enea | | | | | | |
| Aprobó: | | | | | | | |
| Item | 11.04 | Unidad | unidad | Cantidad | 1.00 | Cantidad PCC | |
| ITEM | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANT. / RENDIMIENTO | DESPERDICIO | P.U. (incluye 15% ISV) | SUBTOTAL | Cantidad Total |
| 1.00 | Materiales | | | | | | |
| 1.01 | Cemento gris tipo portland | Bolsa | 0.2950 | 1.03 | 215.00 | L. 128.75 | |
| 1.02 | Arena de rio Lavada | m3 | 0.0170 | 1.07 | 390.00 | L. 13.72 | |
| 1.03 | Grava de rio | m3 | 0.0170 | 1.07 | 660.00 | L. 19.71 | |
| 1.04 | Agua | m3 | 0.0900 | 1.25 | 8.00 | L. 1.62 | |
| 1.05 | Alambre de amarre | Lb | 0.2880 | 1.05 | 33.00 | L. 19.35 | |
| 1.06 | arilla de hierro corrugada de 3/8"x30" legitima | Lance | 0.4370 | 1.05 | 135.00 | L. 120.94 | |
| 1.07 | Varilla de hierro lisa de 1/4"x30" legitima | Lance | 0.328 | 1.03 | L. 190.00 | L. 126.51 | L. 0.67 |
| 1.08 | Clavos | Lb | 0.048 | 1.05 | L. 18.00 | L. 1.77 | |
| 1.09 | Madear rustica de pino | PT | 1.207 | 2.05 | L. 20.00 | L. 73.63 | |
| | | | | | | Subtotal Mat | L. 506.00 |
| 2.00 | Mano de Obra | Unidad | Rendimiento | Total Horas | Precio/und | Sub Total | |
| 2.01 | Albañil | Jornada | 0.200 | | 800.00 | L. 160.00 | L. 0.20 |
| 2.02 | Armador de hierro | Jornada | 0.101 | | 700.00 | L. 70.70 | |
| 2.04 | Ayudante | Jornada | 0.301 | | 600.00 | L. 180.60 | L. 0.30 |
| | | | | | | Subtotal M.O. | L. 411.30 |
| 3.00 | Herramientas y Equipo | Unidad | Rendimiento | Total/und | Precio/hr | Sub Total | |
| 3.03 | Herramienta menor | % | 5.00% | | L. 411.30 | L. 20.57 | L. 0.05 |
| | | | | | | Subtotal H.E. | L. 20.57 |
| | | | | | | Costo Directo Total | L. 937.86 |
| | | | | | | % Indirectos | 25.00% |
| | | | | | | Costo Final | L. 1,172.33 |
| | | | | | | Costo Unitario Final | 1,172.33 |

Actividad: Sistema de limpieza de agua potable para hipoclorador

Fecha: 15/4/2024

Elaboró: Angel Caceres, Daniel Enea

Aprobó:

| tem | 12.03 | Unidad | Gbl | Cantidad | 1.00 | Cantidad PCC | |
|-------------|-------------------------------------|---------|---------------------|-------------|------------------------|-----------------------------|--------------------|
| ITEM | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANT. / RENDIMIENTO | DESPERDICIO | P.U. (incluye 15% ISV) | SUBTOTAL | Cantidad Total |
| 1.00 | Materiales | | | | | | |
| 1.01 | Manguera transparente 1/2" | UND | 1.0000 | 1 | 15.00 | 30 | |
| 1.02 | Llave spita de PVC 1/2" | UND | 1.0000 | 1 | 35.00 | 70 | |
| 1.03 | Adaptador macho/hembra 1/2" | UND | 1.0000 | 1 | 7.75 | 15.5 | |
| 1.04 | valvula de compuerta de bronce 1/2" | UND | 1.0000 | 1 | 155.00 | 310 | |
| 1.05 | Tuberia de reboste 1/2" | UND | 1.0000 | 1 | 180.00 | 360 | |
| 1.06 | Tapon hembra PVC 2" sin pegamento | UND | 1.0000 | 1 | 8.00 | 16 | |
| | | | | | | Subtotal Mat | L. 801.50 |
| 2.00 | Mano de Obra | Unidad | Rendimiento | Total Horas | Precio/und | Sub Total | |
| 2.01 | Fontanero | Jornada | 0.063 | | 600.00 | L. 37.80 | L. 0.06 |
| 2.04 | Ayudante | Jornada | 0.063 | | 300.00 | L. 18.90 | L. 0.06 |
| | | | | | | Subtotal M.O. | L. 56.70 |
| 3.00 | Herramientas y Equipo | Unidad | Rendimiento | Total/und | Precio/hr | Sub Total | |
| 3.03 | Herramienta menor | % | 5.00% | | L. 56.70 | L. 2.84 | L. 0.05 |
| | | | | | | Subtotal H.E. | L. 2.84 |
| | | | | | | Costo Directo Total | L. 861.04 |
| | | | | | | % Indirectos | 25.00% |
| | | | | | | Costo Final | L. 1,076.29 |
| | | | | | | Costo Unitario Final | 1,076.29 |

Actividad: Limpieza General

Fecha: 15/4/2024

Elaboró: Angel Caceres, Daniel Enea

Aprobó:

| Item | 13.01 | Unidad | m2 | Cantidad | 1.00 | Cantidad PCC | |
|-------------|------------------------------|---------|---------------------|-------------|------------------------|-----------------------------|-----------------|
| ITEM | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANT. / RENDIMIENTO | DESPERDICIO | P.U. (incluye 15% ISV) | SUBTOTAL | Cantidad Total |
| 1.00 | Materiales | | | | | | |
| | | | | | | Subtotal Mat | L. 0.00 |
| 2.00 | Mano de Obra | Unidad | Rendimiento | Total Horas | Precio/und | Sub Total | |
| 2.01 | Peon | Jornada | 0.017 | | 600.00 | L. 10.20 | L. 0.02 |
| | | | | | | Subtotal M.O. | L. 10.20 |
| 3.00 | Herramientas y Equipo | Unidad | Rendimiento | Total/und | Precio/hr | Sub Total | |
| 3.03 | Herramienta menor | % | 10.00% | | L. 10.20 | L. 1.02 | L. 0.10 |
| | | | | | | Subtotal H.E. | L. 1.02 |
| | | | | | | Costo Directo Total | L. 11.22 |
| | | | | | | % Indirectos | 25.00% |
| | | | | | | Costo Final | L. 14.03 |
| | | | | | | Costo Unitario Final | 14.03 |