



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROYECTO DE GRADUACIÓN**

**DISEÑO DE RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE COMUNIDAD LAS FÚNEZ,**

**CHOLOMA, CORTÉS**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO**

**INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR:**

**21811374      CHRISTIAN A. RECINOS VALENCIA**

**21211257      EDY YOJANA ORTEGA RAMOS**

**21811310      IRIS PAOLA GÓMEZ MATA**

**ASESOR: ING. MICHAEL JOB PINEDA**

**CAMPUS SAN PEDRO SULA**

**AGOSTO, 2022**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA**

**UNITEC**

**RECTOR:**

**MARLON ANTONIO BREVÉ REYES**

**VICERRECTOR ACADÉMICO:**

**JAVIER SALGADO**

**SECRETARIO GENERAL:**

**RÓGER MARTÍNEZ MIRALDA**

**VICEPRESIDENTE CAMPUS SAN PEDRO SULA:**

**MARÍA ROXANA ESPINAL MONTEILH**

**JEFE ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL**

**HÉCTOR WILFREDO PADILLA SIERRA**

**DISEÑO DE LA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE  
LAS FÚNEZ, CHOLOMA, CORTÉS**

**TRABAJO PRESENTADO EN  
CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS  
EXIGIDOS PARA OPTAR EL TÍTULO DE**

**INGENIERO CIVIL**

**ASESOR METODOLÓGICO:**

**ING. MICHAEL JOB PINEDA**

**ASESOR TEMÁTICO:**

**ING. OTTO FLORES**

**ING. OSCAR BU**

**ING. ABRAHAM MENDOZA**

**ING. BLANCA VILLAMIL**

**MIEMBROS DE LA TERNA:**

## **DERECHOS DE AUTOR**

@COPYRIGHT 2022

CHRISTIAN ALEJANDRO RECINOS VALENCIA

EDY YOJANA ORTEGA RAMOS

IRIS PAOLA GÓMEZ MATA

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS

## AUTORIZACIÓN

*AUTORIZACIÓN DEL AUTOR(ES) PARA LA CONSULTA, LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y REPRODUCCIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO DE TESIS DE GRADO.*

Señores:

CENTRO DE RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACIÓN (CRAI)

San Pedro Sula

Estimados Señores:

La presentación del documento de tesis forma parte de los requerimientos y procesos establecidos de graduación para alumnos de pregrado de UNITEC.

Nosotros, Christian Alejandro Recinos Valencia, Edy Yojana Ortega Ramos e Iris Paola Gómez Mata de San Pedro Sula autores del trabajo de grado titulado: Diseño de red de distribución de agua potable Comunidad Las Fúnez, presentado y aprobado en el año 2022, como requisito para optar al título de Profesional de Ingeniero Civil, autorizamos:

Las Bibliotecas de los Centros de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI) de la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), para que con fines académicos, pueda libremente registrar, copiar y usar la información contenida en él, con fines educativos, investigativos o sociales de la siguiente manera:

Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en las salas de estudio de la biblioteca y la página Web de la universidad.

Permita la consulta y la reproducción, a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato CD o digital desde Internet, Intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

De conformidad con lo establecido en el artículo 19 de la Ley de Derechos de Autor y de los Derechos Conexos; los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

Es entendido que cualquier copia o reproducción del presente documento con fines de lucro no está permitida sin previa autorización por escrito de parte de los principales autores.

En fe de lo cual, se suscribe la presente acta en la ciudad de San Pedro Sula a los 10 días del mes de agosto de dos mil veintidós.

10 de agosto de 2022



Christian A. Recinos

21811374



Edy Y. Ortega

21211257



Iris P. Gómez

21811310

## HOJA DE FIRMAS

Los abajo firmantes damos fe, en nuestra posición de miembro de Terna, Asesor y/o Jefe Académico y en el marco de nuestras responsabilidades adquiridas, que el presente documento cumple con los lineamientos exigidos por la Facultad de Ingeniería y los requerimientos académicos que la Universidad dispone dentro de los procesos de graduación.



---

Ing. Héctor Padilla  
Asesor Metodológico

---

Ing. Abraham Mendoza  
Asesor Temático

---

Ing. Blanca Villamil  
Asesor Temático

---

Ing. Michael Pineda  
Asesor Metodológico

---

Ing. Otto Flores  
Asesor Temático

---

Ing. Oscar Bu  
Asesor Temático

---

Ing. Sergio Paredes  
Coordinador de Terna

---

Ing. Oscar Castro  
Miembro de Terna

---

Ing. Reina Montes  
Miembro de Terna



---

Ing. Héctor Padilla

Jefe Académico de Ingeniería Civil | UNITEC, SPS.

## DEDICATORIA

Como dijo Isaac Newton, si he visto más, es poniéndome sobre los hombros de Gigantes. Le dedico este logro a mis padres y mi abuela por siempre guiarme y mantenerme en el camino correcto, por aconsejarme y transmitirme todo su conocimiento y experiencia, haciendo posible este logro en mi vida profesional

Christian Recinos

Dedico este trabajo a Dios como mi creador y hacedor de todas las cosas que existen, sin Él nada es posible. A mis padres, quienes representan mi mayor motivación.

Edy Ortega

Dedico este logro a Dios, por brindarme una vida llena de oportunidades y abundancia. A mis padres, por ser mi apoyo incondicional y mi fuente de aliento. A mis hermanos, por cada consejo y ayuda. A mis profesores, por brindarme guía y conocimiento.

Iris Gómez

## **AGRADECIMIENTOS**

El presente proyecto de vinculación se le agradece principalmente a Dios, por proveernos de conocimiento, perseverancia y audacia para cumplir con cada uno de nuestros objetivos, alcanzando así el primer gran paso de nuestra formación académica.

Agrademos a nuestros padres por ser la fuente incondicional de apoyo en toda esta trayectoria, y serán quienes cultiven los frutos de este arduo trabajo.

A nuestros profesores quienes fueron los guías durante toda esta experiencia académica, y siempre nos alentaron a cumplir todas las responsabilidades implícitas en el proceso.



## RESUMEN EJECUTIVO

Los alumnos Christian Recinos, Edy Ortega e Iris Gómez diseñaron una Red de Distribución de Agua Potable para la Comunidad de Las Fúnez, la cual se ubica en Choloma, Cortés. Éste proyecto fue solicitado a la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC) por parte de la Fundación Rotary de Choloma, ya que ellos financiarán la ejecución del proyecto.

Las Fúnez es una Comunidad que se dedica al cultivo de palma africana y en pequeña escala a la ganadería. No cuenta con una red de agua potable o saneamiento, sin embargo, el pozo que servirá de fuente para el sistema de agua potable está ubicado en la escuela pública Ramón Villeda Morales, en cual deberá habilitarse ya que luego de las inundaciones de Eta e Iota en 2020, ha dejado de utilizarse por sospechas de contaminación en él.

Tanto las visitas de campo para realizar el levantamiento topográfico, como las asesorías con expertos en hidráulica, contribuyeron a que se definiera un diseño con capacidad de abastecer a un período de 22 años. En el 2021 la Aldea contaba con 348 habitantes, y se proyecta cubrir la demanda de 546 individuos para 2041 con un consumo máximo horario de 1.35 litros por segundo.

Además, se contribuyó en la conformación de la Junta Administradora de Agua Potable y Saneamiento (JAAS), ya que es indispensable contar con el personal de administración y mantenimiento del proyecto.

Palabras claves: Agua Potable, JAAS, Proyecto Rural, Red de Distribución, SANAA



## **ABSTRACT**

Students Christian Recinos, Edy Ortega and Iris Gómez designed a Potable Water Distribution Network for the Community of Las Fúnez, which is located in Choloma, Cortés. This project was requested from the Central American Technological University (UNITEC) by the Rotary Foundation of Choloma, since they will finance the execution of the project.

Las Fúnez is a community that is dedicated to the cultivation of African palm and small-scale livestock. It does not have a drinking water or sanitation network, however, the water well that serves as a source for the drinking water system is located in the Ramón Villeda Morales public school, which must be enabled since after the Eta and Iota floods in 2020, it has ceased to be used due to suspicions of contamination in it.

Both the field visits to carry out the topographical survey, as well as the consultancies with experts in hydraulics, contributed to the definition of a design with the capacity to supply a period of 22 years. In 2021 the Village had 348 inhabitants, and the demand for 546 individuals is projected for 2041 with a maximum consumption of 1.35 liters per second.

In addition, it contributed to the formation of the Potable Water and Sanitation Administrative Board (JAAS), since it is essential to have the project's administration and maintenance personnel.

Key words: Potable Water, JAAS, Rural Project, Distribution System, SANAA

# ÍNDICE

<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>2</b>
<b>2.1 PRECEDENTES.....</b>	<b>2</b>
<b>2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>4</b>
2.2.1. ENUNCIADO DEL PROBLEMA.....	4
2.2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
<b>2.3 JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>5</b>
<b>2.4 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>6</b>
<b>2.5 OBJETIVOS.....</b>	<b>6</b>
2.5.1. OBJETIVO GENERAL.....	6
2.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
<b>III. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>8</b>
<b>3.1 ANÁLISIS DE SITUACIÓN ACTUAL .....</b>	<b>8</b>
3.1.1 ANÁLISIS MACROENTORNO.....	8
3.1.1.1 Sistema de Abastecimiento de Agua Potable Lancones .....	9
3.1.1.2 Proyecto de Agua y Saneamiento Rural en la Comunidad de el Chile.....	9
3.1.1.3 Proyecto de Agua Potable Jaralillo del Municipio de Santa Cruz.....	10
3.1.2 ANÁLISIS MICRO-ENTORNO .....	11
3.1.2.1 Red de Distribución de Agua Potable Colonia Juan Ramón Molina.....	11
3.1.3 ANÁLISIS INTERNO .....	12
<b>3.2 TEORÍA DE SUSTENTO .....</b>	<b>13</b>
3.2.1 TOPOGRAFÍA .....	13
3.2.2. ESPECIFICACIONES.....	15
3.2.3. DISEÑO .....	15
3.2.4. NORMAS DE DIBUJO.....	20
3.2.4.1. Contenido de Planos Hidráulicos.....	20
3.2.4.2. Plano de Tanque de almacenamiento .....	21
3.2.4.3. Plano de Red de Distribución y Línea de distribución.....	22
3.2.5 ESTUDIO PRELIMINARES .....	22
<b>3.3 MARCO CONCEPTUAL.....</b>	<b>23</b>
<b>3.4 MARCO LEGAL .....</b>	<b>30</b>
3.4.1 AMBIENTAL.....	31

<b>IV. METODOLOGÍA.....</b>	<b>34</b>
<b>4.1 ENFOQUE.....</b>	<b>34</b>
4.1.1 TIPO DE DISEÑO.....	34
<b>4.2 VARIABLES DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>36</b>
4.2.1 DIAGRAMA DE LAS VARIABLES DE OPERACIONALIZACIÓN .....	37
4.2.2 TABLA DE OPERACIONALIZACIÓN .....	38
<b>4.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS .....</b>	<b>39</b>
4.3.1 INSTRUMENTOS .....	39
4.3.2 TÉCNICAS.....	45
4.3.3 MATERIALES Y EQUIPO.....	47
4.3.4 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	49
4.3.5 ACTIVIDADES DESARROLLADAS SEGÚN CRONOGRAMA DE TRABAJO .....	52
<b>V. RESULTADOS Y ANÁLISIS .....</b>	<b>54</b>
<b>5.1 ANÁLISIS DEL SITIO.....</b>	<b>54</b>
5.1.1 TOPOGRAFÍA .....	54
5.1.2 ELEMENTOS DEL SITIO .....	55
5.1.3 ESTUDIO DEL SUELO.....	56
5.1.4 LOTES Y ÁREAS TRIBUTARIAS.....	58
<b>5.2 CRITERIOS DE DISEÑO .....</b>	<b>59</b>
<b>5.3 DEMOGRAFÍA Y DEMANDA.....</b>	<b>59</b>
5.3.1 POBLACIÓN .....	59
5.3.2 CRECIMIENTO POBLACIONAL.....	59
5.3.3 DENSIDAD POBLACIONAL.....	61
5.3.4 CAUDALES .....	61
<b>5.4 DISEÑO DE LÍNEA Y RED DE DISTRIBUCIÓN .....</b>	<b>62</b>
5.4.1 PROCESO DE DISEÑO EN EPANET .....	62
5.4.2 REVISIÓN MANUAL DE RESULTADOS PARA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN .....	68
5.4.3 REVISIÓN MANUAL DE RESULTADOS PARA LA RED DE DISTRIBUCIÓN .....	70
<b>5.5 RESULTADOS PARA LA TUBERÍA PRINCIPAL.....</b>	<b>73</b>
5.5.1 REVISIÓN TÉCNICA PARA ABASTECIMIENTO DE CASERÍO FUERA DE LAS FÚNEZ.....	73
<b>5.6 MANTENIMIENTO DE LA RED.....</b>	<b>76</b>
5.6.1 JUNTA RECEPTORA DE AGUA .....	76
<b>5.7 TANQUE DE ALMACENAMIENTO.....</b>	<b>76</b>
5.7.1 CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO .....	76
5.7.2 DISEÑO Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL TANQUE.....	78
5.7.3 DIMENSIONAMIENTO DE ZAPATAS AISLADAS .....	78
<b>5.8 DISEÑO DE LÍNEA DE IMPULSIÓN.....</b>	<b>80</b>
<b>5.9 PRESUPUESTO .....</b>	<b>84</b>
5.9.1 PCO .....	84
5.9.2 FICHAS DE COSTO .....	89

5.9.3 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE PROYECTO LAS FÚNEZ.....	106
<b>VI. CONCLUSIONES .....</b>	<b>108</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>110</b>
<b>VIII. APLICABILIDAD .....</b>	<b>111</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>112</b>
<b>ANEXOS (ILUSTRACIONES) .....</b>	<b>118</b>
<b>ANEXOS (PLANOS).....</b>	<b>131</b>
<b>APÉNDICE .....</b>	<b>146</b>
<b>COTIZACIONES.....</b>	<b>165</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Diagrama de entes involucrados en el servicio de agua potable, Honduras.....	30
Ilustración 2. Diagrama de descripción del tipo de diseño acorde al enfoque mixto.....	35
Ilustración 3. Diagrama de variables de Operacionalización.....	37
Ilustración 4. Técnicas de investigación.....	42
Ilustración 5. Cálculo de Caudales.....	43
Ilustración 6. Cálculo de Diámetros de Tuberías.....	44
Ilustración 7. Formato (Cálculos de Ensayo de Granulometría y Clasificación de Suelo).....	44
Ilustración 8. Cálculo de Ensayo Granulometría y clasificación de Suelo.....	45
Ilustración 9. Técnicas de investigación.....	45
Ilustración 10. Cronograma de Trabajo durante Proyecto de Graduación Fase 1, parte 1.....	49
Ilustración 11. Cronograma de Trabajo durante Proyecto de Graduación Fase 1, parte 2.....	50
Ilustración 12. Cronograma de Trabajo durante Proyecto de Graduación Fase 1, parte 3.....	51
Ilustración 13. Áreas tributarias para cálculo de la demanda base.....	58
Ilustración 14. Dotaciones base ingresadas en los nodos.....	63
Ilustración 15. Elevaciones de nodos.....	64
Ilustración 16. Propiedades hidráulicas y de tubería.....	65
Ilustración 17. Diámetros de tuberías.....	66
Ilustración 18. Presiones finales en nodos.....	67
Ilustración 19. Velocidades finales en nodos.....	67
Ilustración 20. Diámetros Internos/externos.....	68
Ilustración 21. Distancias para abastecer caserío.....	74
Ilustración 22. Velocidades y presiones para caserío.....	75

Ilustración 23. Resistencia por tipo de suelo.....	79
Ilustración 24. Análisis de pesos sobre columna crítica.....	80
Ilustración 25. Dimensiones de tubería en línea de impulsión.....	81
Ilustración 26. Descripción de tipos de accesorios a usar según la tubería.....	82
Ilustración 27. Pérdidas por accesorios para cada tipo de tubería.....	82
Ilustración 28. Primera visita a Las Fúnez, (5 de febrero 2022).....	118
Ilustración 29. Primera visita a Las Fúnez, (5 de febrero 2022). Reconocimiento de sitio.....	118
Ilustración 30. Rectificación de levantamiento topográfico realizado el 19 de febrero.....	119
Ilustración 31. Iris Gómez en trabajo de campo para el Proyecto de la Aldea Las Fúnez.....	119
Ilustración 32. Asesoría dada por el ingeniero Otto el 10 de marzo de 2022.....	120
Ilustración 33. Se realizó una calicata el 11 marzo de 2022.....	120
Ilustración 34. El 12 de marzo de 2022 se culminó la rectificación de la topografía.....	121
Ilustración 35. El 26 de marzo 2022, se realizó una prueba de laboratorio "Granulometría".....	121
Ilustración 36. El 4 de abril de 2022 se analizó por casa la dotación de consumo.....	122
Ilustración 37. Los pobladores de Las Fúnez informan la necesidad de talar un árbol.....	122
Ilustración 38. Fotos en perspectiva del caserío próximo a Las Fúnez (10 viviendas).....	123
Ilustración 39. Asesoría con el ingeniero Civil Oscar Bu.....	123
Ilustración 40. Guía página 1, Análisis Granulométrico del suelo por tamizado.....	124
Ilustración 41. Guía página 2, Análisis Granulométrico del suelo por tamizado.....	125
Ilustración 42. Guía página 3, Análisis Granulométrico del suelo por tamizado.....	126
Ilustración 43. Guía página 4, Análisis Granulométrico del suelo por tamizado.....	127
Ilustración 44. Guía página 5, Análisis Granulométrico del suelo por tamizado.....	128
Ilustración 45. Guía página 6, Análisis Granulométrico del suelo por tamizado.....	129

Ilustración 46. Guía página 7, Análisis Granulométrico del suelo por tamizado.....	130
Ilustración 47. Autorización de Ing. Luis Canales para grabación y registro fotográfico. ....	146
Ilustración 48. Autorización de Yamileth Canales para grabación y registro fotográfico. ....	147
Ilustración 49. Autorización de Yamileth Canales para grabación y registro fotográfico. ....	148
Ilustración 50. Asesoría de Ing Luis Canales durante la visita de campo el 5 febrero 2022.....	149
Ilustración 51. Asesoría de sra. Jamileth Canales durante la visita de campo el 19 febrero. ....	150
Ilustración 52. Asesoría de sra. Jamileth Canales durante la visita de campo el 12 marzo.....	151
Ilustración 53. Asesoría de sra. Jamileth Canales durante la visita de campo el 4 abril.....	152
Ilustración 54. Asesoría de ing. Luis Canales durante la visita de campo el 4 abril. ....	153
Ilustración 55. Asesoría de Ing. Otto Flores, el 5 febrero 2022.....	154
Ilustración 56. Asesoría de Ing. Otto Flores, el 10 marzo 2022. ....	155
Ilustración 57. Asesoría realizada el 8 de abril de 2022 con el Ingeniero Oscar Bu. ....	156
Ilustración 58. Asesoría de Ing. Otto Flores, el 13 abril 2022. ....	157
Ilustración 59. Asesoría de Ing. Oscar Bu, el 18 abril 2022.....	158
Ilustración 60. Asesoría de Ing. Oscar Bu, el 21 abril 2022.....	159
Ilustración 61. Formato Horas Proceso, abril 2022.....	160
Ilustración 62. La nota evidencia el compromiso con Las Fúnez. ....	161
Ilustración 63. Asesoría con la experta ambiental realizada el 16 mayo 2022. ....	162
Ilustración 64. Asesoría con el experto en costos realizada el 19 mayo 2022.....	163
Ilustración 65. Asesoría con el experto en costos realizada el 18 junio 2022.....	164

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variables de investigación.....	36
Tabla 2. Tabla de Operacionalización.....	38
Tabla 3. Datos de línea principal.....	54
Tabla 4. Datos topográficos de líneas Secundaria.....	55
Tabla 5. Tabla granulométrica.....	57
Tabla 6. Dotaciones por Tramo.....	61
Tabla 7. Caudales bases ingresados en nodos.....	62
Tabla 8. Alcance de Proyecto de Graduación Las Fúnez.....	84
Tabla 9. Presupuesto Proyecto Las Fúnez.....	87
Tabla10. Actividad 1.01_PCO.....	89
Tabla 11. Actividad 1.02_PCO.....	89
Tabla 12. Actividad 2.01_PCO.....	90
Tabla 13. Actividad 2.02_PCO.....	90
Tabla 14. Actividad 2.03_PCO.....	91
Tabla 15. Actividad 2.04_PCO.....	91
Tabla 16. Actividad 2.05_PCO.....	92
Tabla 17. Actividad 2.06_PCO.....	92
Tabla 18. Actividad 2.07_PCO.....	93
Tabla 19. Actividad 2.08_PCO.....	93
Tabla 20. Actividad 2.09_PCO.....	94
Tabla 21. Actividad 2.10_PCO.....	95
Tabla 22. Actividad 2.11_PCO.....	96

Tabla 23. Actividad 2.12_PCO .....	96
Tabla 24. Actividad 2.13_PCO .....	97
Tabla 25. Actividad 2.14_PCO .....	98
Tabla 26. Actividad 2.15_PCO .....	98
Tabla 27. Actividad 2.16_PCO .....	99
Tabla 28. Actividad 3.01_PCO .....	99
Tabla 29. Actividad 3.02_PCO .....	100
Tabla 30. Actividad 3.03_PCO .....	101
Tabla 31. Actividad 3.04_PCO .....	102
Tabla 32. Actividad 3.05_PCO .....	102
Tabla 33. Actividad 3.06_PCO .....	103
Tabla 34. Actividad 3.07_PCO .....	104
Tabla 35. Actividad 4.01_PCO .....	105

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Cálculo de población futura con el método aritmético.....	16
Ecuación 2. Cálculo de población futura con el método geométrico.....	17
Ecuación 3. Determinación de la tasa de crecimiento anual, método geométrico. ....	17
Ecuación 4. Cálculo de la cantidad de cloro HTH. ....	19
Ecuación 5. Fórmula de Hazen-Williams para el diseño de tuberías.....	19

## I. INTRODUCCIÓN

Se identificó el diseño de una red de distribución como la selección con fundamento técnico de la ruta que adecúe las necesidades de los beneficiarios de dicho bien o servicio, tomando en cuenta los componentes y características más eficientes. Analizando el bien a proveer como un recurso fundamental para subsistencia de la vida humana y piedra angular para el desarrollo de cualquier sociedad en sus necesidades fisiológicas, sociales, ambientales y económicas. El agua potable es indispensable para el ser humano, por lo que su uso debe racionalizarse, siendo responsables las autoridades locales para velar por la conservación de éste fluido.

En la actualidad, el provisionamiento y pureza del agua potable, es un indicador de calidad de vida de una comunidad, de la cual los habitantes de la Aldea las Fúnez en Choloma carecen. Actualmente existen 110 viviendas en la Aldea, cuya población incrementa exponencialmente respecto al tiempo, generando consigo un crecimiento en la demanda de agua potable. En los sectores rurales de Choloma dicha demanda de agua no es atendida por las entidades respectivas del Municipio, obligando así a los habitantes a abastecer su demanda a través de otras fuentes de dudosa calidad.

De la toma de datos en el campo (trazado y rectificación de topografía) se procedió al trabajo de oficina, a desarrollar el diseño basado en especificaciones técnicas que indican las directrices de Aguas de Choloma. En el siguiente documento se presentará la propuesta de diseño de red de distribución de agua potable en la Comunidad de las Fúnez en Choloma, abasteciendo a la Aldea y resolviendo la problemática actual.

El Club Rotario Internacional donará los fondos para la ejecución del proyecto "Red de Distribución de Agua Potable de la Comunidad Las Fúnez", por lo que, gracias a un convenio de vinculación de UNITEC con el Club Rotary de Choloma, el diseño de este proyecto es un aporte universitario a la Aldea Las Fúnez.

## **II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En el capítulo anterior se introdujo el contenido del presente documento que da solución a la problemática en la comunidad. El propósito de este capítulo es comprender el histórico y el contexto del problema actual. El planteamiento del problema incluye precedentes, definición del problema, justificación, preguntas de investigación, objetivos generales y específicos, todos estos con la intención de definir las acciones a realizarse durante el desarrollo del proyecto para solventar las necesidades de la comunidad dentro del alcance de este.

### **2.1 PRECEDENTES**

Según el testimonio del Ingeniero Luis Canales y el jefe de la Aldea Lorenzo Cárcamo, la Aldea Las Fúnez, ubicada en el municipio de Choloma, Cortés, Honduras, se compone por alrededor de 110 viviendas familiares, con lotes entre 400 a 1800 m<sup>2</sup>, habitados por 105 familias, en su mayoría dedicadas a la agricultura y cultivo de palma africana dedicando gran parte del territorio de la aldea a este rubro. En la actualidad, no existe ningún sistema de distribución de agua potable ni de aguas negras.

Los entes administrativos municipales y proveedores del sistema de agua potable, como Aguas de Choloma, no administran zonas rurales, por lo que la Aldea de Fúnez queda excluida de este servicio. Por esta razón, la Municipalidad no ha participado de manera activa y directa en el desarrollo del sistema de red de agua potable, generando la necesidad de organización interna, por lo que el patronato es el encargado de gestionar recursos económicos para resolver su problemática respecto a la falta de agua potable en la Comunidad.

Hasta hace un par de años los pobladores de la comunidad adquirían agua potable de comunidades aledañas, o de la ciudad de Choloma, a través de una de manera convencional, transportando por sus medios recipientes cargados de agua potable. Acorde al mapeo hidrológico de Honduras dado por el SANAA, las tierras y acuíferos de Choloma son muy abundantes en concentraciones de agua, por lo que también se instalaron pozos pequeños con alcance superficiales, pero resultó una solución efectiva a corto plazo, ya que tienden a contaminarse.

Con el crecimiento poblacional de la comunidad aumentó la demanda de agua, lo que a su vez agudizó la necesidad de un abastecimiento de agua potable cercano a las viviendas, y por ello, los miembros de la comunidad financiaron con fondos propios un pozo de alcance medio, de 260 pies (79.23 m) de profundidad, con tubería de PVC de seis (6) pulgadas, es decir (150 mm), y pocos años después de la construcción del pozo se elaboró un pequeño desarenador.

Las Fúnez ubicada en los bajos de Choloma, es una zona de alto riesgo de inundación por el relieve característico y condiciones geográficas del sitio, tiene una cercanía de 10 kilómetros al río Ulúa y alrededores del cerro Jilincó como extensión del Merendón. El territorio cuenta con pocos cambios de elevación, considerándose una explanada que tiene un cambio aproximado de altura de 20 metros en un kilómetro de agua.

Durante el período entre el 01 y el 16 de noviembre de 2020, se dieron lugar los desastres naturales ETA y IOTA y los cuerpos de agua (acuíferos) sobrepasaron su capacidad máxima y, por ende, las fosas sépticas, lo que provocó que las tierras absorbieran los contaminantes presentes en el agua, afectando los acuíferos próximos a las viviendas, de los cuales se abastecían los habitantes de Las Fúnez.

Los líderes del Patronato de Las Fúnez realizaron una encuesta a 65 habitantes de la Aldea, analizando olor, sabor y tonalidad del agua extraída de cada pozo, y coincidiendo en la descripción del sabor y olor como "óxido", sin embargo, no existe en la actualidad alguna valoración profesional sobre la calidad y nivel de pureza del agua extraída de los acuíferos en Las Fúnez. Se reporta registros de contaminantes en el agua de las Comunidades aledañas, Waller Adentro y Waller Bordo lo cual ha provocado una tonalidad en el espectro café en la dentadura de los habitantes.

A pesar del avance que ha logrado tener la comunidad con el sistema de agua potable, se han visto en la necesidad de recurrir nuevamente a los métodos convencionales de abastecimiento de aguas, proveyéndola de comunidades aledañas con recipientes para su almacenamiento.

Yamilet Canales y Lorenzo Cárcamo en representación de los habitantes de las Fúnez, han demostrado su interés en el mejoramiento de la calidad del agua, para el abastecimiento a sus familias y futuras generaciones.

Debido a la falta de participación de las autoridades oficiales, otras organizaciones no gubernamentales sin fines de lucro, como lo es en el caso de Club Rotary, se han involucrado en atender la crisis de agua potable en Las Fúnez. Este Club se ha encargado de gestionar la realización del levantamiento topográfico con el cual cuenta actualmente la Aldea, de igual forma, han promovido a la realización del diseño de la red de agua potable de la comunidad por medio de voluntarios, con el propósito de financiar la construcción de la misma.

Estas instituciones sin fines de lucro han apoyado técnica y financieramente en el desarrollo de obras, como a sufragar necesidades básicas. En esta ocasión, han fungido de vínculo con la Universidad Tecnológica Centroamérica (UNITEC), para gestionar un diseño de red de distribución de agua potable que cubra las necesidades actuales y las de un período de 20 años a partir de su construcción.

## **2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

Todo proyecto o investigación comienza con la identificación de un problema, y para dar lugar al origen de una solución útil para este, uno de los pasos más importantes es definir de forma adecuada cuál el problema existente, para esto se debe enunciar y formular el problema, siendo este el propósito del siguiente apartado.

### **2.2.1. ENUNCIADO DEL PROBLEMA**

Enunciar el problema consiste en presentar la carencia existente respecto a la situación, mostrando posibles soluciones, como se plantea a continuación:

“La Comunidad Las Fúnez requiere de un diseño de red de distribución de agua potable debido a que carece de un sistema de abastecimiento para satisfacer sus necesidades cotidianas e higiénicas de su creciente población”.

### **2.2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

A continuación, se formula el problema planteando una pregunta orientada a la solución de lo que se quiere resolver de este.

¿Con qué características técnicas y constructivas debe contar el diseño de la red de distribución de agua potable de la Comunidad Las Fúnez, Choloma, Cortés, con el fin de que ésta pueda abastecer la necesidad de agua potable de su población?

### **2.3 JUSTIFICACIÓN**

El agua potable es un recurso indispensable en la vida cotidiana del ser humano; es necesaria para las actividades de higiene personal, lavandería, limpieza, así como para uso en la cocina. También es requerida para realizar actividades que permiten el desarrollo económico en las comunidades, como la agricultura, ganadería, etc.

Debido a la falta de atención por parte de las autoridades municipales, la cobertura de la demanda actual de agua potable en La Comunidad Las Fúnez, es casi nula. Los pobladores viven el día a día abasteciéndose con raciones de agua que transportan desde comunidades aledañas, o de los pozos domiciliarios que poseen solo algunas familias. Estos pozos consisten en tuberías enterradas a una profundidad de alrededor de 5 metros que captan aguas las superficiales de la zona.

Las Fúnez no cuenta con alcantarillado sanitario, por tanto, existen en el sitio muchas fosas sépticas y letrinas. Debido la comunidad está ubicada en una zona inundable, durante los huracanes Eta e Iota el agua alcanzó una altura entre 1 a 1.6 metros, mezclándose con las aguas negras de estas letrinas, por lo que contaminó las aguas superficiales de los pozos domiciliarios. Por esta razón la comunidad se vio en la necesidad de aprovechar el agua de acuíferos más profundos, fuera del alcance de la contaminación.

La Aldea con el apoyo de Club Rotary de Choloma construyeron un pozo de agua potable de 260 pies (79.25 m) de profundidad, sin embargo, este no se encuentra en uso, ya que, no se ha construido ningún tanque o red para la distribución del agua.

Una de las metas de Club Rotary Choloma, es suplir de agua potable a comunidades como Las Fúnez, apoyándose de universidades o grupos de voluntarios para la elaboración de los diseños de sus proyectos, a modo de reducir los costos y aumentar la factibilidad del proyecto, como lo es el Proyecto de Las Fúnez. El Ing. Luis Canales, representante del Club Rotary de Choloma, afirma que este organismo tiene toda la disponibilidad de financiar la construcción de la red de

abastecimiento de agua potable, luego de que su diseño, presupuesto y plan de trabajo estén listos.

El presente proyecto permitirá convertir en realidad la red de agua potable de la Comunidad, lo que mejorará significativamente la calidad de vida de 105 familias, abasteciéndolas de agua limpia para sus actividades diarias, reduciendo la propagación de enfermedades y apoyando actividades económicas para el desarrollo de la Aldea.

## **2.4 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

Una vez enunciado el problema, se han planteado las siguientes preguntas de investigación:

- 1) ¿Qué factores del entorno social de la localidad se deben tomar en cuenta para el diseño de una nueva red de agua potable?
- 2) ¿Qué criterios técnicos se utilizarán para el cálculo y diseño de la nueva red de distribución de agua potable?
- 3) ¿Cuáles son las rutas más eficientes para el diseño de la red de distribución de agua potable para abastecer a todos los pobladores de la comunidad?
- 4) ¿Qué características técnicas deben tener las tuberías a utilizarse para crear una red de distribución de agua potable eficiente y económica?
- 5) ¿Cuál es el costo aproximado de la ejecución y materiales de la red?

## **2.5 OBJETIVOS**

### **2.5.1. OBJETIVO GENERAL**

Diseñar la Red de Distribución de Agua Potable de la Comunidad las Fúnez que cubra las necesidades básicas de sus habitantes en un período mínimo de 20 años, sustentado en las normativas de Aguas de Choloma.

### **2.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- 1) Identificar los factores a tomar en cuenta del entorno social de la localidad para el diseño de una nueva red de agua potable para la aldea las Fúnez.

- 2) Establecer los criterios técnicos a utilizarse para el cálculo y diseño de la nueva red de distribución de agua potable.
- 3) Trazar las rutas más eficientes para el diseño de la red de distribución de agua potable en la Comunidad Las Fúnez.
- 4) Definir los materiales y diámetros de las tuberías a utilizarse en la red de distribución de agua potable de la Comunidad Las Fúnez.
- 5) Estimar el costo aproximado de la ejecución y materiales de la red.

### **III. MARCO TEÓRICO**

A partir del marco teórico se desarrollará la base de sustento del proyecto de Diseño de la Red de Distribución de Agua Potable de Las Fúnez. Este capítulo contiene los referentes nacionales e internacionales que servirán como ejemplo para tomar decisiones técnicas en el diseño. Además, se planteará teoría de sustento y conceptos que se deben tener en cuenta para los cálculos necesarios en este proyecto.

#### **3.1 ANÁLISIS DE SITUACIÓN ACTUAL**

La escasez de agua afecta a más del 80% de Honduras, es decir a 240 municipios, a pesar de poseer una de las reservas hídricas más grandes de Centroamérica.

Según Sandra Canales (2019), representante de la dirección ejecutiva del Instituto de Conservación Forestal, ICF, afirma: "El estrés hídrico, producto de las malas prácticas ambientales, se mira reflejado en la escasez de agua que ya presentan varias regiones en el país" (p. 1).

En 70 % de la población de Honduras, unos 6,3 millones de personas, tiene acceso al agua, pero no toda es segura para el consumo. Además, Carlos Pineda representante de Mi Ambiente, señaló que el 30 % de los hondureños, unos 2,7 millones de personas, usa agua de fuentes superficiales, es decir, que utilizan agua de ríos, quebradas o pozos subterráneos. (Pineda, 2019, p. 1)

Acorde al Pulso (2017) el 86% de la población tiene acceso al agua potable; existiendo diferencias significativas entre el área urbana (94%) y el área rural (72%). Casi 2 millones de hondureños no tienen acceso al agua potable, lo que equivale al 20% del total de la población del país. El 69% de las comunidades con 251-500 habitantes de población cuentan con servicio de agua; mientras que el 24% de las comunidades con 101-250 habitantes no cuenta con dicho servicio.

##### **3.1.1 ANÁLISIS MACROENTORNO**

Para tener una noción más amplia de referentes internacionales, a continuación, se hará un resumen de tres proyectos ejemplares a seguir, ya que de alguna forma comparten criterios ó circunstancias con el Proyecto de Agua Potable "Las Fúnez".

### *3.1.1.1 Sistema de Abastecimiento de Agua Potable Lancones*

Ubicado en distrito de Lancones, provincia de Sullana, departamento de Piura, Perú. Proyecto que satisface a cuatro poblados rurales, el Charancito, El Naranjo, Charán Grande y El Alumbre.

El origen de la propuesta del presente proyecto partió directamente de los representantes de los poblados involucrados, quienes organizados a través de Juntas Vecinales de Desarrollo (JUVED), gestionaron las visitas del personal técnico de la Asociación para el Desarrollo de la Enseñanza Universitaria (ADEU) y la Universidad de Piura (UDEP) a sus localidades. (Universidad de Piura, 2012)

Con una altura dinámica de 65 metros y un volumen diario de bombeo de 31.10 m<sup>3</sup>/día, hace uso de dos bombas solares. Cuenta con un reservorio de tipo circular, de diámetro y altura de nivel máximo de agua de 4m y 2.85 m respectivamente, con paredes de espesor 0.20 m.

Los pozos han constituido la solución inmediata en estas comunidades, sin embargo, ha ocurrido una tendencia a la contaminación de dichas fuentes superficiales, debido a su cercanía a la superficie.

La formación es vital, y por ello se procura manejo integrado de recursos hídricos y del sector, tomando como base la disponibilidad del agua y el principio de "quien contamina paga". Los proyectos deben integrar abastecimiento de agua, saneamiento y educación.

Para asegurar la participación de la comunidad en la operación y mantenimiento de los sistemas se llevan a cabo asambleas donde participan las Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento (JASS), formadas en zonas rurales. Además de ONGD, trabajan sectores sociales, antes excluidos como los son las mujeres campesinas. La concientización sobre la integración en estos proyectos es la que garantiza el éxito de estos.

Para garantizar un manejo adecuado el proyecto se diseñó para realizarse por fases: propuesta, puesta en marcha, y fase de consolidación, en donde se programó promoción y difusión.

### *3.1.1.2 Proyecto de Agua y Saneamiento Rural en la Comunidad de el Chile.*

Ubicado en la comunidad El Chile, Municipio Waslala, en el departamento de Matagalpa en Nicaragua.

Esta propuesta, elaborada por la organización Agua Para La Vida (APLV), tiene como objetivo presentar la factibilidad de un proyecto de agua potable y saneamiento en la comunidad El Chile.

Es común que en una zona sin agua potable tampoco haya una red de saneamiento disponible. Proyecto que benefició a 34 familias (162 habitantes).

En 2004, la cobertura de agua potable en Nicaragua se estimó a 75.8 % a nivel nacional. En el sub-sector urbano alcanza un promedio de 95.1 % pero en el sub-sector rural solamente 48.5%. En el área rural, sólo 26% recibe agua de cañería, no siempre de buena calidad, el resto el 36% usa pozos privados o públicos y el 24% toma agua de ríos, manantiales o quebradas. (APLV, 2011, p. 5)

El 80% de enfermedades cutáneas o estomacales se derivan de la problemática del agua.

En las zonas rurales de Nicaragua, existen organizaciones comunitarias "Los Comité de Agua Potable y Saneamiento", además, existen los CAPS es un grupo de hombres y mujeres, electos por la comunidad, que se encargan de organizar a la población, se estima que 5000 CAPS, han colaborado para que 1.6-1.9 millones de nicaragüenses tengan agua.

Los fondos con los que se financia APLV son cooperaciones internacionales y de donantes individuales de Estados Unidos y Francia.

Teniendo como objetivo primordial el de preservar y proteger las cuencas que aportan agua a estas comunidades, educar a estas comunidades sobre salud e higiene para que adopten buenas prácticas higiénicas y contribuir a la disminución de enfermedades de origen hídrico, además de organizar y capacitar el Comité de Agua Potable y Saneamiento en todos los aspectos de la construcción, administración y mantenimiento de sistemas de agua potable para lograr autonomía local y la sostenibilidad del sistema. (APLV, 2011, p. 6)

La fuente se ubica a 800 metros del caserío, es una microcuenca superficial de 50 manzanas y está a 737 m.s.n.m.

Las familias pueden consumir 13 m<sup>3</sup> lo que corresponde a un poco más que los 70 litros por personas por día, lo cual se lleva control haciendo uso de medidores para su control. Si sobrepasan este volumen, deben pagar cinco pesos por cada metro cúbico extra.

### *3.1.1.3 Proyecto de Agua Potable Jaralillo del Municipio de Santa Cruz*

Ubicado en Guanajuato, México. Incluye línea de conducción, equipamiento electromecánico, tanque y red de distribución.

El proyecto fue promovido por el municipio de Santa Cruz de Juventino Rosas a través de la Comisión Estatal del Agua, ya se cuenta con una red, pero no es eficiente, por lo que se pretende realizar una red independiente y dotar del equipamiento necesario al pozo existente, incluyendo el equipo de cloración del cual carece en la actualidad. El bombeo se realiza en un tanque de

cinco m<sup>3</sup>, el cual tiene una infraestructura obsoleta, es por ello por lo que también deberá modificarse.

El ingeniero Miguel A. Nava (2019) propone:

- 1) Ampliación de Línea de conducción existente para abarcar la zona norte de la localidad.
- 2) Equipamiento electromecánico del pozo existente.
- 3) Línea de alimentación desde el pozo al Tanque con una longitud de 632.58 ml.
- 4) Tanque de 100 m<sup>3</sup> de 15 m de altura.
- 5) Red de distribución en la localidad del Jaralillo, con una longitud de 2,272.78 ml.

La instalación de la tubería de distribución que ocupará la zona federal no afectará vegetación, dado que el área actualmente se encuentra intervenida se utiliza de terracería, y, por ende, en la nueva red deberá reflejarse igual.

Todas las personas sin distinción de sexo, raza, etnia, edad, limitación física, orientación sexual, tienen derecho a vivir y disfrutar ciudades y Asentamientos Humanos en condiciones sustentables, resilientes, saludables, productivos, equitativos, justos, incluyentes, democráticos y seguros. Las actividades que realice el estado mexicano para ordenar el territorio y los Asentamientos Humanos, tienen que realizarse atendiendo el cumplimiento de las condiciones señaladas. (Nava, 2019, p. 127)

Lo que implica que todos los Gobiernos presumen de velar por el bienestar del ser humano, por lo que el acceso al agua potable es un derecho inherente de cada individuo para lograr dicho fin.

### 3.1.2 ANÁLISIS MICRO-ENTORNO

Para tener una perspectiva local, es necesario realizar análisis del microentorno, el cual permite hacer comparaciones con proyectos del entorno nacional, los cuales deberán tener muchas similitudes en demanda al proyecto de Las Fúnez.

#### 3.1.2.1 *Red de Distribución de Agua Potable Colonia Juan Ramón Molina.*

El referente analizado es un proyecto académico de Hidráulica Aplicada de la UNAH-VS (2020), el cual es un diseño de la red de distribución de Agua Potable de la Colonia Juan Ramón Molina en San Pedro Sula, Cortés, y cubrirá las necesidades de 390 viviendas. Partiendo de la reutilización de un tanque existente en el bloque M.

Al no contar con censos, se hizo un cálculo poblacional, usando el índice de crecimiento poblacional "i" de San Pedro Sula de 3.9%, usando el método aritmético y suponiendo cinco habitantes por vivienda, se adquirió la población futura (pf), lo cual permitió estimar el caudal de diseño, (9.04 l/s). Basados en Normativas del SANNA, considerando que las presiones oscilan entre un mínimo de 10 m.c.a a un máximo de 40 m.c.a y la velocidad mínima permitida de 0.6 m/s y la máxima de 3 m/s.

Recomiendan, no se debe asumir que un diseño debe ser totalmente cerrado, e indican que realizaron la separación de algunos tramos que alimentan menos de tres viviendas, usando tuberías con diámetro menor a 25 mm.

### 3.1.3 ANÁLISIS INTERNO

Durante el proceso de recolección de datos en el sitio por medio de los líderes de la Aldea, "Lorenzo Cárcamo y Yamileth Canales" y reconocimiento visual, se identificaron diferentes obras que buscaban satisfacer de abastecimiento de agua de la zona. Primeramente, los habitantes se organizaron para formar una junta administradora de agua planificando la construcción de la red de distribución a un futuro cercano. Mientras tanto la mayoría de los habitantes obtenía este recurso de pequeños pozos con alcance a aguas superficiales, el resto de los habitantes lo transportaban con recipientes de las zonas que sí contaban con este recurso.

Paralelamente, al inicio del proceso de la consolidación legal de la junta administradora de agua se planificó y construyó un pozo de alcance medio de 260 pies de profundidad y un diámetro de seis (6) pulgadas equivalentes a (150 mm), que generó una fuente de agua sostenible ubicado en la escuela Ramón Villeda Morales, dicho pozo fué financiado de manera equitativa por los miembros de la Comunidad.

Existe la Información Hidrológica proporcionado por el gobierno de Honduras, detallando el mapa Hidrológico de este, la cual sirve de fuente de datos base, aunado con el plan municipal de Gestión de Riesgo y propuesta de Zonificación Territorial actualizada al año 2017.

Finalmente, con ayuda de alumnos de UNITEC el Club Rotary completó un levantamiento topográfico digital de la Aldea, y así definió los lotes, cotejado con el plano catastral de los últimos

cinco años. También se contó con dos censos poblacionales, uno del 2019 y otro del 2021, ambos realizados por miembros del patronato de la Aldea.

### **3.2 TEORÍA DE SUSTENTO**

Una vez identificada la situación actual, se deben agrupar las fuentes de información técnica existentes que servirán de base para la resolución de la problemática del proyecto en cuestión. El sustento teórico también provee soporte a los argumentos y decisiones tomadas durante el desarrollo de la investigación.

Uno de los sustentos teóricos más comunes en Honduras para el diseño y cálculo de redes de agua potable son las Normas de Diseño para Acueductos Rurales del Servicio Autónomo Nacional De Acueductos Y Alcantarillados (SANAA). El Ing. Canales (2022) sugirió utilizar la Normativa del SANAA para el diseño de la red de distribución de agua potable de la comunidad Las Fúnez, debido a que en ésta comunidad no infiere ningún ente regulador que exija otra normativa, sin embargo, se ha dispuesto hacer uso de las normas de Aguas de Choloma, las cuales se basan en el SANAA.

#### **3.2.1 TOPOGRAFÍA**

La topografía tiene como objetivo medir, recolectar y representar todos los datos necesarios correspondientes a la superficie del terreno o sitio de trabajo para poder realizar los cálculos y diseño sobre las condiciones reales del sitio.

Todo el contenido dentro de la sección 3.2.1 hace referencia a las normas de Aguas de Choloma donde se especifican las prácticas recomendadas para la medición y representación de los datos topográficos del sitio a usarse. Esta normativa contiene las siguientes secciones respectivas a este tema:

- 1) Reconocimiento del sitio antes de proceder al levantamiento.
- 2) Levantamiento de las distintas partes del proyecto.
- 3) En el sitio de toma.

En el caso del presente proyecto, la obra de toma es el pozo de captación de agua subterránea, por tanto, solo se requiere tomar la ubicación del pozo existente.

4) En la línea de conducción.

El diseño de línea de conducción del presente proyecto se encuentra fuera del alcance de este, por tanto, esta sección es pasada por alto.

5) Levantamiento del sitio del tanque.

Debe contener toda la información necesaria para el planeamiento y ubicación de la obra por medio de detalles que se tomarán a un radio de hasta 15 m, lo cual permita trazar curvas de nivel según lo estipulado en las normas de dibujo. Se debe colocar un mingo fabricado en el sitio con sus respectivos puntos de amarre.

6) Levantamiento de la línea y red de distribución.

- Entre PI y PI (estaciones) se tomarán como mínimo 5 puntos representativos del terreno y la distancia entre ambos no sobrepasará los 100 m (pendiente uniforme).
- Especificar en la libreta los nombres de los propietarios y límites de propiedades, el tipo de suelo (excavable o no excavable) y de vegetación por donde pasará el alineamiento horizontal de la línea de conducción.
- Se deberá marcar los desniveles entre estaciones tomando detalles de puntos intermedios; a ambos lados de un PI se tomarán secciones cada 5 m en una franja de terreno de 20 m (no solo en terreno accidentados).
- Se tomarán detalles de cruces de cursos de agua, zanjas, barrancas, cimas, depresiones, etc., cuando se localicen a lo largo de la ruta. Para cruces de agua por alto, se deberán tomar nota de los niveles máximos y mínimos de crecida.

En la red de distribución se localizará los cruces de calle, líneas de propiedad y construcción de edificios públicos, hospitales, escuelas, iglesias, centros de recreación y todas las casas existentes además de áreas probables de expansión.

En los extremos finales de la red es importante conocer hasta que vivienda llega el final de la red.

### 3.2.2. ESPECIFICACIONES

Para efectos de replanteo se dejarán puntos de referencia de fácil identificación como estacas, trompos o mingos. En el sitio de ubicación del tanque y demás obras deben levantarse una zona de cierta amplitud (radio de 15 m por lo menos) que permita el dibujo de curvas de nivel. Además, se colocará un mingo en el lugar escogido el cual se amarrará por lo menos con 2 puntos. En el sitio de toma igualmente, además se colocarán 2 trompos a cada lado del río con 2 amarres cada uno.

- 1) Para cada estimación se tomarán por lo menos cinco puntos representativos del terreno. Deberán ubicar barrancos, cruces de río, alcantarillas y de ser posible medir su altura al comienzo, en medio y al final de estos. De no ser posible dar un dato aproximado basándose en lo observado.
- 2) Determinar el tipo de terreno (roca, arcilla, arena, etc.) y si es excavable o no, especificar la longitud aproximada de cada tipo de suelo.
- 3) Ubicar límites de propiedad y nombres de propietario de terreno a todo lo largo del sistema.
- 4) A fin de obtener una referencia común en los levantamientos topográficos que se lleven a cabo por otras dependencias del gobierno, deberá establecerse un punto (BM) permanente en la localidad, preferentemente en la plaza principal, indicando la cota de referencia que se ha tomado como punto de partida, para los levantamientos respectivos.

### 3.2.3. DISEÑO

Todo el contenido dentro de la sección 3.2.2 hace referencia a las Normas de Diseño de Aguas de Choloma, que proporciona una metodología base para el diseño de redes de distribución de agua potable adaptadas a las necesidades y realidad socioeconómica de la comunidad en cuestión. Esta normativa identifica los siguientes parámetros de diseño:

- 1) Período de Diseño: Tomando en cuenta la durabilidad y vida útil de las tuberías, accesorios, materiales de construcción y el período que conlleva el diseño y la construcción, se ha determinado un período de diseño de 20 años para todas las partes del sistema. A excepción de los equipos de bombeo que se diseñarán para 10 años. Aquellos sistemas que ya cumplieron con

su periodo, es decir 20 años o más y que requieran mejoras en todas las partes del sistema, se considerará como acueducto nuevo.

2) Índice de crecimiento: Se tomará como índice de crecimiento anual 3%, el cual representa el promedio a nivel nacional según datos recabados por la Dirección General de Censos y Estadísticas. Si la Comunidad ha tenido un desarrollo inusitado, este índice podrá ser calculado tomando en cuenta censos anteriores suficientes como para pronosticar su tendencia futura. En casos de asentamientos campesinos y proyectos habitacionales se tomará la densidad de saturación del proyecto como población futura.

3) 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. 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:

**Ecuación 1. Cálculo de población futura con el método aritmético.**

$$Pf = Po(1 + \frac{kt}{100})$$

Fuente: (SANAA, 2003).

Donde:

- Pf: Población futura
- Po: Población actual
- k: Tasa de crecimiento anual

- t: Período de diseño
- Método Geométrico

Este método se utilizará preferiblemente para poblaciones de más de 2,000 habitantes. La fórmula por aplicarse será:

**Ecuación 2. Cálculo de población futura con el método geométrico.**

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

Fuente: (SANAA, 2003).

Donde:

- Pf: Población futura
- Po: Población actual
- t: Período de diseño
- r: Tasa de crecimiento anual.

Donde r se calcula con la siguiente formula:

**Ecuación 3. Determinación de la tasa de crecimiento anual, método geométrico.**

$$r = \left( \frac{P_{t2}}{P_{t1}} \right)^{\frac{1}{\Delta t}} - 1$$

Fuente: (SANAA, 2003).

Donde:

$\Delta t$ : Período intercensal entre "t1" y "t2" (= t2-t1)

P(t1): Población en el tiempo "t1"

P(t2): Población en el tiempo "t2"

- 1) Dotaciones: La dotación generalizada para poblaciones menores de 2,000 habitantes será de 25 gppd.
- 2) Coeficientes de Variación: 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)

3) Coeficientes 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

Esta normativa indica el cálculo de las siguientes partes comprendidas en el alcance del presente proyecto:

4) Tanque de almacenamiento: El tanque se colocará en un lugar con suficiente altura que permita una presión mínima de 10 m.c.a (metros columna de agua), en el punto más desfavorable de la red. Además, de preferencia en un área grande. Quedará claro que aquellas comunidades de topografía plana, se proyectarán tanques elevados de concreto armado o metálicos dependiendo del aspecto económico. Se ha determinado que la capacidad del tanque representará de un 30% a 40% del consumo medio diario en los sistemas por gravedad. Llevará tubo de rebose, hipoclorador, tubería de entrada y salida HG, La salida estará a 15 a 20 cm sobre el piso del tanque, llevará válvula y pascón.

5) Desinfección: La desinfección del agua se hará utilizando hipoclorito de calcio (HTH) el cual se aplicará al agua almacenada a través de un hipoclorador construido sobre el tanque. El volumen del hipoclorador tipo es de 384 lts. La cantidad dependerá de las aguas tratadas. Para aguas turbias se probará una dosis inicial de 1.6 mg/lit de HTH y para aguas claras 1 mg/lit. Se ha establecido un periodo mínimo de contacto de 30 minutos.

La cantidad de HTH para un período específico y basándose en la cantidad de agua a tratarse se calculará así:

#### **Ecuación 4. Cálculo de la cantidad de cloro HTH.**

$$G = \frac{CMD}{f}$$

Fuente: (SANAA, 2003).

Donde:

G: Cantidad de cloro HTH en gramos.

C: Grado de concentración deseada de cloro en el agua tratada en mg/lit.

M: Cantidad de agua a tratar en m<sup>3</sup>.

D: Número de días que durará la solución (no mayor de 7 días).

f: Factor de concentración primaria del cloro HTH.

6) Línea de distribución: el caudal de diseño es el máximo horario. La velocidad máxima será de 2 m/seg, pero en el caso de altas cargas hidrostáticas y longitudes considerables deberá verificarse el "golpe de ariete" y reducir la velocidad del fluido a 1 m/seg u otra más adecuada. Se recomienda determinar el tiempo de cierre de la válvula para que no ocurra el "golpe de ariete", es decir ( $T < T_c$ ) ó para que no se sobrepase algún límite de presión preestablecido.

La presión de trabajo máxima será de 160 lbs/ pulg<sup>2</sup> para PVC y 350 lbs/ pulg<sup>2</sup> para HG. Para la determinación de las pérdidas por fricción de tubería se utilizará la fórmula de Hazen Williams:

#### **Ecuación 5. Fórmula de Hazen-Williams para el diseño de tuberías.**

$$\frac{h_f}{1000} = \left( \frac{147.85 Q}{CD^{2.63}} \right)^{1.852}$$

Fuente: (SANAA, 2003).

Donde:  $h_f$ : Pérdidas por fricción. Q: Caudal en gpm. D: Diámetro en pulgadas. C: Coeficiente de rugosidad el que dependerá del material de la tubería.

7) Red de distribución: Al hablar de presiones mínimas nos referimos a la presión hidrodinámica que será de 10 m y la presión máxima nos referimos a la presión hidrostática que será de 60 m. Esto obligará a separar redes (alta y baja), cuando la topografía es irregular mediante

tanques, tanques rompe cargas ó válvulas reductoras de presión. Los diámetros serán determinados en función de las velocidades económicas y de las presiones que se estimen dentro de la red las cuales estarán dentro de los límites. La velocidad mínima será de 0.60 m/seg y la máxima de 3 m/seg. La profundidad de instalación de la tubería hasta un diámetro de 4" será de 0.60 m. En áreas transitables mediante vehículo automotor se instalará a una profundidad de 0.80 m. El ancho del zanjo será de 0.40 m para diámetros de hasta 4".

8) Conexiones domiciliarias: Todas las acometidas se instalarán con tubería de 1/2" Ø con su respectiva llave spita y los accesorios necesarios para su incorporación al sistema.

#### 3.2.4. NORMAS DE DIBUJO

Para llevar a cabo cualquier obra de la ingeniería, es necesario el planteamiento previo a través del lenguaje gráfico del dibujo.

Todo el contenido dentro de la sección 3.2.3 hace referencia a las Normas de Diseño de Aguas de Choloma.

En el diseño de acueductos rurales se trabaja básicamente con dibujo topográfico y dibujo estructural como veremos a continuación. El dibujo de la superficie de la tierra tiene la característica de que el dibujo queda completo en una vista (en Planta) representándose la altura (en Perfil) aparte cuando es necesario.

##### *3.2.4.1. Contenido de Planos Hidráulicos*

Aparecerá trazada la línea de conducción y distribución diseñada, con la longitud de tubería en metros y los diámetros en pulgadas. En cada tramo de tubería de igual diámetro aparecerá la siguiente información:

- Longitud de tubería (metros)
- Diámetro de tubería (pulgadas)
- Pérdidas por fricción (total por cada 100 metros)
- Coeficiente de rugosidad
- Caudal de diseño o capacidad de tubería (gpm)

- Válvulas de aire y limpieza
- Anclajes
- Todos los accesorios necesarios
- Gradiente hidráulica y nivel estático
- Cuadro de detalle de tubería (de cada etapa)
- Caudal y gradientes reales
- Normas de Diseño para Acueductos Rurales

Los circuitos del sistema de red serán en forma esquemática con longitudes, diámetros y tipo de tubería. Se indicará el caudal estimado y el sentido de flujo probable. Las elevaciones serán dadas por las curvas de nivel.

#### *3.2.4.2. Plano de Tanque de almacenamiento*

Los planos deben encontrarse en escala 1:40 o 1:50 según las dimensiones a mostrarse. En lugares disponibles, se dibujará una tabla conteniendo la lista de fontanería a utilizarse y el esquema de las instalaciones con identificación de accesorios. Debe poseer:

- 1) Planta: En esta se deben identificar curvas de nivel, orientación, el o los comportamientos de almacenamiento, estructura de entrada y de salida, conducto de limpieza y rebose con su correspondiente fontanería, cámara de válvulas, dimensiones y nombre de la estructura, Indicación en cortes mostrados, hipoclorador y respiraderos.
- 2) Corte longitudinal: Debe mostrar el perfil del terreno y el empotramiento de la estructura. Debe tener detalle de la caja de inspección, reparaciones y limpieza manual, dimensionamiento del espacio libre entre nivel de agua y losa de cubierta, y señalar la gradiente del piso hacia el conducto de limpieza.
- 3) Corte transversal: Este corte deberá mostrar el perfil del terreno y el empotramiento de la estructura, ubicación del hipoclorador, mostrar la ubicación de la escalera de acceso al interior,

posición y dimensión de las líneas de rebose y limpieza, ubicación del orificio de entrada para inspección, reparaciones y limpieza manual. Nivel máximo de aguas.

### *3.2.4.3. Plano de Red de Distribución y Línea de distribución*

Este plano debe de estar contenido en una lámina de tamaño de 22" x 35", con un margen izquierdo de 4 ½ cm, margen derecho de 1 ½ cm y un margen superior e inferior de 2 ½ cm. Los planos deben de estar en una escala de 1:500 ó 1:2000, según el tamaño de la red. Debe de orientarse el norte magnético.

1) Planta: De la red de distribución completa, incluyendo la ubicación del tanque de almacenamiento y la línea de distribución si ésta no tuviera una longitud excesiva, caso éste que contemplará la inclusión de parte de ella en el plano de la línea de conducción y la otra en la red de distribución mostrando ambas un sector o punto de enlace o coincidencia. Se indicará la localización de calles, cercos de propiedad, viviendas, accidentes del terreno.

Los accesorios y válvulas, así como instalaciones especiales como cruces, puentes, etc., serán indicadas en este plano.

Para cada tramo de la red de distribución, se anotará la longitud del tramo, material y diámetro de la tubería, ubicación de las válvulas a usarse, detalle de la fontanería, anclaje y soporte de cruces de tubería por accidente de terreno, circuitos de cálculo en la misma forma indicada en el esquema del diseñador, e indicación de la ubicación de los puntos de presión hidrostática máxima e hidrodinámica mínima.

### 3.2.5 ESTUDIO PRELIMINARES

Según como indica Das (2013); El método de estudio de Suelos (SUCS) se basa en los siguientes criterios de clasificación según tamaño de partículas; 1) Suelos de grano grueso que son de grava y arena en estado natural con menos de 50% que pasa a través del tamiz núm. 200. Los símbolos de grupo comienzan con un prefijo de G o S. G es para el suelo de grava o grava, y S para la arena ó suelo arenoso. 2) Suelos de grano fino con 50% o más que pasa por el tamiz núm. 200. Los símbolos de grupo comienzan con un prefijo de M, que es sinónimo de limo inorgánico, C para

la arcilla inorgánica y O para limos orgánicos y arcillas. El símbolo Pt se utiliza para la turba, lodo y otros suelos altamente orgánicos.

Para determinar el tipo de suelo se aplicará el Análisis Granulométrico de suelos por tamizado, haciendo uso del Manual de Ensayos de Materiales para Carreteras, basado en la MTC E107-1999.

### **3.3 MARCO CONCEPTUAL**

La definición de conceptos técnicos es necesaria para generar un mejor entendimiento de la información contenida en este documento. Las palabras descritas a continuación son complementarias al proyecto, y permiten comprender los criterios utilizados durante la investigación y diseño de la Red de Distribución de Agua Potable de Las Fúnez.

#### 1) Acuífero

“Formación geológica que almacena y permite la circulación de agua subterránea como es el caso de las arenas y gravas, el agua extraída de ella es en cantidad económicamente apreciable” (Huanca, 2014, p.2).

#### 2) Aforo

“Medición del caudal de un río o corriente” (ETESA, 2022, p.1).

#### 3) Aguas Subterráneas

“Agua del suelo que se encuentra en la zona de saturación y que alimenta pozos, manantiales y escorrentía subterránea” (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, 2019, p.1).

#### 4) Aguas Superficiales

“Agua sobre la superficie del suelo” (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, 2019, p.1).

5) Alcantarillado sanitario

“Es la red generalmente de tuberías, a través de la cual se deben evacuar en forma rápida y segura las aguas residuales municipales... hacia una planta de tratamiento y finalmente a un sitio de vertido donde no causen daños” (SIAPA, 2014, p.2).

6) Banco de nivel (BM)

“Es un punto de elevación, previamente determinada y referida al dátum o nivel medio del mar y del cual se parte para determinar las elevaciones o cotas de otros puntos” (Ruvalcaba, 2020, p.1).

7) Calidad del agua

“Calidad que debe tener el agua según su empleo como, por ejemplo, para uso doméstico, riego, suministro de agua para fines industriales, etc” (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, 2019, p.1).

8) Captación

“Consiste en recolectar y almacenar agua proveniente de diversas fuentes para su uso benéfico. El agua captada de una cuenca y conducida a estanques reservorios puede aumentar significativamente el suministro de ésta para... agricultura y usos domésticos” (Introducción a la captación del Agua, 2020, p.2).

9) Caudal

“Volumen de agua que fluye a través de una sección transversal por unidad de tiempo” (Huanca, 2014, p.3).

10) Cédula

“Representa con un número que define el diámetro interno, dimensiones y tolerancia de una tubería. Es la forma que define el espesor de las paredes de una tubería y usualmente se identifica con la letra C” (Impulsa, 2018, p.1).

11) Conexiones Domiciliares

"Aquella parte de la instalación domiciliaria de agua potable, ubicadas aguas abajo del arranque domiciliario y que sirve a más de un inmueble, vivienda o departamento, hasta los sistemas propios de elevación" (CONAGUA, 2021, p.1).

12) Consumo Máximo Diario

"Mayor caudal diario registrado en un período determinado. Este período puede ser un mes, un año o todo el registro" (ETESA, 2022, p.1).

13) Consumo Máximo Horario

"El caudal máximo horario (Qmh) es el correspondiente al consumo máximo registrado durante una hora en un periodo de un año. Para el caudal promedio horario (Qp) se considera del consumo medio diario anual dividido entre 24 horas" (Huaquisto Cáceres & Chambilla Flores, 2019, p.6).

14) Consumo Medio Diario

"Volumen de agua que pasa a través de una sección transversal del río durante el día dividido por el número de segundos del día" (ETESA, 2022, p.1).

15) Coordenadas Geográficas

"Un sistema de coordenadas geográficas utiliza una superficie esférica tridimensional para determinar ubicaciones en la tierra. Se puede hacer referencia a cualquier ubicación de la tierra mediante un punto con coordenadas de longitud y latitud" (IBM, 2019, p.1).

16) Desarenador

"Dispositivo que suele consistir en un ensanchamiento de conducto, para detener, por depósito, los sedimentos arrastrados por el agua, que serán luego expulsados" (Riego, 2022, p.1).

17) Desinfección

"Proceso que consiste en eliminar los microorganismos patógenos que pueden estar presentes en el agua, mediante el uso de equipos o sustancias químicas" (SABA, 2018, p.1).

18) Diámetro Nominal, DN

"Indica el diámetro interior de los elementos de un sistema de canalización. La indicación del diámetro nominal se hace siguiendo la norma EN ISO 6708" (Construtec, 2021, p.1).

19) Dimensión

"Cada una de las tres direcciones, en la que se mide la extensión de un cuerpo (largo, ancho, altura o profundidad)" (de la Peña Garza, 2007, p.96)

20) Espesor

"Espesor mínimo en cualquier punto del tubo, usado para el cálculo de su presión de funcionamiento admisible PFA y de su clase de presión" (Construtec, 2021, p.1).

21) Fosa séptica

"Una fosa séptica es un sistema depurador para el tratamiento primario de las aguas residuales domésticas. En ella se realiza la separación y transformación fisicoquímica de la contaminación contenida en esas aguas" (iAgua, 2021, p.2).

22) Hipoclorador

"Es una tecnología adecuada para la cloración del agua en los sistemas de agua Potable" (Rero, 2022, p.3)

23) Junta Administradora de Agua (JAAS)

"Organización social por cuyo conducto las comunidades propietarias de los sistemas de agua potable y saneamiento, ejercen sus derechos y/o relacionado a la operación y mantenimiento de los mismos" (Reglamento de Juntas Administradoras de Aguas, 2006, p. 12).

24) Líquido

"Sustancia que no es ni sólida ni gaseosa, prácticamente incompresible, que apenas ofrece resistencia a cambios de forma y que puede fluir libremente." (Huanca, 2014, p.2).

25) Obra Toma

"Obra destinada a derivar un caudal" (Riego, 2022, p.1)

26) Período de Retorno

"Intervalo con que en términos estadísticos se repite una magnitud con características dadas" (Riego, 2022, p.1).

27) Pozo de agua potable

"Un pozo de agua es una tecnología de captación en la tierra para recoger agua de acuíferos o mantos de aguas subterráneas por bombeo" (Valdivielso, 2020, p.1).

28) Presión Nominal

"Presión máxima para la cual una tubería o accesorio se ha diseñado. Es un valor normalizado que se utiliza como referencia y se compone de las letras PN seguidas por un número adimensional" (Constructec, 2021, p.1)

29) Presupuesto

"Calculo anticipado del gasto o del coste de una obra" (de la Peña Garza, 2007, p.262).

30) Punto de Referencia (PR)

"Es el punto de referencia sobre un objeto fijo con su elevación conocida y desde donde se pueden determinar otras elevaciones" (Construcmatica, 2019, p.1).

31) PVC

"Plástico que surge a partir del cloruro de vinilo. El PVC también es conocido como vinil" (Significados, 2022, p.1).

32) Red de distribución de agua potable

"son las que llevan el agua desde la conducción de distribución hasta la casa de los consumidores" (CIDTA, 2019, p.1).

33) SANAA

"Organismo creado para Normalizar, Diseñar, Construir y Supervisar Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario en la República de Honduras, dependiente del Ministerio de Salud Pública; siendo el Organismo Estatal que regula y controla lo referente a agua y saneamiento haciendo

que se cumplan las normas de calidad en todos los aspectos que al tema se refieren” (SANAA, 2022, p.1).

34) SDR

“Es la proporción que existe entre el diámetro exterior y el espesor mínimo de pared del tubo, esta relación siempre se mantiene constante, es decir, nunca va a cambiar dentro de un mismo RD” (Impulsa, 2018, p.1).

35) Socavar

“Hueco formado por debajo de un terreno” (de la Peña Garza, 2007, p.310).

36) Tasa de crecimiento (TCD)

“Indicador importante para conocer la evolución de la población, permite medir el aumento o disminución de la población de un territorio para un período determinado, el cual indica los cambios que experimenta la población a causa de tres fenómenos demográficos fundamentales: migración, mortalidad y fecundidad” ( TCD, 2020, p.1).

37) Terreno Natural

“Perfil y elevación natural de la superficie del terreno. También llamado rasante del terreno natural”(Parro, 2022, p.1).

38) Topografía

“La topografía es una ciencia que estudia el conjunto de procedimientos para determinar las posiciones relativas de los puntos sobre la superficie de la tierra y debajo de la misma, mediante la combinación de las medidas según los tres elementos del espacio: distancia, elevación y dirección” (Glosario Topografía Mexico, 2017, p.1).

39) Tubería

“Elemento de canalización, que sirve para transportar fluidos, que puede soportar presiones elevadas, y que posee extremos de enchufe, lisos o embridados” (Constructec, 2021, p.1).

40) Tubería de Hierro Galvanizado (HG)

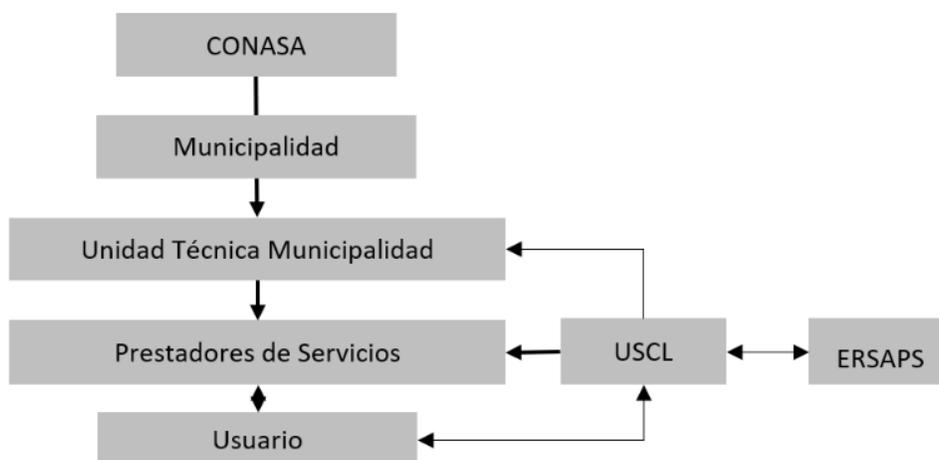
“La construcción de las tuberías de acero puede ser de los siguientes tipos: estirado o sin costuras (sin soldadura): longitudinal; o helicoidal o espiral. La unión de este material suele ser mediante proceso de soldadura” (Ruival, 2020).

#### 41) Turbidez

“Es la falta de transparencia, debida a la presencia de partículas en suspensión. Cuantos más sólidos en suspensión haya en el agua, más sucia parece y el valor de turbidez es más alto”(Lenntech, 2020, p.1).

### 3.4 MARCO LEGAL

El agua es un derecho universal y debe ser adquirido por cada uno de los hondureños, ya sea mediante gestión de la Municipalidad o de una Junta de Agua Administradora, que son las organizaciones locales que brindan este servicio en las aldeas.



**Ilustración 1. Diagrama de entes involucrados en el servicio de agua potable, Honduras.**

Fuente: Elaboración Basado en: **(Municipalidad de Jutiapa Atlántida, 2007).**

Ley Marco de Agua Potable y Saneamiento (2003) afirma: "El abastecimiento de agua para consumo humano tiene prioridad sobre cualquier otro uso de este recurso" (pág. 2).

La ley Marco de Agua Potable y Saneamiento (2003), en el artículo 16 señala:

Corresponde a las municipalidades en su carácter de titulares de los servicios de agua potable y saneamiento, disponer la forma y condiciones de representación de dichos servicios en su respectiva jurisdicción, observando lo prescrito en la presente Ley y demás normas aplicables. La titularidad a que se refiere este Artículo es permanente e intransferible. (Gaceta, 2003, pág. 4)

Existen leyes que velan por que la ciudadanía hondureña reciba el agua potable sin distinción alguna, sin embargo, es necesario que los usuarios demanden el servicio a las autoridades competentes.

### 3.4.1 AMBIENTAL

El impacto ambiental generado directa o indirectamente por cualquier índole de proyectos debe ser medido y compensado acorde a la magnitud de este, de modo que vele por la conservación de los recursos ambientales, para esto cada entidad gubernamental propone sus propias normas.

La ley General del Ambiente (2007), 1 y 2 del Decreto 181-2007-29,30,31 del Reglamento del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SINEIA), en el artículo 5 señala:

Las actividades, obras o proyectos cuyas dimensiones según el parámetro utilizado, se encuentren por debajo de la Categoría 1, corresponden a las actividades calificadas como de Muy Bajo Impacto Ambiental Potencial o de Muy Bajo Riesgo Ambiental, por tanto, no son objeto de trámite de Evaluación de Impacto Ambiental. Todos aquellos proyectos, obras o actividades que, por su naturaleza, estén por debajo de Categoría 1, a petición de parte interesada, MI AMBIENTE+ extenderá Constancia de No Requerir Licencia Ambiental. (LAGACETA, 2021, P. 3).

La ley General del Ambiente (2007), 1 y 2 del Decreto 181-2007-29,30,31 del Reglamento del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SINEIA), en el artículo 16 señala:

Los usuarios y el público en podrán consultar la Tabla de Categorización Ambiental a fin de determinar el Sector, Subsector, Actividad y la Categoría de Impacto Ambiental potencial o de riesgo ambiental a que pertenece una determinada actividad, obra o proyecto. (LAGACETA, 2021, P. 4).

La ley General del Ambiente (2007), 1 y 2 del Decreto 181-2007-29,30,31 del Reglamento del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SINEIA), en el artículo 15 señala:

Todo proyecto, obra o actividad que no esté incluido en la Tabla de Categorización Ambiental, pero que a criterio de la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (MI AMBIENTE+), por medio de la Dirección de Evaluación y Control Ambiental (DECA), sea susceptible de degradar o contaminar el ambiente con Bajo, Moderado, Alto y Muy Alto Impacto Ambiental Potencial o Bajo, Moderado, Alto y Muy Alto Riesgo Ambiental, será requerido para que solicite su Licencia Ambiental. (LAGACETA, 2021, P. 4).

Acorde a la ley general del ambiente en los artículos descritos anteriormente se indica que todo proyecto constructivo en el territorio hondureño debe ser clasificado y posteriormente evidenciado los impactos ambientales y las respectivas medidas para mitigar el impacto. En caso de estar clasificado fuera de la tabla de categorización de la gaceta, tener una categoría inferior 1, se procede a solicitar una solvencia de no solicitud de licencia ambiental, por lo que procede iniciar el proceso de UMA en el plan arbitrio de la municipalidad de Choloma.

El plan de Arbitrios Choloma (2022), en el artículo 198 señala:

De acuerdo con sus atribuciones, la Unidad Municipal del Agua y Saneamiento Ambiental (UMASA), supervisará la explotación y operación del servicio de agua de fuentes subterráneas y superficiales en el Municipio de Choloma previo estudio y de acuerdo a la disponibilidad del recurso en calidad y cantidad. (MUNICIPALIDAD CHOLOMA, 2022, P. 174).

El plan de Arbitrios Choloma (2022), en el artículo 205 señala:

La Unidad Municipal de Agua y Saneamiento Ambiental (UMASA), otorgara derechos de aprovechamiento de agua mediante permisos y licencias por la vía reglamentaria en los casos siguientes; A) Usuarios domiciliarios para consumo humanos. B) Uso industrial, artesanal y para micro y pequeña empresa. C) Pesca artesanal. D) Turismo local. E) Sistema de riego que no exceda un total de diez (10) hectáreas. F) Agropecuaria en explotaciones cuyo consumo en forma aislada no exceda de 0.06 litros por segundo; y, G) Juntas Administradoras de Aguas y Saneamiento (JAAS) legalmente registradas ante la UMASA y el ERSAPS. Toda persona natural o jurídica que tenga operando un pozo o más pagarán por el permiso de operación anual por pozo en base a la cantidad de galones por minuto (GPM) y/ o diámetro de ademe que produzca el mismo así. (MUNICIPALIDAD CHOLOMA, 2022, P. 178).

El plan de Arbitrios Choloma (2022), en el artículo 212 señala:

Previo a otorgar un permiso para la apertura de un pozo, se debe realizar una inspección en el sitio donde se perfora el mismo, para establecer si es factible o no la perforación previa a un dictamen extendido por la UMASA. Esto es también aplicable a las inspecciones que se realizan a pozos ya construidos que se quieran rehabilitar para operación o ya en operación y/o para hacer los registros respectivos. (MUNICIPALIDAD CHOLOMA, 2022, P. 181)

Según el plan de árbitros de Choloma en los artículos; 198, 205 y 212 la UMASA es el ente encargado de supervisar y aprobar la explotación de recursos hídricos más específicamente aguas subterráneas como es el caso de los pozos de agua potable.

## **IV. METODOLOGÍA**

En todo proyecto de vinculación es preciso hacer un análisis de la información recopilada, ya se obtenida en campo o tomado de medios convencionales (reportes municipales, estadísticas nacionales, etc). Si no, no es posible el registro ordenado de datos, y mucho menos realizar conclusiones concretas y técnicas.

El propósito para el desarrollo del Proyecto de Diseño de la Red de Distribución de Agua Potable de la Comunidad Las Fúnez, es que este se materialice y se lleve la construcción de este a la brevedad, por lo que, la indagación de la mayor cantidad de datos posibles será lo ideal para lograr el objetivo, ya sean estos cualitativos o cuantitativos.

### **4.1 ENFOQUE**

Se utilizará un multimétodo, es decir, un enfoque mixto, agregando valor al estudio, lo cual permite ampliar la perspectiva de la problemática de la red de distribución de agua potable en la Aldea Fúnez. Por lo que, el análisis de datos se realizará tanto con inferencia cuantitativa como cualitativa.

#### **4.1.1 TIPO DE DISEÑO**

El enfoque cuantitativo es preciso, ya que utiliza estadísticas para medir indicadores. Por el contrario, el enfoque cualitativo es inductivo, contextualiza el fenómeno y la interpretación de los casos pueden variar según la perspectiva del individuo que lo analice. En este proyecto el enfoque es mixto, es decir, la combinación del cuantitativo y del cualitativo.

El enfoque mixto es un proceso que recolecta, analiza y vincula datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio o una serie de investigaciones para responder a un planteamiento de problema. Se usan métodos de los enfoques cuantitativos y cualitativos y pueden involucrar la conversión de datos cuantitativos en cualitativos y viceversa (Sampieri, 2006, pág. 196)

El enfoque mixto en este caso ayuda a plantear un tipo de diseño más preciso gracias a la combinación de tipos de datos utilizados facilitando brindar una respuesta al planteamiento del problema.

Posterior a la selección de enfoque se procedió a la definición del tipo de diseño más conveniente para el tipo de proyecto que implica una red de distribución de agua potable. De esta forma definimos la estrategia a seguir para dar respuesta a las preguntas de investigación.



**Ilustración 2. Diagrama de descripción del tipo de diseño acorde al enfoque mixto.**

Fuente: Recinos. C. (2022).

El tipo de estudio no experimental se realizará a manera que no se alteren las variables independientes adredeamente, como el análisis de la capacidad soportante del suelo del sitio. El diseño es transversal ya que se harán en tiempo definidos las actividades. El alcance descriptivo, mide conceptos, define variables y considera el fenómeno estudiado y sus componentes, aunado a un método de análisis técnico en donde se haga estudio de casos como referencia. Inicialmente la observación será la primera técnica utilizada, luego el levantamiento topográfico y por último el uso de softwares para facilitar el diseño. Las entrevistas son otra técnica útil aplicada para recabar información.

## 4.2 VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

A continuación, se presenta una tabla resumen que desglosa el vínculo entre las variables independientes con la variable dependiente “Diseño de red de distribución de agua potable Comunidad Las Fúnez”.

**Tabla 1. Variables de investigación.**

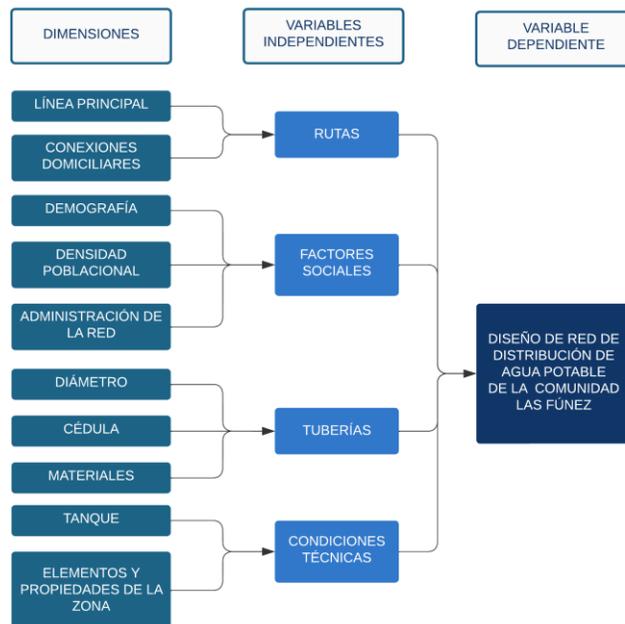
TÍTULO					
“DISEÑO DE RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE COMUNIDAD LAS FÚNEZ”					
Problema	Obj. General	Preg. de investigación	Objetivos específicos	Independiente	Depen- diente
¿Con qué características técnicas debe contar el diseño de la red de distribución de agua potable de la Comunidad Las Fúnez, Choloma, Cortés, con el fin de que ésta pueda abastecer la necesidad de agua potable de su creciente población?	Diseñar el sistema de distribución de agua potable de la Comunidad las Fúnez, para un período de diseño del 2022 al 2042.	1) ¿Qué factores del entorno social de la localidad se deben tomar en cuenta para el diseño de una nueva red de agua potable?	1) Identificar los factores sociales a tomar en cuenta del entorno social de la localidad para el diseño de una nueva red de agua potable para la aldea las Fúnez	Factores sociales	DISEÑO DE RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE COMUNIDAD LAS FÚNEZ
		2) ¿Qué criterios técnicos se utilizarán para el cálculo y diseño de la nueva red de distribución de agua potable?	2) Establecer los criterios técnicos a utilizarse para el cálculo y diseño de la nueva red de distribución de agua potable	Criterios técnicos	
		3) ¿Cuáles son las rutas más eficientes para definir las líneas de construcción de la red de distribución de agua potable para abastecer a todos los pobladores de la comunidad?	3) Trazar las rutas más eficientes para el diseño de la red de distribución de agua potable en la Comunidad Las Fúnez.	Rutas	
		4) ¿Qué características técnicas deben tener las tuberías a utilizarse para procurar una red de distribución de agua potable eficiente y económica?	4) Definir los materiales y diámetros de las tuberías a utilizarse en la red de distribución de agua potable de la Comunidad Las Fúnez.	Tuberías	
		5) ¿Cuál es el costo aproximado de la ejecución y materiales de la red?	5) Estimar el costo aproximado de la ejecución y materiales de la red.		

Fuente: Gómez, I. (2022).

Se asignó una variable por objetivo específico, por lo que éstas dan respuesta a las preguntas de investigación, y, por ende, son indispensables para el Diseño de Red de Distribución de Agua Potable requerido en la Aldea Las Fúnez, ubicada en Choloma, Cortés.

#### 4.2.1 DIAGRAMA DE LAS VARIABLES DE OPERACIONALIZACIÓN

El siguiente diagrama muestra en orden el vínculo de las variables independientes con la variable dependiente "Diseño de la Red de Distribución de Agua Potable de la Comunidad Las Fúnez".



**Ilustración 3. Diagrama de variables de Operacionalización.**

Fuente: (Gómez, Variables de Operalización, 2022).

4.2.2 TABLA DE OPERACIONALIZACIÓN

La tabla de operacionalización implica descomponer las variables y hacerlas medibles, es decir, determinar cuáles con los ítems que contribuirían para darle solución a la problemática. Las preguntas de investigación constituyen los lineamientos para definir las variables independientes, las cuales darán respuesta a la variable dependiente.

**Tabla 2. Tabla de Operacionalización.**

Titulo		"DISEÑO DE RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE COMUNIDAD LAS FÚNEZ"					
Variable independiente	Definición		Dimensiones	Indicadores	Ítems	Unidades	Escala
	Conceptual	Operacional					
Rutas	Se considera que la ruta de una red de agua potable es eficiente cuando ésta satisface la necesidad de llevar agua a toda la comunidad cumpliendo las presiones mínimas y siendo la ruta factible más económica.	Todo diseño de red necesita definir una ruta óptima.	Línea principal	Cantidad	¿Cuántas líneas principales de distribución deben pasar por la misma calle?	Unidades	
				Profundidad	¿Qué profundidades debe alcanzar la tubería de la línea principal?		
				Ubicación	¿Por dónde debe pasar la línea principal de distribución para que su construcción sea factible y su operación sea eficiente?		
			Conexiones domiciliarias	Profundidad	¿A qué profundidades se ubicarán las cajas domiciliarias?	Metros	
				Ubicación	¿Cuál es la ubicación óptima de las conexiones domiciliarias?	Coordenadas	
				Cantidad	¿Cuántas conexiones domiciliarias se necesitan en la red de distribución?	Unidades	
Factores Sociales	Son los factores demográficos, de estructura social y cultura que pueden intervenir en el diseño de la red de agua potable	La demanda de agua a abastecer y las características de la red se relaciona a que tanto es el crecimiento poblacional a las características demográficas y costumbres de la comunidad.	Demografía	Tasa de crecimiento	¿Cuál es la tasa de crecimiento poblacional de la comunidad para un periodo de 22 años?	Porcentaje	
			Densidad poblacional	Cantidad de viviendas por hectáreas de terreno	¿La población de la comunidad es concentrada o dispersa?	Viviendas/ha	
			Mantenimiento requerido	Atención que podría brindar la junta de agua a la red.	¿Qué grado de mantenimiento puede brindar la comunidad a la red?	Bajo	X
						Medio	X
						Alto	X
			Diámetro	Caudal y presión de diseño	¿Qué diámetros deben tener las tuberías de la red de distribución para un diseño eficiente según los caudales y presiones de diseño?	metros	
Tuberías	Conducto elaborado de materiales diversos que se utiliza para transportar agua u otros líquidos.	Un diseño óptimo dependerá de que se use el diámetro, cédula y material adecuado para la red.	Cédula	Presiones máximas en la red	¿Qué cédula necesitan tener las tuberías de la red de distribución para aguantar las presiones y cargas sometidas?	SDR, cédula o mm de espesor.	
			Materiales	Presiones máximas en la red	¿Qué materiales necesitan tener las tuberías de la red de distribución para aguantar las presiones y cargas sometidas a modo de mantener un diseño económico?	PVC o HG	
			Tanque	Caudal máximo diario	¿Qué dimensiones debe tener el tanque de almacenamiento de agua potable?	metros	
Presiones mínimas	¿Qué altura debe de tener el tanque de almacenamiento de agua potable?	metros					
Cargas	¿Cuáles son las cargas que recibirá la estructura del tanque de agua?	Kg, metros					
Elementos y propiedades de la zona	Obstáculos físicos	¿Qué estructuras, cuerpos de agua o del terreno existentes a sobrepasar deberán ser considerados en el diseño?		Propiedades del suelo			
	Propiedades del suelo	¿Cuáles son las características por considerar del suelo para el diseño del tanque y de la red de distribución?					

Fuente: (Gómez, Variables de Operalización, 2022).

### 4.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS

Se requiere de un conocimiento técnico para efectuar el uso de los instrumentos necesarios en un levantamiento topográfico, manejo de softwares y de algún otro tipo de actividad requerida en el diseño de una red de distribución de agua potable.

#### 4.3.1 INSTRUMENTOS

Los instrumentos en Ingeniería Civil son equipos con los cuales se realizan la toma de datos que permiten el reconocimiento del sitio y determinación. Los elementos primordiales en una red de distribución de agua potable son: diámetro y material de la tubería, presión a la que estará expuesta la tubería y trazado de dicha red, por lo que el levantamiento topográfico es la actividad inicial y consecuentemente se realiza el ingreso de la información obtenida a un software para hacer cálculos que determinen el diámetro de la tubería, así como otras especificaciones indispensables en la ejecución de la red de distribución de agua potable.

A continuación, se describe brevemente los instrumentos utilizados en Las Fúnez.

##### 1) Estación Total C-5

“Estación Total es la integración del teodolito electrónico con un distanciómetro. Las hay con cálculo de coordenadas. Al contar con la lectura de ángulos y distancias, al integrar algunos circuitos más, la estación puede calcular coordenadas” (*Glosario Topografía Mexico*, 2017).

##### 2) Trípode de topografía

“Es un accesorio de aluminio, con base y tres patas, que permite la estabilización de un aparato topográfico (Nivel Fijo, Transito, Teodolito y Estación Total), con ajuste de altura, mediante los tornillos correspondientes” (Ruvalcaba, 2020).

##### 3) Prisma de Topografía

“Prisma reflectante: sistema de elementos ópticos que permite devolver el rayo emitido por el instrumento y nos permite medir la distancia” (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2011, p.1).

4) Autodesk Civil 3D

"El software de diseño para ingeniería civil Civil 3D® es compatible con BIM (modelado de información para la construcción) y proporciona características integradas para mejorar los bocetos, el diseño y la documentación de construcción" (Autodesk, 2022, p.1).

5) HandyGPS

"Herramienta de navegación diseñada para deportes al aire libre como caminatas, senderismo, caminatas, ciclismo de montaña, kayak, equitación y geocaching. También es útil para aplicaciones de topografía, minería, arqueología y silvicultura" (Handy GPS, 2022).

6) EPANET

"EPANET es un modelo de simulación por computador que ayuda a cumplir este objetivo. Predice el comportamiento hidráulico y de la calidad del agua en un sistema de distribución de agua durante periodos de operación prolongados"(Universidad Tecnológica de Valencia, 2017, p. 7).

7) EPACAD

"EPACAD es un programa gratuito que permite convertir de forma sencilla un fichero con extensión dxf que contenga una red de AUTOCAD, en un fichero interpretable por EPANET" (Cabrera, 2016, p. 1).

8) Google Drive

"Este servicio funciona como un paquete de Windows Office u Open Office pero on line, permite crear carpetas para almacenar y subir archivos de cualquier tipo. Producir y modificar documentos en línea en diferentes formatos de procesador de textos..." (A. Martinez, 2017, p.1).

9) Microsoft Excel

"Microsoft Word es un procesador de textos, lo que quiere decir que es una aplicación que usa para «procesar» – formatear, manipular, guardar, imprimir, compartir – un documento basado en texto" (Reyes, 2022, p.1).

10) Microsoft Word

"Microsoft Word es un procesador de textos, lo que quiere decir que es una aplicación que usa para «procesar» – formatear, manipular, guardar, imprimir, compartir – un documento basado en texto" (Kyocera, 2020).

11) Microsoft PowerPoint

"Es un programa diseñado para hacer presentaciones prácticas con texto esquematizado, fácil de entender, animaciones de texto e imágenes, imágenes prediseñadas o importadas desde imágenes de la computadora. Se le pueden aplicar distintos diseños de fuente, plantilla y animación" (ManualPowerPoint, 2022, p.1).

12) Microsoft Ms Project

"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..." (Lugo, 2020).

13) Google Earth

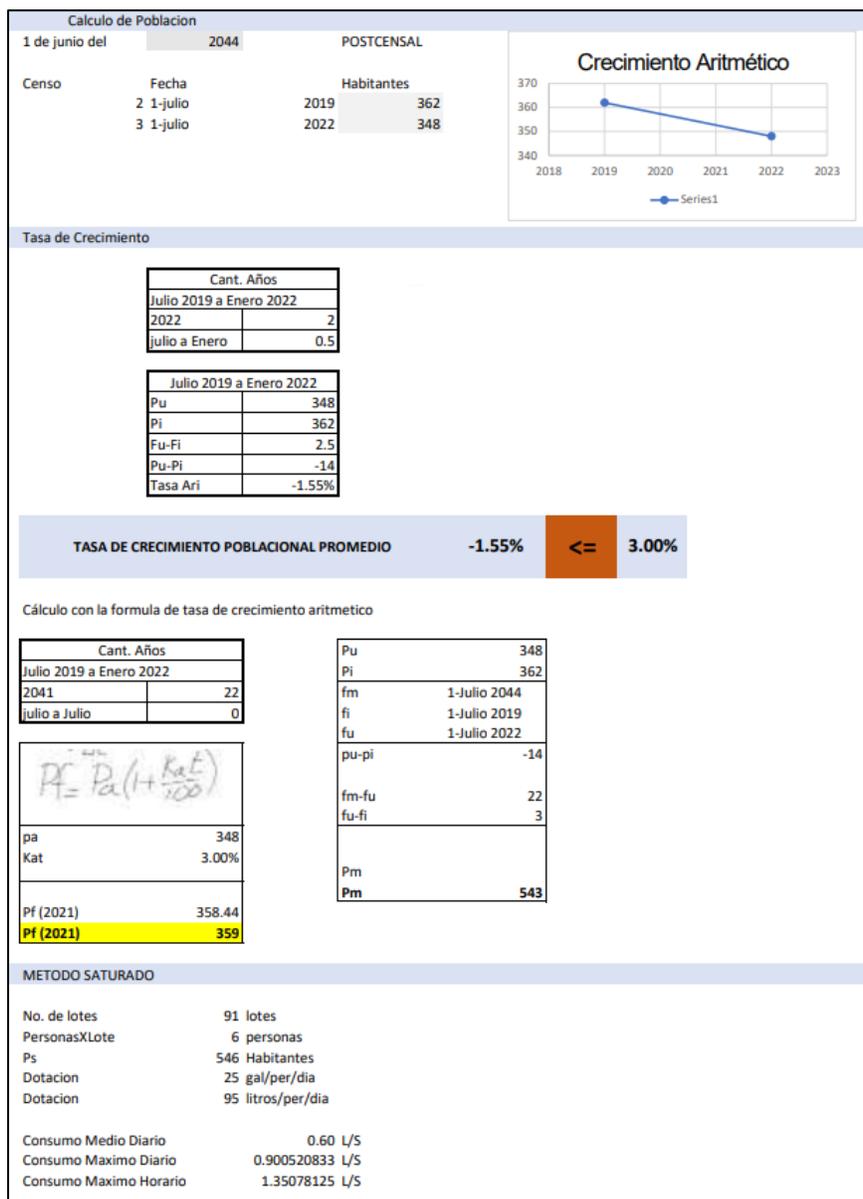
"Ofrece imágenes por satélite de alta calidad, que generan una visualización del globo terráqueo realista y cercana. A eso hay que sumar, además, el modelado 3D realizado por Google, que hace que sea posible visualizar el relieve de cientos de ciudades de todo el mundo, o la altura de edificios y otras estructuras"(Collado, 2021).

14) Zotero

"Es un programa de software libre (bajo licencia AGPL) que permite gestionar las referencias y citas bibliográficas de forma libre, abierta y gratuita, creado en octubre de 2006 por Dan Cohen, Josh Greenberg, y Dan Stillman del Center for History and New Media de la George Mason University." (Librarian, 2016).

### 15) Formato de Excel (Cálculo Taza de Crecimiento)

Cálculo de la población futura mediante una tasa aritmética y comparada con la población futura determinada mediante el método saturado, también se determinó el consumo máximo horario desarrollado mediante una hoja de Excel.



**Ilustración 4. Técnicas de investigación.**

Fuente: (Recinos, Cálculo Taza de Crecimiento, 2022).

16) Formato de Excel (Cálculo de Caudales)

Cálculo de densidad poblacional a partir de caudal máximo diario y determinación de la dotación por tramo, identificando de esta forma la demanda por zona. Determinado mediante una hoja de Excel.

DISTRIBUCIÓN DE CAUDALES					CALCULO DE TANQUE		
POBLACION (HAB 2041)	546				CONSUMO MEDIO DIARIO	51,870.00 Litros por día	
DOTACION (GPPD)	25				35% del CMD	18,154.50 litros	
DOTACION (LPPD)	95					18.1545 m3	
CAUDAL MEDIO DIARIO	0.6003 L/S					3,998.79 gal	
CAUDAL MAXIMO DIARIO	0.9005 L/S				Dimensiones		
CAUDAL MAXIMO HORARIO	1.3508 L/S				Diametro interno	3.1	
Qu/pf	0.002473958 LSP				area de base	7.55	
					Altura interna	2.41	
Densidad poblacional					0.002286389 personas/m2		
TRAMO	AREA (M2)	POBLACION DEL TRAMO (PERSONAS)	DOTACION (L/S)	LONGITUD	Nodos	Caudal Base	Caudal Base
1	3,620.02	8.28	0.0205	91.023	18	0.01025	0.0103
2	7,345.20	16.79	0.0416	93.4	19	0.03105	0.0311
3	13,774.77	31.49	0.0780	62.284	20	0.0598	0.0598
4	17,035.72	38.95	0.0964	109.82	21	0.0872	0.0872
5	16,013.74	36.61	0.0906	96.96	22	0	0
6	7,967.61	18.22	0.0451		23	0.0935	0.0935
7	1,064.29	2.43	0.0061		24	0.11265	0.1127
8	2,951.26	6.75	0.0167		9	0.00305	0.0031
9	23,802.41	54.42	0.1347	127.153	5	0.10665	0.1067
10	9,067.70	20.73	0.0513		26	0.02565	0.0257
11	13,892.95	31.76	0.0786	131.196	13	0.0195	0.0195
12	6,892.88	15.76	0.0390		4	0.0115	0.0115
13	4,053.94	9.27	0.0230		6	0.1078	0.1078
14	24,210.50	55.35	0.1370	96.91	17	0.1076	0.1076
15	13,820.13	31.60	0.0782	81.816	29	0	0
16	11,989.81	27.41	0.0679	112.307	30	0.07305	0.0731
17	9,858.19	22.54	0.0558		31	0.03395	0.034
18	3,002.43	6.86	0.0170	103.799	2	0.0279	0.0279
19	9,608.41	21.97	0.0544	101.287	32	0.0085	0.0085
20	21,139.60	48.33	0.1196	134.264	33	0.0357	0.0357
21	8,948.52	20.46	0.0507	133.23	34		0
22	8,744.49	19.99	0.0495	291.794	35	0.02475	0.0248
Σ	238,804.527	546.000	1.3517		36	0.02475	0.0248
Tramo 1 Demanda	0.8586 l/s						
	0.4931						
					8	0.02255	0.0226
					7	0.03395	0.034
					12	0.02565	0.0257
					40	0.00835	0.0084
					14	0.0195	0.0195
					10	0.0115	0.0115
					1	0.0279	0.0279
					42	0.087	0.087
					15	0.02535	0.0254
					16	0.0598	0.0598
					43	0.02535	0.0254
						1.3517	1.3525

Ilustración 5. Cálculo de Caudales.

Fuente: (Gómez, Calculo de Caudales, 2022).

17) Formato de Excel (Cálculo de Diámetros en Tramos)

Cálculo de pérdidas, velocidades y diámetros de los tramos especificados con el caudal. Determinado mediante una hoja de Excel.

Hf		1.20 metros	
Longitud tota		857.52 metros	
		0.14 pérdidas por cada 100 metros	

Tramo 1	
Est. Inicial	0+000
Est. Final	0+090
Longitud	90.00 metros
Q (caudal)	0.01025 l/s
Hf	0.1259 metros
C	140.00
Q	1.03E-05 m <sup>3</sup> /s
D	0.01220033 m
	0.48 in
	0.50 in
	12.70 mm
Hf	0.1036 metros
Area	0.000127 m <sup>2</sup>
Velocidad	0.08 m/s

Tramo 2	
Est. Inicial	0+090
Est. Final	0+189
Longitud	99.00 metros
Q (caudal)	0.04130 l/s
Hf	0.1385 metros
C	140.00
Q	0.000041 m <sup>3</sup> /s
D	0.02071490 m
	0.82 in
	3/4 in
	20.70 mm
Hf	0.1390 metros
Area	0.000337 m <sup>2</sup>
Velocidad	0.12 m/s

Tramo 3	
Est. Inicial	0+189
Est. Final	0+244
Longitud	55.00 metros
Q (caudal)	0.10110 l/s
Hf	0.0770 metros
C	140.00
Q	1.01E-04 m <sup>3</sup> /s
D	0.02910579 m
	1.15 in
	1.20 in
	25.00 mm
Hf	0.1614 metros
Area	0.000491 m <sup>2</sup>
Velocidad	0.21 m/s

Línea de distribución	
Est. Inicial	0+000
Est. Final	0+058
Longitud	58.00 metros
Q (caudal)	1.35000 l/s
Hf	0.0812 metros
C	140.00
Q	1.35E-03 m <sup>3</sup> /s
D	0.07790443 m
	3.07 in
	3.00 in
Hf	0.09766 metros
Area	0.004560 m <sup>2</sup>
Velocidad	0.30 m/s

**Ilustración 6. Cálculo de Diámetros de Tuberías.**

Fuente: (Gómez, Calculo de Caudales, 2022).

Malla No.	Malla mm	Peso Retenido Parcial (g)	Peso retenido Acumulado (g)	Porcentaje retenido	% retenido acumulado	% Pasado
½"	12.7	0.00	0.00	0.00%	0.00%	100%
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00%	0.00%	100%
4	4.75	0.54	0.54	0.05%	0.05%	100%
10	2	3.52	4.06	0.30%	0.35%	100%
30	0.63	3.30	7.36	0.28%	0.63%	99%
40	0.42	4.00	11.36	0.34%	0.97%	99%
100	0.106	975.46	986.82	83.05%	84.02%	16%
200	0.074	149.76	1136.58	12.75%	96.77%	3%
Fondo		37.97	1174.55	3.23%	100.00%	0.00%
Total		1174.55		100%		

Porcentajes de grava, arena y finos.	
0.05%	Retenidos acumulados hasta el tamiz No.4
96.72%	96.77% Retenidos acumulados desde el tamiz No.4 hasta el No.200
3.23%	Porcentaje que pasa por el tamiz 200

Cálculo de D10, D30, D60, Cu y Ccc	
Según el gráfico	Según calculos
0.26	0.216470085
1.5	0.15899591
5.9	0.272421996

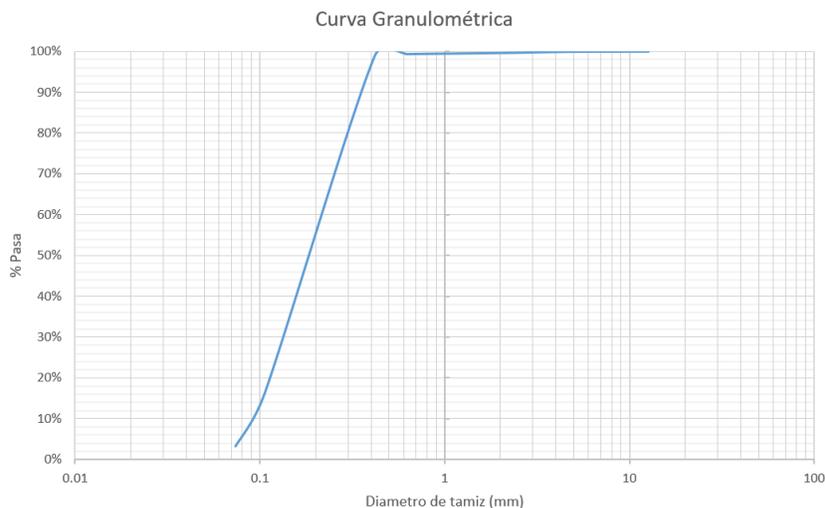
Cu	1.2584741	NO
Cc	0.42867864	SI

ARENA MAL GRADUADA  
MAL GRADUADA

**Ilustración 7. Formato (Cálculos de Ensayo de Granulometría y Clasificación de Suelo).**

Fuente: (Gómez, 2022).

Cálculo de Pesos Retenidos, Retenidos Acumulados, Porcentajes Retenidos y Acumulados, Porcentaje Pasado, Porcentajes de Grava, Arena y Finos, Diámetros (D10, D30, D60), Cu y Cc..



**Ilustración 8. Cálculo de Ensayo Granulometría y clasificación de Suelo.**

Fuente: (Gómez, 2022).

#### 4.3.2 TÉCNICAS



**Ilustración 9. Técnicas de investigación.**

Fuente: (Recinos, Técnicas de investigación, 2022).

### 1) Asesorías

Asesoramiento de docentes con experiencia relacionadas a las consultas establecidas, Ing. Otto Flores Y Ing. Michael Pineda.

### 2) Entrevista Verbal

“La entrevista es una técnica de recogida de información que además de ser una de las estrategias utilizadas en procesos de investigación, tiene ya un valor en sí misma” (Bertomeu, 2022, p.2). Se realizó una entrevista a los líderes de la comunidad Yamileth Canales y al ingeniero representante de Rotary Luis Canales.

### 3) Levantamiento topográfico

El conjunto de operaciones necesarias para determinar las posiciones de puntos en la superficie de la tierra, tanto en planta como en altura, los cálculos correspondientes y la representación en un plano (trabajo de campo + trabajo de oficina) (*Glosario Topografía Mexico*, 2017)

Mediante el equipo descrito en la sección 4.3.1 de instrumentos se realizó la recolección de puntos de datos topográficos que en conjunto describen las características de la superficie de la zona, de esta forma obtuvo la información necesaria para definir la línea de conducción más favorable en cuanto a características físicas.

### 4) Visitas de Reconocimiento

Se realizaron visitas de reconocimiento a la comunidad las Funez con el familiarizarse con el relieve, características físicas del sitio y habitantes del sitio, generando un mejor criterio al proceder con las técnicas aplicadas para la recolección de información al igual que un diseño óptimo.

### 5) Granulometría

Se clasifico el material según los tamaños predominantes observados retenidos y pesados en los tamices respectivos que demanda el análisis.

## 6) Clasificación de Suelo Método SUCS

Se clasificó la muestra obtenida en sitio según los criterios de SUCS. "Los suelos granulares o finos, según se distribuye el material que pasa el tamiz de 3" = 75 mm; el suelo es denominado "fino" cuando más del 50% pasa el Tamiz número 200 (T200). Si no ocurre, el material es "granular" y será grava o arena" (*Clasificación de suelos*, 2022., p.1).

### 4.3.3 MATERIALES Y EQUIPO

Se requieren de cierto equipo para realizar la toma de muestra de suelo y analizar la capacidad resistente de este en el laboratorio. Para este ensayo fue necesario lo siguiente:

#### 1) Agitador Mecánico

"Un agitador de tamices es una máquina diseñada para sostener y agitar una pila de tamices con el propósito de separar una muestra de suelo u otro material granular en sus partículas componentes por tamaño. La pila de tamices está compuesta por tamices de diferentes tamaños" (Spiegato, 2021, p. 1). Se utilizó un agitador modelo RX-29 Marca ELESOILTEST.

#### 2) Balanza Digital

"Una balanza digital es un dispositivo de medición utilizado para medir el peso o la masa de un objeto o sustancias" (Netinbag, 2020, p. 1). Se utilizó una balanza digital modelo GF-6100, con una precisión de 0.01 gramos, marca AND.

#### 3) Cubeta

Recipiente plástico con forma de cilindro con una tapa, volumen equivalente a cinco galones (0.0189271 m<sup>3</sup>) utilizado para almacenar material.

#### 4) Cucharón de Metal

Herramienta de acero con mango de metal y recipiente cóncavo, utilizado para manejar material.

#### 5) Horno

"Hornos de circulación forzada de aire, lo cual entrega un espacio de trabajo con temperatura pareja para aplicaciones de ensayos... Incluye dos repisas ajustables, compuerta ajustable y un

rango desde temperatura ambiente a 300°F (149°C)” (Lazarus&Lazarus,2021, p. 1). Se utilizo un horno pequeño modelo 30 GC Lab Oven marca ELESOILTEST

6) Martillo de Goma

Herramienta con mango de madera y masa de goma utilizada para disminuir los grumos de la muestra de suelo, se utilizó un martillo de goma con un peso aproximado de 1lb.

7) Palas

Herramienta con mango de madera con pala metálica utilizada para cuartear y movilizar el material.

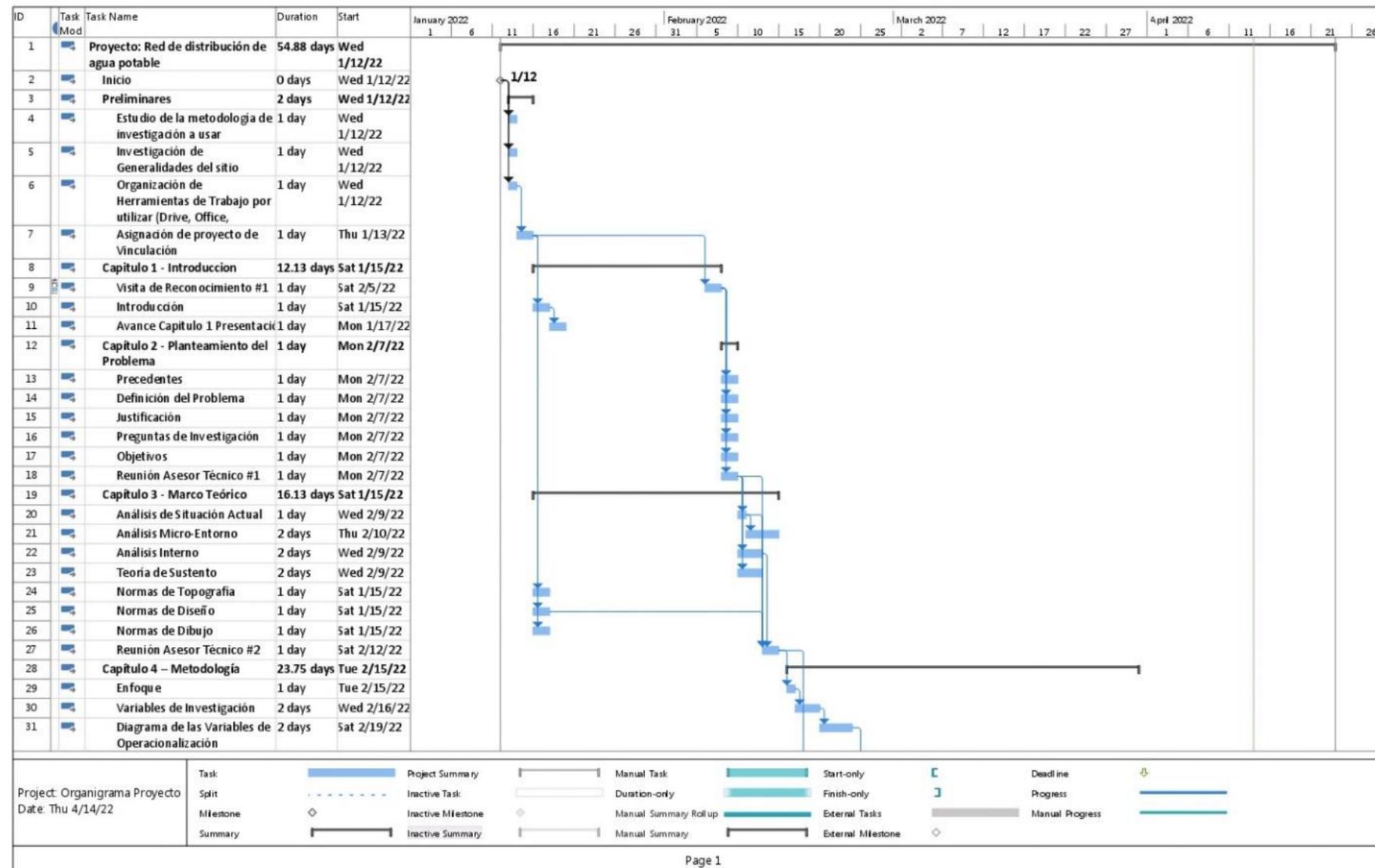
8) Tamices

“Los tamices Humboldt consisten en la más alta calidad para asegurar un tamaño consistente, especificaciones precisas y construcción durable. Todos nuestros tamices cumplen con ASTM E11 y AASHTO M92. Cada uno cuenta con trazabilidad por medio de número de serie individual” (“Tamices Humboldt,” Lazarus&Lazarus 2021., p. 1). Se utilizaron los tamices #200, 100#, 40#, 30#, 20#, 10#, 4# y el fondo.

9) Taras

Recipiente metálico pequeño utilizado para almacenar y manejar material.

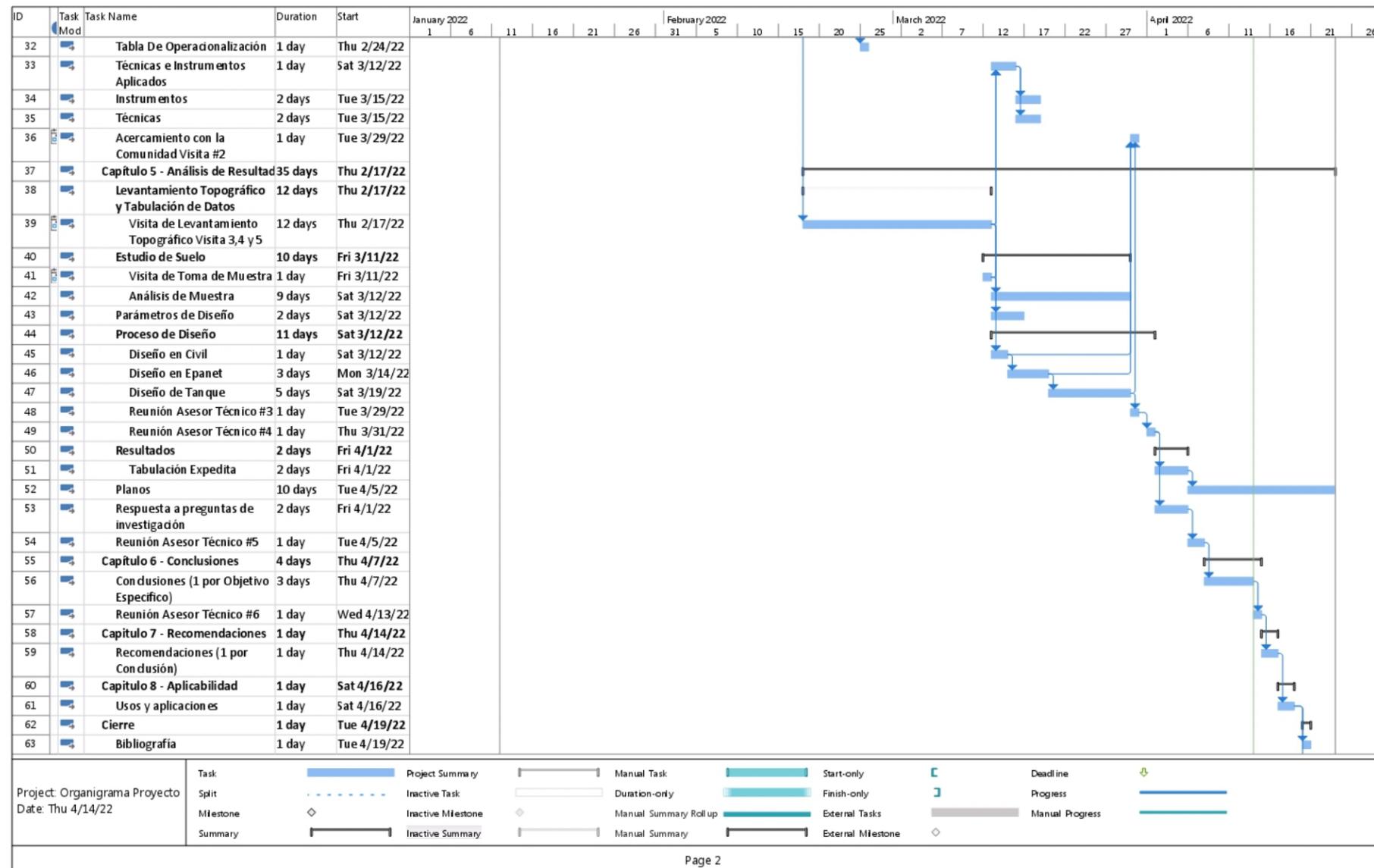
#### 4.3.4 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES



**Ilustración 10. Cronograma de Trabajo durante Proyecto de Graduación Fase 1, parte 1.**

Fuente: Recinos, C. (2022).

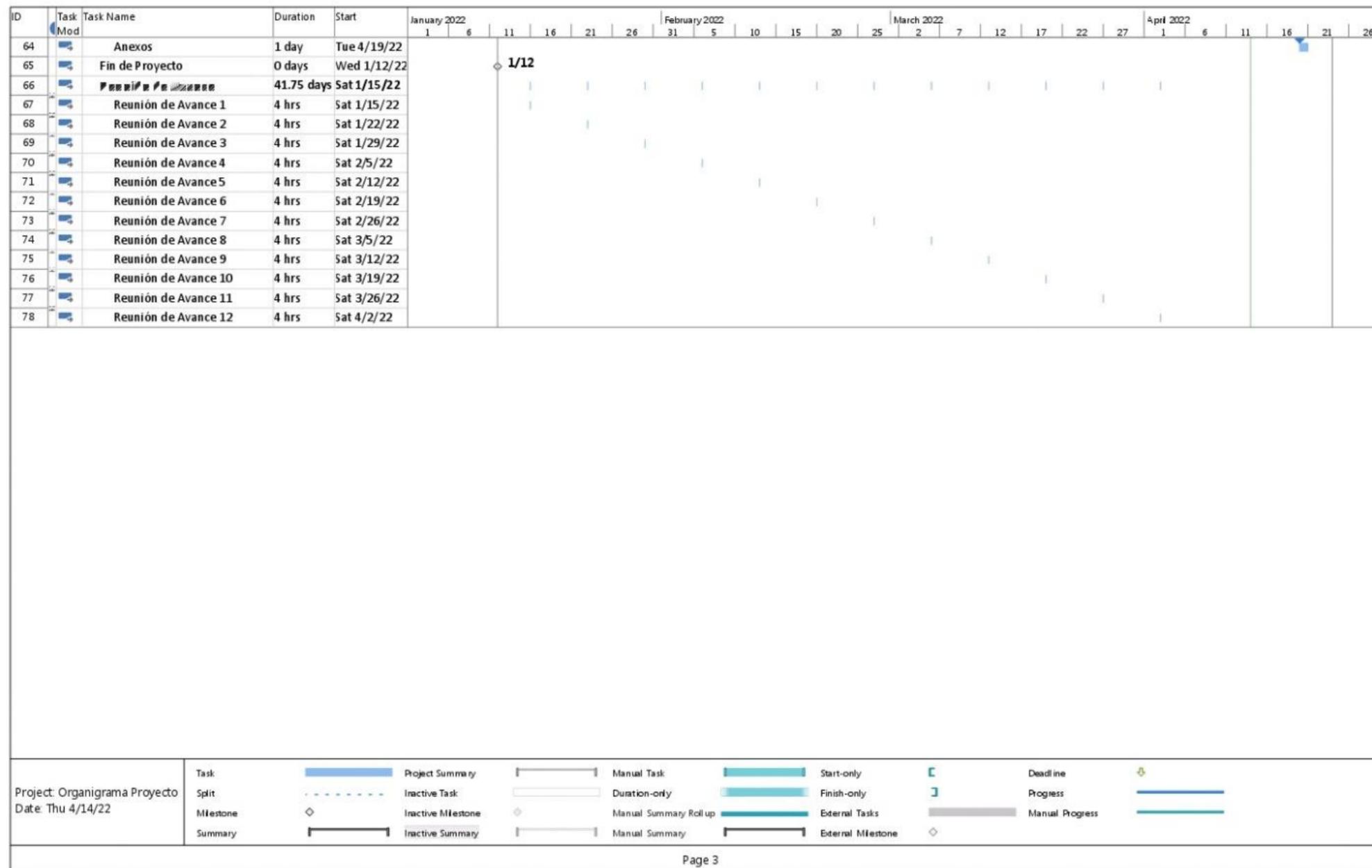
La tabla de operacionalización implica descomponer las variables y hacerlas medibles, es decir, determinar cuáles con los ítems que contribuirían para darle solución a la problemática. Las preguntas de investigación constituyen los lineamientos para definir las variables independientes, las cuales darán respuesta a la variable dependiente.



**Ilustración 11. Cronograma de Trabajo durante Proyecto de Graduación Fase 1, parte 2.**

Fuente: Recinos, C. (2022).

Durante las semanas 5-12 se completó el capítulo cuatro de la metodología y el capítulo cinco de resultados/análisis del proyecto, para ello fue necesario culminar el levantamiento topográfico, mismo que se concretó en la semana nueve. Además, se realizaron las asesorías, tanto las de campo como las de los asesores metodológicos y temáticos.



**Ilustración 12. Cronograma de Trabajo durante Proyecto de Graduación Fase 1, parte 3.**

Fuente: Recinos, C. (2022).

Durante las 12 semanas hubo reuniones vía zoom y de manera presencial, trabajando en paralelo las visitas de campo, la investigación de los diferentes temas competentes y la redacción del informe final del proyecto.

#### 4.3.5 ACTIVIDADES DESARROLLADAS SEGÚN CRONOGRAMA DE TRABAJO

##### 1) PRELIMINARES

En el transcurso de las primeras semanas del período de trabajo paralelamente a la asignación de proyectos de vinculación, se determinaron los formatos a implementar en la redacción del informe al igual que se estudió la metodología de investigación a usar según las sugerencias del asesor metodológico. Se programó un plan de acción con el objetivo de ser más eficiente en el proceso al momento de recolectar información.

##### 2) CAPÍTULO 1 – INTRODUCCIÓN

Para el desarrollo del capítulo #1 se realizó la primera visita de reconocimiento a la comunidad las Fúnez, en la que se obtuvo la información base para conocer generalidades de la Comunidad y tener un mayor acercamiento con la comunidad y entender su punto de vista ante esta necesidad.

##### 3) CAPÍTULO 2 - PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Con la información recolectada en campo se definió el problema y los antecedentes de estos que justifican el desarrollo del proyecto. A su vez planeamos los objetivos a cumplir con el desarrollo de este proyecto.

##### 4) CAPÍTULO 3 - MARCO TEÓRICO

Durante este proceso se definió el carácter técnico en el que se basará el criterio tomado para las tomas de decisiones al momento del diseño y análisis de resultados, se complementó con las asesorías técnicas del ingeniero Otto. Flores y posteriormente con el Ingeniero Oscar Bu.

##### 5) CAPÍTULO 4 – METODOLOGÍA

Con el seguimiento al análisis de enfoque y tipo de diseño a emplear se definieron variables de investigación que ayudarían a elucidar en las preguntas de investigación planteadas para las cuales se utilizarán los instrumentos, técnicas y materiales a emplear para la obtención de información.

## 6) CAPÍTULO 5 - ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se realizó un paso a paso de los procedimientos y cálculos aplicados para llegar a la conclusión de longitudes, diámetros, cédulas y demás especificaciones técnicas en el diseño de la Red de Distribución de Agua Potable. Además, de agregar la información complementaria para el análisis demográfico del sitio.

## 7) CAPÍTULO 6 – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base la información recolectada y procesada durante el desarrollo del capítulo 5 se elucido una conclusión por cada pregunta de investigación planteada al inicio de la investigación de igual forma por cada recomendación.

## 8) CAPÍTULO 8 – APLICABILIDAD

Con lo anterior desarrollado se propuso un plan de acción para facilitar los respectivos procesos del proyecto de red de distribución de agua potable tenga las mejores condiciones para su construcción.

## V. RESULTADOS Y ANÁLISIS

### 5.1 ANÁLISIS DEL SITIO

Las Fúnez es una Aldea de Choloma que se encuentra a 11 kilómetros del centro de este municipio, desarrollándose alrededor de una carretera de aproximadamente dos kilómetros de longitud.

#### 5.1.1 TOPOGRAFÍA

La comunidad las Funez está ubicada en los Bajos de Choloma, Cortes. Con coordenadas 1725941.96N, 406969.23 E.

Se realizó el levantamiento topográfico alrededor de la carretera principal considerada dentro del levantamiento catastral, tomando en consideración la ruta que tomara la línea de distribución en el diseño. Los datos se procesaron en el análisis de trabajo de oficina en el cual se identificaron diferencias de elevación menores a un metro en una distancia máximas de 850 metros. También se identificó como los puntos más bajos que se encuentran cercanas al rio mostrando un nivel de 14.40 msnm, volviendo a estabilizarse conforme se aleja el rio.

Con la información brindada por el análisis de datos topográficos se decidió la ruta de línea de distribución principal y secundario, obteniendo los resultados mostrados en las siguientes tablas.

**Tabla 3. Datos de línea principal.**

Tramo	Longitud	Rumbo	Punto Inicial	Punto Final
L1	33.74	N35° 12' 34.50" E	(406406.89,1725397.40)	(406426.34,1725424.97)
L2	112.63	N43°03'26.82" E	(406430.50,1725430.08)	(406507.40,1725512.37)
L3	27.81	N53° 34' 47.32"E	(406513.99,1725518.25)	(406536.37,1725534.76)
L4	114.10	N61°32'59.14"E	(406542.02,1725538.35)	(406642.34,1725592.70)
L5	35.77	N54°21'05.80"E	(406647.46,1725595.91)	(406676.52,1725616.75)
L6	126.47	N43°35'58.62"E	(406683.33,1725622.68)	(406770.55,1725714.26)
L7	275.12	N42°03'00.61"E	(406771.71,1725715.52)	(406955.98,1725919.81)
L8	33.24	N43°36'06.33"E	(406957.15,1725921.07)	(406980.07,1725945.14)
L9	77.65	S80°02'26.28"E	(406980.07,1725945.14)	(407056.68,1725932.42)
L10	3.89	S85°02'26.28"E	(407056.75,1725932.41)	(407060.63,1725932.08)
L11	15.32	S59°36'39.02"E	(407061.02,1725931.95)	(407074.23,1725924.20)
L12	5.81	S23°05'39.26"E	(407074.61,1725923.77)	(407076.89,1725918.43)
L13	5	S41°56'43.26"E	(407077.05,1725918.17)	(407080.40,1725914.45)
L14	74.83	S37°51'32.84"E	(407080.44,1725914.40)	(407126.36,1725855.32)

Continuación de tabla...

L15	154.51	S46°04'45.48"E	(407126.45,1725855.22)	(407237.75,1725748.04)
L16	36.61	S46°28'50.68"E	(407237.75,1725748.04)	(407264.30,1725722.83)
L17	112.18	S69°12'38.91"E	(407264.30,1725722.83)	(407369.18,1725683.01)
L18	93.86	N72°59'49.73"E	(407369.18,1725683.01)	(407458.93,1725710.46)
L19	49.14	N79°28'33.29"E	(407458.93,1725710.46)	(407507.25,1725719.43)
L20	34.81	S7°15'01.54"E	(406975.64,1725979.88)	(406980.04,1725945.35)

Fuente: (Recinos, Tabla de Datos Línea Principal, 2022).

Una vez definida la ubicación y la ruta que seguirá la línea principal se procederá a definir la ubicación y tramos de la línea secundaria.

**Tabla 4. Datos topográficos de líneas Secundaria.**

Tramo	Longitud	Rumbo
L21	65.69	N51° 08' 42.83"W
L22	132.23	S43° 04' 31.30"W
L23	79.28	N41° 10' 47.38"E
L24	149.55	S62° 09' 45.84"E
L25	39.55	S59° 09' 13.55"E
L26	98.63	N69° 42' 59.59"W
L27	74.97	N44° 46' 46.22"W
L28	138.26	N42° 57' 43.45"E
L29	154.32	S42° 51' 40.51"W
L30	81.23	S44° 23' 57.14"W
L31	133.23	N54° 49' 52.41"W

Fuente: (Recinos, Tabla de Datos Línea Secundaria, 2022).

Al definir tanto los tramos principales como secundarios se procede a transportar el diseño hacia un modelo en EPANET, al mismo tiempo se genera la guía de análisis para los tramos de forma manual con formatos definidos en la sección de instrumentos 4.3.1.

#### 5.1.2 ELEMENTOS DEL SITIO

La comunidad se desarrolla alrededor de una carretera de tierra de más de 8 metros de ancho. Esta es atravesada por una quebrada de poca profundidad, donde se construyó un puente simple de concreto de 9 metros de largo y 5.5 metros de ancho.

Debido a que la línea de tubería pasará por este puente, se diseñó que ésta pasará a lo largo de la parte baja del puente. El material de la tubería será HG, al igual que sus accesorios, debido a la exposición que tendrá la misma, para evitar posibles roturas por golpes durante las inundaciones

o las crecidas de la quebrada. Dichos detalles constructivos se encuentran en el plano de detalles incluido en el presente informe. A parte de este puente, no hay ningún tramo en el cual se requerirá paso aéreo.

A los costados de la carretera también se distinguieron varios lotes donde se construyeron aceras y accesos de concreto, los cuales se deben considerar al momento de trazar las excavaciones para zanja de tubería, a modo de reducir al mínimo la necesidad de demoler dichos elementos, sin entrar en el área de calzada de lo que podría ser un futuro pavimento.

### 5.1.3 ESTUDIO DEL SUELO

Se extrajo una muestra aproximada de 1.33 parihuelas ( $0.0378 m^3$ ) de una calicata ubicada a aproximadamente dos metros de la ubicación actual del pozo, con coordenadas  $15^{\circ}36'35.96''N$ ,  $87^{\circ}52'4.34''W$ . Con dicha muestra se realizó la clasificación del suelo mediante el método de SUCS con el objetivo de determinar la capacidad soportante del suelo.

A continuación, se detalla el proceso realizado para la determinación de la capacidad soportante del suelo:

- 1) Se cuarteó el material y se extrajo una muestra representativa de 1200 gramos.
- 2) El material se introdujo dentro del horno de secado a  $110 \pm$  cinco grados Celsius durante 24 horas.
- 3) Se retiró el material del horno y se diluyeron los grumos utilizando un martillo de goma y pesando el peso seco, obteniendo 1,175.27 gramos.
- 4) Posteriormente se colocó los tamices número #4, #10, #20, #30, #40, #100, #200 y el fondo en orden respectivamente y se procesó el material a través de estos y ubicándolo en el agitador mecánico durante 15 minutos.
- 5) Se tomo datos de los pesos retenidos en cada tamiz sumando un gran total de 1,174.55 gramos, teniendo una pérdida de 0.72 gramos equivalente al 6%.

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos:

**Tabla 5. Tabla granulométrica.**

Malla No.	Malla mm	Peso Retenido Parcial (g)	Peso retenido Acumulado(g)	% Porcentaje Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasado
½"	12.7	0.00	0.00	0.00%	0.00%	100%
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00%	0.00%	100%
4	4.75	0.54	0.54	0.05%	0.05%	100%
10	2.00	3.52	4.06	0.30%	0.35%	100%
30	0.63	3.30	7.36	0.28%	0.63%	99%
40	0.42	4.00	11.36	0.34%	0.97%	99%
100	0.106	975.46	986.82	83.05%	84.02%	16%
200	0.074	149.76	1,136.58	12.75%	96.77%	3%
Fondo		37.97	1,174.55	3.23%	100.00%	0.00%
Total		1,174.55		100%		

Fuente: (Gómez, Pesos Retenidos, 2022).

Una vez obtenidos los porcentajes de pase de los tamices, se procede a clasificar el suelo por medio de sistema de clasificación SUCS.

Debido a que menos del 50% del suelo pasa por el tamiz 200, este se clasifica como un suelo de grano grueso. De igual forma, debido a que más del 50% pasa por el tamiz No.4, este se clasifica como una arena.

Al tener un pase por el tamiz 200 de tan solo 3%, no es necesario determinar su límite plástico y líquido, sin embargo, se debe determinar su coeficiente de uniformidad y curvatura. Para obtener dichos coeficientes, se determinaron los diámetros de partícula para un pase del 10%, 30% y 60%, por medio de la interpolación de los resultados de la tabla.

$$y = y_1 + (x - x_1) \frac{(y_2 - y_1)}{(x_2 - x_1)}$$

$$D_{10} = 0.106 + (10\% - 16\%) \frac{(0.074 - 0.106)}{(3\% - 16\%)} = 0.090984$$

$$D_{30} = 0.42 + (30\% - 99\%) \frac{(0.106 - 0.42)}{(16\% - 99\%)} = 0.159$$

$$D_{60} = 0.42 + (60\% - 99\%) \frac{(0.106 - 0.42)}{(16\% - 99\%)} = 0.27242$$

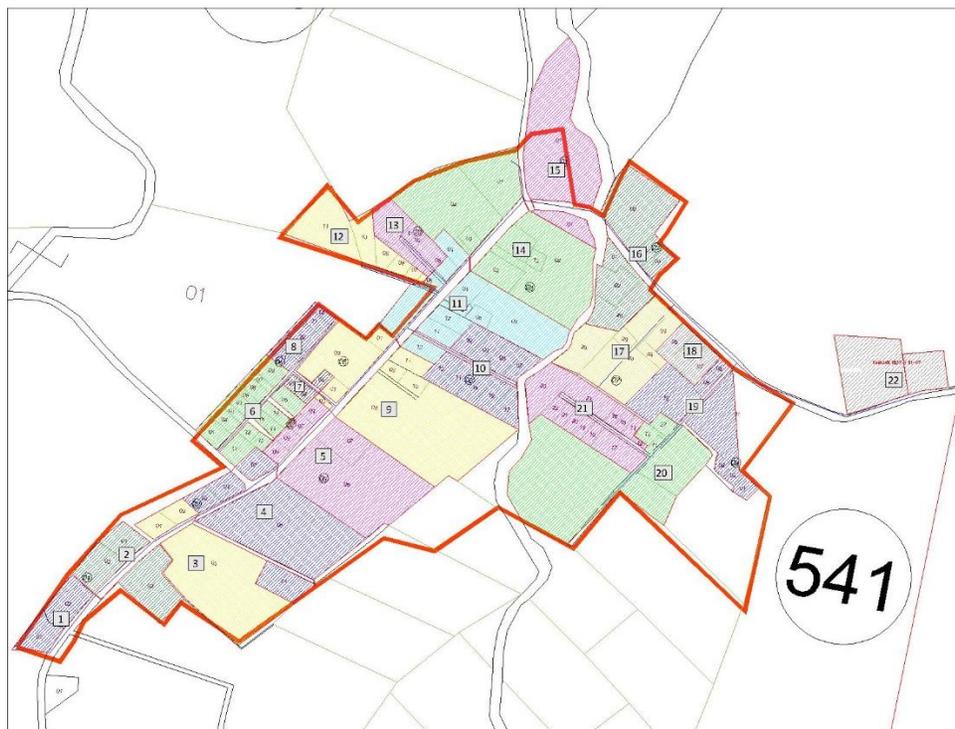
$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} = \frac{0.2742}{0.0909} = 2.99 < 6 \text{ (No cumple)}$$

$$Cc = \frac{D_{30}^2}{D_{60} * D_{10}} = \frac{0.159^2}{0.2724 * 0.091} = 1.02 > 1 \text{ y } < 3 \text{ (Cumple)}$$

Debido a que el coeficiente de uniformidad es menor a 4, el sistema de clasificación SUCS indica que el suelo es una arena fina mal graduada (SP). Para comprender el proceso realizado en este ensayo de laboratorio, avocarse a las imágenes 31-37 del apartado en Anexos.

#### 5.1.4 LOTES Y ÁREAS TRIBUTARIAS

Como parte del proceso de análisis, se sectorizaron los lotes en 22 partes, de forma conveniente según los tramos de la red a analizarse. Estos se muestran en la imagen a continuación.



**Ilustración 13. Áreas tributarias para cálculo de la demanda base.**

Fuente: Gomez, I. (2022).

Para la definición de los sectores se tomaron tramos de alrededor de 100 metros en la línea principal de tubería. En la imagen previa se pueden identificar los sectores, los cuales se les asignó un color aleatorio con el propósito de que sus perímetros fueran fácilmente identificados. Estos sectores serán utilizados para distribuir las demandas de agua potable en los tramos a partir del método de densidad poblacional.

## 5.2 CRITERIOS DE DISEÑO

Se utilizarán los siguientes criterios según lo indicado en la norma de Aguas de Choloma.

- Se ha determinado un período de diseño de 20 años para todas las partes del sistema.
- La dotación generalizada para poblaciones menores de 2,000 habitantes será de 25 gppd.
- A velocidad mínima será de 0.60 m/seg y la máxima de 3 m/seg.
- El diseño y análisis de la red debe hacerse para las condiciones más favorables y por esa razón se hará para las condiciones de consumo Máximo Horario, cuyo factor de variación es de 2.25 (no se considera demanda de incendio).
- La presión mínima se refiere a la presión hidrodinámica que será de 10 m.c.a y la presión máxima se refiere a la presión hidrostática que será de 60 m.c.a.
- 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.

## 5.3 DEMOGRAFÍA Y DEMANDA

### 5.3.1 POBLACIÓN

El patronato de la comunidad las Fúnez realizó censos poblacionales a mediados el año 2019, con el objetivo de desarrollar el proyecto de red de distribución de agua potable. Antes de los fenómenos naturales ETA, IOTA, y antes de la pandemia por el Covid-19, la población era de 362 habitantes, teniendo una media de 3.61 habitantes por familia. A comienzos del 2022 se actualizó este censo resultando en 348 habitantes, con una media de 3.41 habitantes por familia, mostrando una disminución de 14 habitante en dos años.

### 5.3.2 CRECIMIENTO POBLACIONAL

Para el cálculo de población de diseño en primera instancia considerando un crecimiento aritmético según las normativas de SANAA se debe identificar al menos dos censos poblacionales dentro de los últimos cinco años y procediendo a determinar la tasa de crecimiento poblacional. Obteniendo los siguientes resultados:

Fecha de Censo Inicial (Fi): 01/Julio/2019

Fecha de Censo Último (Fu): 01/Enero/2022

Población de Censo Inicial (Pi): 362 habitantes

Población de Censo Último (Pu): 348 habitantes

Diferencia de tiempo en años entre censos (Fu-Fi): 2.5 años

$$Fu - Fi = 2.5 \text{ años}$$

$$Pu - Pi = 362 \text{ hab} - 348 \text{ hab} = -14 \text{ habitantes}$$

$$\text{Tasa de Crecimiento \%}(ka) = \frac{\left(\frac{Pu - Pi}{Fu - Fi}\right)}{Pi} = \frac{\left(\frac{-14 \text{ hab}}{2.5 \text{ años}}\right)}{362 \text{ hab}} = -0.01546 * 100 = -1.546\%$$

Al ser la tasa de crecimiento poblacional inferior al 3% que sugiere el SANAA como parámetro de diseño en la página 24 de Normas de Diseño para Acueductos Rurales se tomara el 3%.

$$-1.546\% \leq 3\%$$

Se procede a calcular la población futura con un crecimiento poblacional del 3% y posteriormente comparar con la población futura obtenida con el método de saturación utilizando el dato mas critico como población de diseño.

$$Pf = Pa * \left(1 + \frac{Kat}{100}\right) = 348 * \left(1 + \frac{3}{100}\right) = 358.44 \approx 359 \text{ habitantes}$$

Se determino la población futura mediante el método de saturación, primeramente, obtenido la cantidad de lotes el sitio según catastro y la dotación especificada por la normativa SANAA.

Numero de Lotes: 76 lotes

$$\text{Dotación: } 25 \frac{\text{gal}}{\text{per dia}} \approx 95 \frac{\text{Lt}}{\text{per dia}}$$

$$\text{Población Futura (Ps)} = \text{No. Lotes} * \text{Personas Por Lote}$$

$$Ps = 91 \text{ Lotes} * 6 \text{ PersPorLote} = 546 \text{ Habitantes}$$

Al ser mayor la población futura por método de saturación (546 habitantes) comparado con la población obtenida por el método aritmético (359 habitantes) se seleccionó el más crítico para el diseño

### 5.3.3 DENSIDAD POBLACIONAL

El área total de la comunidad es de 238,804.53 m<sup>2</sup>, para una población futura de 456 personas. Por tanto, la densidad poblacional resultante es de 0.00191 personas/m<sup>2</sup> (19.1 personas/ha)

### 5.3.4 CAUDALES

Para poblaciones menores a 2,000 habitantes la dotación generalizada es de 25 gppd (113.65 LPPD). Para el diseño de la red se utiliza un coeficiente de variación de 2.25 para el cálculo del Consumo Máximo Horario y de 1 para el Consumo Medio Diario.

$$\text{Consumo Medio Diario (CMD): } 546 * 95 * 1 = 51,870 \frac{\text{Litros}}{\text{día}} \approx 0.6 \frac{\text{Litros}}{\text{seg}}$$

$$\text{Consumo Maximo Horario (CMH): } 546 * 95 * 2.25 = 116,707.5 \frac{\text{Litros}}{\text{día}} \approx 1.35 \frac{\text{Litros}}{\text{seg}}$$

Se empleó el método de densidad poblacional para el cálculo de los caudales base extraídos en los nodos de la red. Se multiplicó el área de los sectores atribuidos a cada tramo por la densidad poblacional para obtener la cantidad de personas y por tanto la demanda de agua en el tramo.

**Tabla 6. Dotaciones por Tramo.**

Tramo	Área (m <sup>2</sup> )	Personas/tramo	Dotación (l/s)
1	3,620.02	6.91	0.0205
2	7,345.20	14.03	0.0416
3	13,774.77	26.30	0.0779
4	17,035.72	32.53	0.0963
5	16,013.74	30.58	0.0906
6	7,967.61	15.21	0.0451
7	1,064.29	2.03	0.0061
8	2,951.26	5.64	0.0167
9	23,802.41	45.45	0.1346
10	9,067.70	17.31	0.0513
11	13,892.95	26.53	0.0786
12	6,892.88	13.16	0.0390
13	4,053.94	7.74	0.0230
14	24,210.50	46.23	0.1369
15	13,820.13	26.39	0.0782
16	11,989.81	22.89	0.0678
17	9,858.19	18.82	0.0558
18	3,002.43	5.73	0.0170
19	9,608.41	18.35	0.0544

## Continuación de tabla...

20	21,139.60	40.37	0.1195
21	8,948.52	17.09	0.0506
22	8,744.49	16.70	0.0495
$\Sigma$	238,804.53	456.00	1.3510

Fuente: (Gómez, Dotaciones por Tramo, 2022).

Dichas dotaciones se distribuyeron por partes iguales en los nodos correspondientes a cada tramo para definir su caudal base.

## 5.4 DISEÑO DE LÍNEA Y RED DE DISTRIBUCIÓN

### 5.4.1 PROCESO DE DISEÑO EN EPANET

Se definió la ruta más adecuada por donde cruzará la tubería principal y secundaria de la red, asignándole su debido estacionamiento por medio del programa Civil3D, según la información obtenida con el levantamiento topográfico y el plano catastral. Dicha ruta se exportó en formato DFX para luego convertirse en formato INP por medio del programa EPACAD, y finalmente poderse importar al programa EPANET. Cabe resaltar, que ésta se analizará como una red abierta.

Una vez dibujada la red en EPANET se modificaron las elevaciones de los nodos, se ingresaron las demandas base, las longitudes y las propiedades de las tuberías de la red, las propiedades hidráulicas al igual que se ubicaron dos válvulas generales de control en la línea principal, a modo de sectorizar el sistema en dos partes. Se distribuyeron las dotaciones correspondientes a cada tramo de forma equitativa en los nodos que los comprenden, dando lugar a las dotaciones base, las cuales se ingresaron al sistema según lo mostrado en la siguiente tabla:

**Tabla 7. Caudales bases ingresados en nodos**

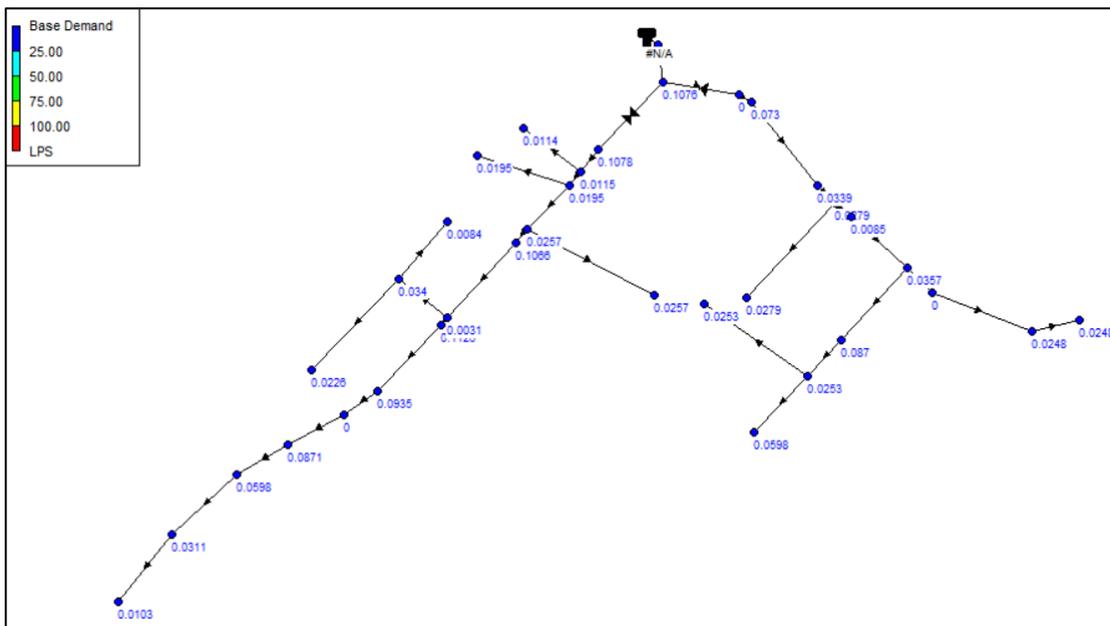
Línea principal				Líneas secundarias	
Nodo No.	Caudal Base l/s	Nodo No.	Caudal Base l/s	Nodo No.	Caudal Base l/s
18	0.0103	4	0.0115	8	0.0226
19	0.0311	6	0.1078	7	0.034
20	0.0598	17	0.1076	12	0.0257
21	0.0872	30	0.0731	40	0.0084
22	0.0000	31	0.0340	14	0.0195
23	0.0935	2	0.0279	10	0.0115
24	0.1127	32	0.0085	1	0.0279
9	0.0031	33	0.0357	42	0.0870

Continuación de tabla...

5	0.10670	34	0	15	0.0254
26	0.02570	35	0.0248	16	0.0598
13	0.01950	36	0.0248	43	0.0254

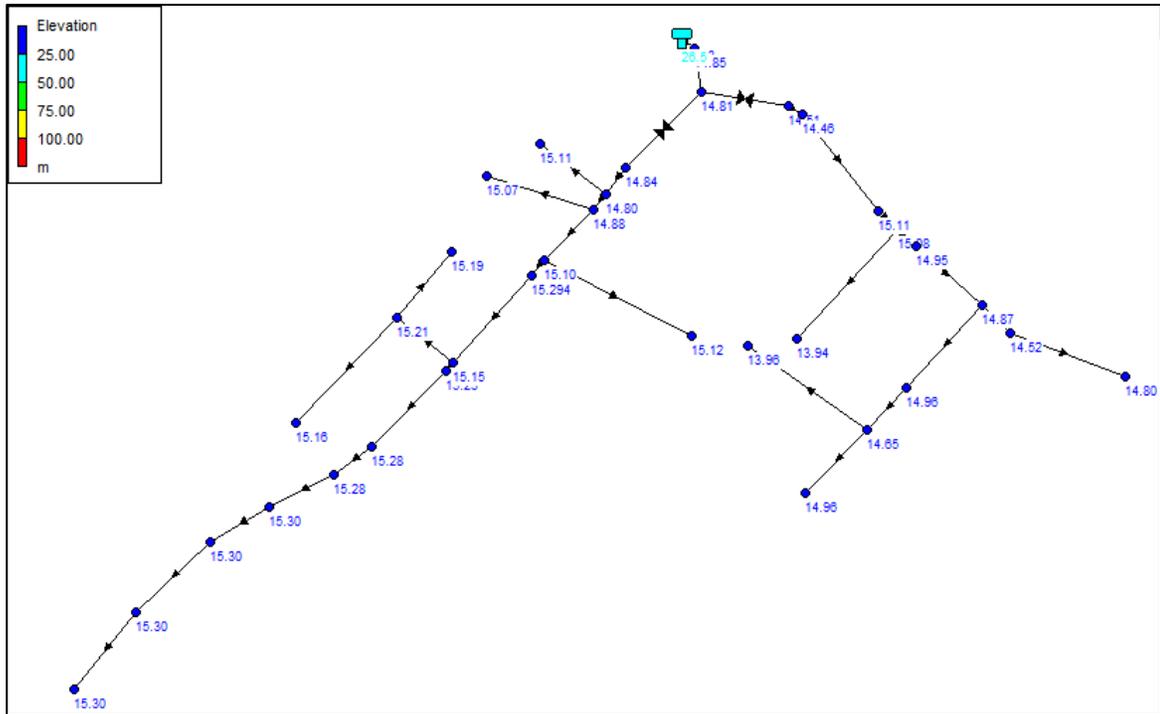
Fuente: Gómez, I. (2022).

En la siguiente imagen se muestran los valores de dotaciones base y elevaciones, ya ingresadas en los nodos del modelo en EPANET:



**Ilustración 14. Dotaciones base ingresadas en los nodos.**

Fuente: Gómez, I. (2022).

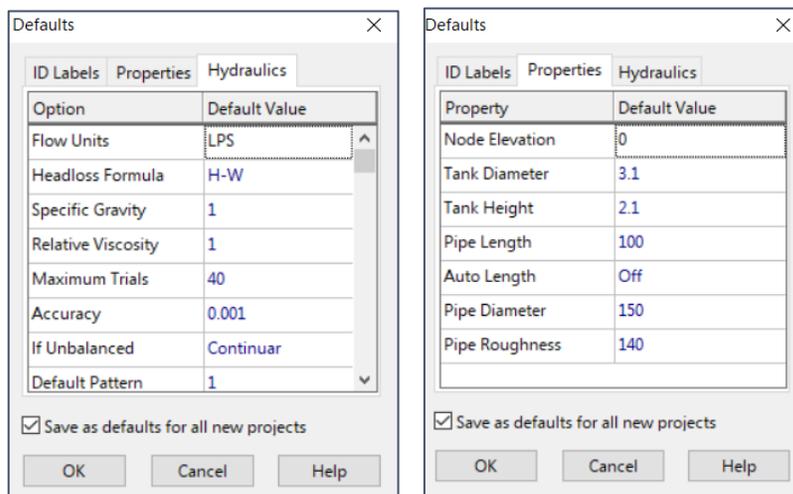


**Ilustración 15. Elevaciones de nodos.**

Fuente: Gómez, I. (2022).

Cabe aclarar que dichas elevaciones ingresadas son las mismas del terreno natural, sin considerar las profundidades de excavación que se podrían dar durante el proceso constructivo, ya que estas son variables.

Una vez introducidas las dotaciones se configuró el programa para que realizase el cálculo hidráulico con unidades métricas, por medio de la fórmula de Hazen-Williams, y que el coeficiente de rugosidad para la tubería fuese de 140, correspondiente a PVC, según especifica el SANAA. De igual forma, se ingresó la altura y diámetro según los resultados del cálculo mostrado en la sección 5.6.



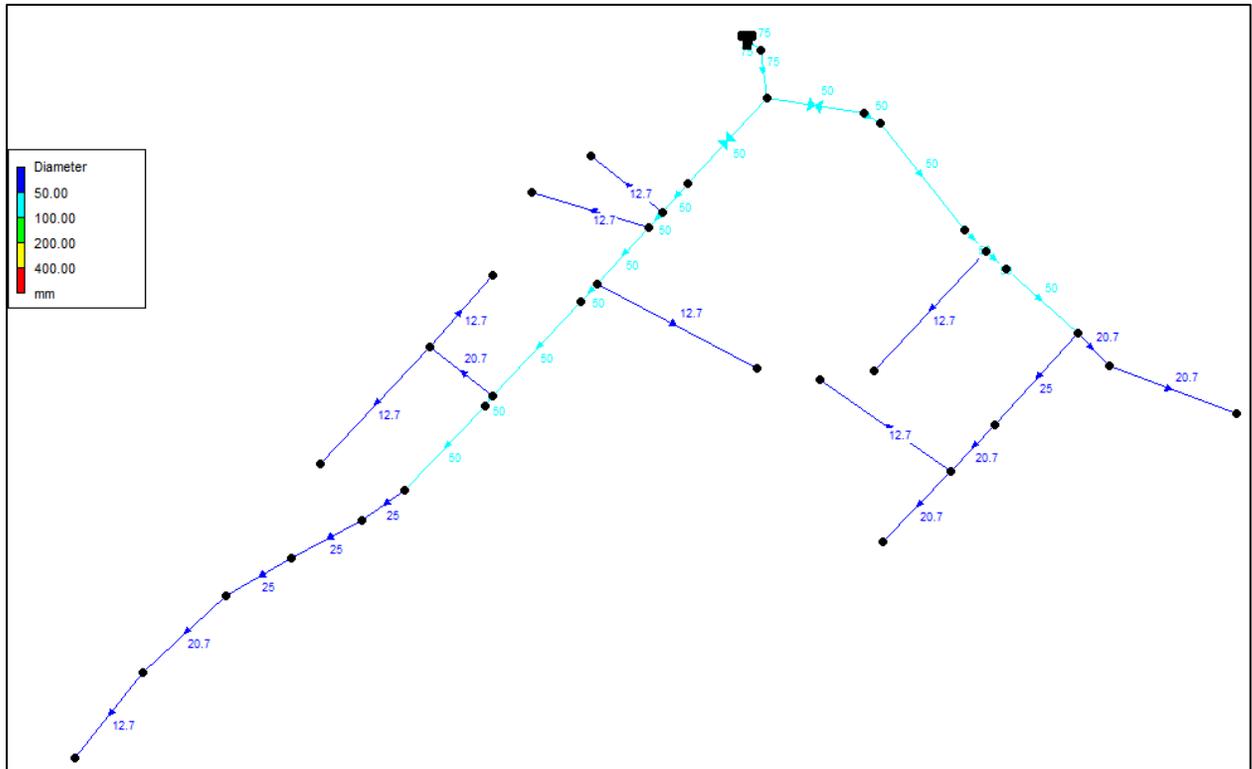
**Ilustración 16. Propiedades hidráulicas y de tubería.**

Fuente: Gómez, I. (2022).

Debido a que el sitio tiene diferencias de elevaciones menores a un metro, se consideró como punto más crítico al punto más lejano; éste se encuentra a una distancia de más de 800 metros del tanque, a una elevación de 15.30 msnm, por tanto, se definió que el tanque debía tener una elevación mínima de 25.30 msnm para posteriormente aumentarse su elevación según las pérdidas por fricción obtenidas, y así cumplir con una presión mínima de diez mca.

Se corrió el programa y se iteró con diferentes diámetros para la tubería, hasta obtener un sistema que cumpliera con las presiones y velocidades mínimas que establece el SANAA.

Los resultados plantean un sistema cuya línea de distribución se compone de 58 metros de tubería de tres pulgadas (75 mm). La red de distribución cuenta con una línea principal que se compone de 790.65 metros de tubería PVC de dos pulgadas (50 mm), 273.41 metros de tubería de una pulgada (25 mm) y 476.47 metros de tubería de  $\frac{3}{4}$  de pulgada (20.7 mm). El sistema también cuenta con 8 ramales de  $\frac{1}{2}$  pulgada (12.7 mm), que comprenden 1,010.30 metros de tubería PVC.

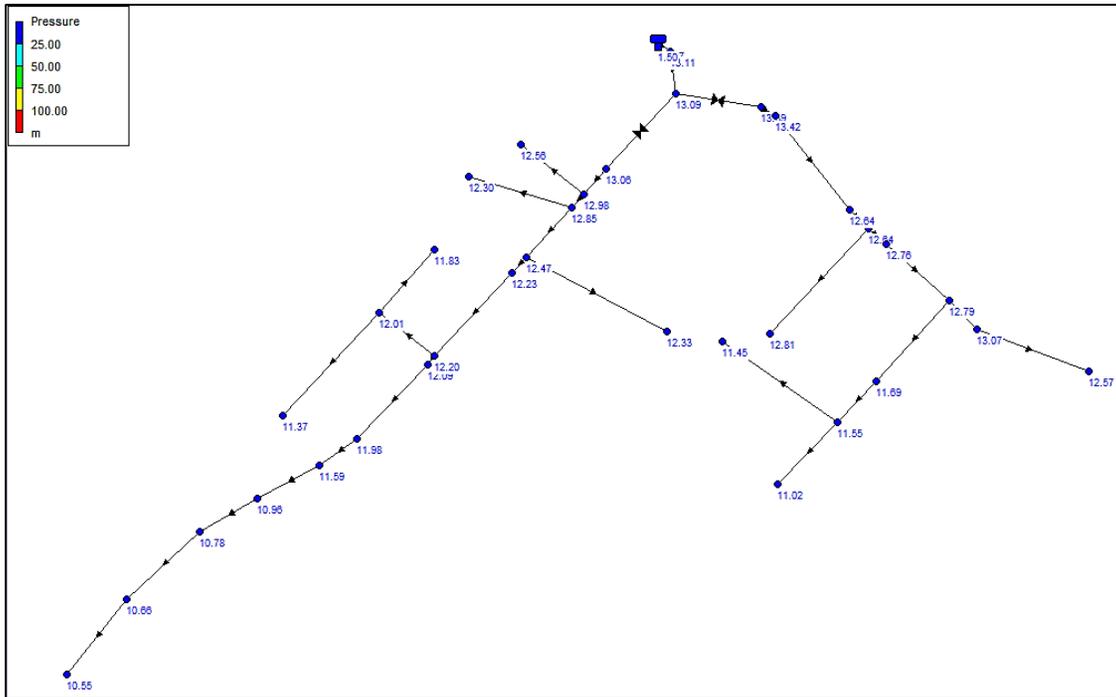


**Ilustración 17. Diámetros de tuberías.**

Fuente: Gómez, I. (2022).

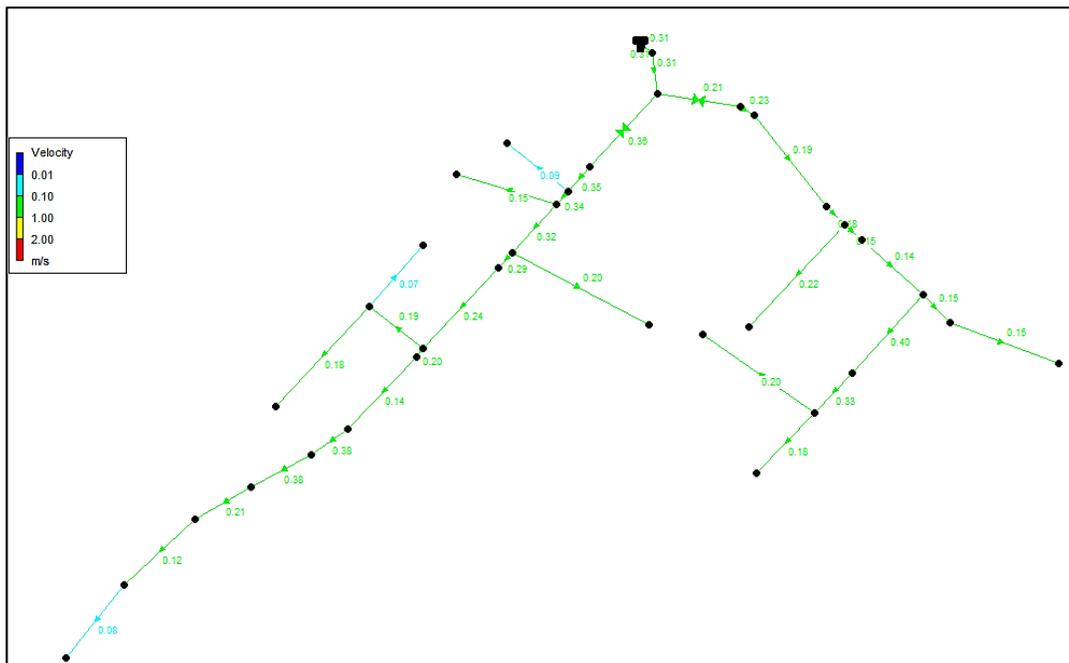
Se cumplieron las presiones mínimas de diez m.c.a en todos los nodos considerando una altura para el tanque de 11.5 m. El detrimento de las velocidades mínimas fue necesario para reducir los costos del proyecto, permitiendo colocar el tanque a una menor altura (4.5 metros menos), sin embargo, las decisiones técnicas permitirán que el sistema de la red de distribución funcione de manera adecuada.

En las siguientes ilustraciones se muestran las presiones y velocidades resultantes en el sistema con los diámetros mostrados previamente.



**Ilustración 18. Presiones finales en nodos.**

Fuente: Gómez, I. (2022).



**Ilustración 19. Velocidades finales en nodos.**

Fuente: Gómez, I. (2022).

Las presiones en las tuberías no sobrepasan los 13 m.c.a, por tanto, se pueden utilizar tuberías de poco espesor; SDR 13.5 para tuberías de ½ pulgada, SDR 17 para tubería de ¾ de pulgada y SDR 26 para tuberías de una y dos pulgadas. Esto se determinó a partir de las presiones máximas permisibles según la cédula indicadas en los diámetros internos y externos del fabricante de tuberías de PVC “Durman”, la cual mostrada a continuación;

Pulg	mm	SDR 13.5 (315 psi) (ASTM2241)	SDR 17 (250 psi) (ASTM2241)	SDR 26 (160 psi) (ASTM 2241)	SDR 32.5 (125 psi) (ASTM2241)	SDR 41 (drenaje)	SDR 50 (drenaje)	*SCH 40 (ASTM1785)	PVC SCH80 ASTM 1785	CPVC FlowGuard Gold NSF SE 8225 CTS SDR 13.5
1/2"	12	18.2/21.3	...	...	...	...	...	15.8/21.3	13,8/21,3	13,1/15,9
3/4"	18	...	23.5/26.7	...	...	...	...	20.9/26.7	18,9/26,7	22,2/18,9
1"	25	...	29.5/33.4	30.4/33.4	...	...	...	26.6/33.4	24,3/33,4	24,4/28,6
1 1/4"	31	...	37.2/42.2	38.9/42.2	39.1/42.2	39.8/42.2	...	35.0/42.2	32,5/42,2	29,7/34,9
1 1/2"	38	...	42.6/48.3	44.6/48.3	45.3/48.3	45.9/48.3	...	40.9/48.3	38,1/48,3	35,2/41,3
2"	50	...	53.2/60.3	55.3/60.3	56.6/60.3	57.4/60.3	57.9/60.3	52.5/60.3	49,2/60,3	46,0/54,0
2 1/2"	62	...	64.4/73.0	67.4/73.0	68.5/73.0	69.5/73.0	...	62.7/73.0	59,0/73,0	
3"	75	...	78.4/88.9	82.0/88.9	83.4/88.9	84.6/88.9	83.3/88.9	77.9/88.9	73,7/88,9	
4"	100	...	100.8/114.3	105.5/114.3	107.3/114.3	108.7/114.3	109.7/114.3	102.3/114.3	97,2/114,3	

**Ilustración 20. Diámetros Internos/externos.**

Fuente: DURMAN. (2020).

#### 5.4.2 REVISIÓN MANUAL DE RESULTADOS PARA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN

La elevación del tanque es de 26.5 msnm, y la elevación del punto más crítico es de 15.30, estando este a una distancia de 857.52 metros del tanque. Esto significa que no puede haber más de 0.1399 metros de pérdidas por fricción en todo el tramo. Haciendo regla de tres tenemos las pérdidas por fricción permisibles por cada 100 metros.

$$\frac{x}{100 \text{ m}} = \frac{1.2 \text{ m}}{857.52 \text{ m}}$$

$$x = 0.13994 \text{ metros de pérdidas por cada 100 metros de tubería.}$$

La línea de distribución posee una longitud inclinada de 58 metros lineales, iniciando en la estación 0+000 y concluyendo en la estación 0+058. Ésta conducirá un caudal de 1.35 litros por segundo ( $0.00135 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Por tanto, se calculan las pérdidas recomendadas en el tramo.

$$hf = 0.13994 \frac{\text{longitud}}{100}$$

$$hf = 0.13994 \frac{58}{100} = 0.0812 \text{ m}$$

El coeficiente de rugosidad a usarse será de 140 para PVC según la normativa del SANAA. Despejando para el diámetro en la fórmula de Hazen-Williams tenemos;

$$\text{Diámetro} = \frac{10.643 * Q^{1.85} * \text{Linclinada}}{C^{1.85} * Hf}$$

$$\text{Diámetro} = \frac{10.643 * 0.00135^{1.85} * 58}{140^{1.85} * 0.0812} = 0.0779 \text{ m} \approx 3 \text{ in (75 mm)}.$$

Una vez determinado el diámetro se revisan las pérdidas por fricción y las velocidades.

$$Hf = \frac{10.643 * Q^{1.85} * \text{Linclinada}}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

$$Hf = \frac{10.643 * 0.00135^{1.85} * 58}{140^{1.85} * 0.075^{4.87}} = 0.0977 \text{ metros}$$

Las pérdidas tienen un desfase de 0.0165 m sobre el límite calculado previamente de 0.0812 m, sin embargo, estas pueden y deben ser compensadas en los siguientes tramos. Se procede a realizar la revisión de las velocidades.

$$\text{Caudal} = \text{Velocidad} * \text{Área}$$

$$\text{Velocidad} = \frac{\text{Caudal}}{\text{Área}}$$

El área interna de la tubería de 3 pulgadas (75 mm) es de  $0.00456 \text{ m}^2$ , por tanto;

$$\text{Velocidad} = \frac{0.00135 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{0.00456 \text{ m}^2} = 0.30 \text{ m/s}$$

*El tramo cumple con las velocidades mínimas.*

### 5.4.3 REVISIÓN MANUAL DE RESULTADOS PARA LA RED DE DISTRIBUCIÓN

La red de distribución comprende dos líneas principales largas que se bifurcan a partir de la línea de distribución, siendo la más crítica de 799.52 metros de largo. Se realizó el análisis de dicha línea en seis partes distintas, con la expectativa de que los tramos más alejados del tanque requieran de diámetros menores a los más cercanos, debido a que los caudales de estos son menores.

Tramo #1:

Dicho tramo está comprendido entre las estaciones 0+000 y 0+090, teniendo por tanto 90 metros lineales de longitud. El caudal que recorre este tramo es de 0.01025 litros por segundo. Las pérdidas por fricción máximas en el tramo se calculan de la siguiente forma;

$$hf = 0.13994 \frac{\text{longitud}}{100}$$
$$hf = 0.13994 \frac{90}{100} = 0.126 \text{ m}$$

El coeficiente de rugosidad a usarse será de 140 para PVC según la normativa del SANAA. Despejando para el diámetro en la fórmula de Hazen-Williams tenemos;

$$\text{Diametro} = \left( \frac{10.643 * (1.03E - 05)^{1.85} * 90}{140^{1.85} * 0.126} \right)^{\frac{1}{4.87}} = 0.0122 \text{ m} \approx 0.5 \text{ in (12.70 mm)}$$

Una vez determinado el diámetro se revisan las pérdidas por fricción y las velocidades.

$$Hf = \frac{10.643 * (1.03E - 05)^{1.85} * 90}{140^{1.85} * 0.01270^{4.87}} = 0.1036 \text{ metros}$$

Las pérdidas se encuentran por debajo del límite de 0.126 m, con una diferencia de 0.0224 m, compensando las pérdidas desfasas en el tramo de la línea de distribución. Se procede a realizar la revisión de las velocidades, considerando que el área interna de la tubería de media pulgada (12.7 mm) es de 0.000127 m<sup>2</sup>, por tanto;

$$\text{Velocidad} = \frac{(1.03E - 05) \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{0.000127 \text{ m}^2} = 0.08 \text{ m/s}$$

El tramo no cumple con las velocidades mínimas según el SANAA, sin embargo, debido a que la demanda base en el tramo es un valor inalterable, y ya se está utilizando el diámetro mínimo, se admite dicha velocidad, considerando que abastecerá a pocas viviendas pequeñas.

Tramo #2:

Dicho tramo está comprendido entre las estaciones 0+090 y 0+189, teniendo por tanto 99 metros lineales de longitud. El caudal que recorre este tramo es de 0.04130 litros por segundo. Las pérdidas por fricción máximas en el tramo se calculan de la siguiente forma;

$$hf = 0.13994 \frac{\text{longitud}}{100}$$

$$hf = 0.13994 \frac{99}{100} = 0.1385 \text{ m}$$

El coeficiente de rugosidad a usarse será de 140 para PVC según la normativa del SANAA. Despejando para el diámetro en la fórmula de Hazen-Williams tenemos;

$$\text{Diametro} = \left( \frac{10.643 * (4.130E - 05)^{1.85} * 99}{140^{1.85} * 0.1385} \right)^{\frac{1}{4.87}} = 0.02075 \text{ m} \approx \frac{3}{4} \text{ in (20.7 mm)}$$

Una vez determinado el diámetro se revisan las pérdidas por fricción y las velocidades.

$$Hf = \frac{10.643 * (4.13E - 05)^{1.85} * 99}{140^{1.85} * 0.0207^{4.87}} = 0.1390 \text{ metros}$$

Las pérdidas se encuentran por debajo del límite de 0.1385 m, con una diferencia de 0.0005 m, compensando las pérdidas desfasas en el tramo de la línea de distribución. Se procede a realizar la revisión de las velocidades, considerando que el área interna de la tubería de ¾ de pulgada (20.7 mm) es de 0.000337 m<sup>2</sup>, por tanto;

$$\text{Velocidad} = \frac{(4.13E - 05) \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{0.000337 \text{ m}^2} = 0.12 \text{ m/s}$$

El tramo no cumple con las velocidades mínimas según el SANAA, sin embargo, debido a que la demanda base en el tramo es un valor inalterable, y ya se está utilizando el diámetro mínimo para este tramo, se admite dicha velocidad, considerando que abastecerá a pocas viviendas.

Tramo #3:

Dicho tramo está comprendido entre las estaciones 0+189 y 0+244, teniendo por tanto 55 metros lineales de longitud. El caudal que recorre este tramo es de 0.0598 litros por segundo. Las pérdidas por fricción máximas en el tramo se calculan de la siguiente forma;

$$hf = 0.13994 \frac{\text{longitud}}{100}$$

$$hf = 0.13994 \frac{55}{100} = 0.077 \text{ m}$$

El coeficiente de rugosidad a usarse será de 140 para PVC según la normativa del SANAA. Despejando para el diámetro en la fórmula de Hazen-Williams tenemos;

$$\text{Diámetro} = \left( \frac{10.643 * (1.01E - 04)^{1.85} * 55}{140^{1.85} * 0.0770} \right)^{\frac{1}{4.87}} = 0.0291 \text{ m} \approx 1 \text{ in (25 mm)}$$

Una vez determinado el diámetro se revisan las pérdidas por fricción y las velocidades.

$$Hf = \frac{10.643 * (1.01E - 04)^{1.85} * 55}{140^{1.85} * 0.025^{4.87}} = 0.1614 \text{ metros}$$

Las pérdidas se encuentran por debajo del límite de 0.077 m, con una diferencia de 0.0844 m, compensando las pérdidas desfasas en el tramo de la línea de distribución. Se procede a realizar la revisión de las velocidades, considerando que el área interna de la tubería de 1 pulgada (25 mm) es de 0.000491 m<sup>2</sup>, por tanto;

$$\text{Velocidad} = \frac{(1.01E - 04) \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{0.000491 \text{ m}^2} = 0.21 \text{ m/s}$$

El tramo no cumple con las velocidades mínimas según el SANAA, sin embargo, debido a que la demanda base en el tramo es un valor inalterable, y ya se está utilizando el diámetro mínimo para este tramo, se admite dicha velocidad, considerando que abastecerá a pocas viviendas.

## 5.5 RESULTADOS PARA LA TUBERÍA PRINCIPAL

En la siguiente tabla se muestran los resultados de las dimensiones y materiales de las tuberías a lo largo de la línea principal.

**Tabla 8. Dimensiones y propiedades resultantes para tubería principal.**

Tramo No.1	Est. Inicial	Est. Final	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Diámetro (in)	Material	SDR
1	0+000.00	0+304.54	304.54	12.7	1/2	PVC	13.5
2	0+304.54	0+396.11	91.57	20.7	3/4	PVC	17
3	0+396.11	0+530.00	133.89	25	1	PVC	26
4	0+530.00	1+005.00	475.00	50	2	PVC	26
5	1+005.00	1+340.00	335.00	50	2	PVC	26
6	1+340.00	1+490.00	150.00	20.7	3/4	PVC	17
7	1+490.00	2+020.00	530.00	12.7	1/2	PVC	13.5

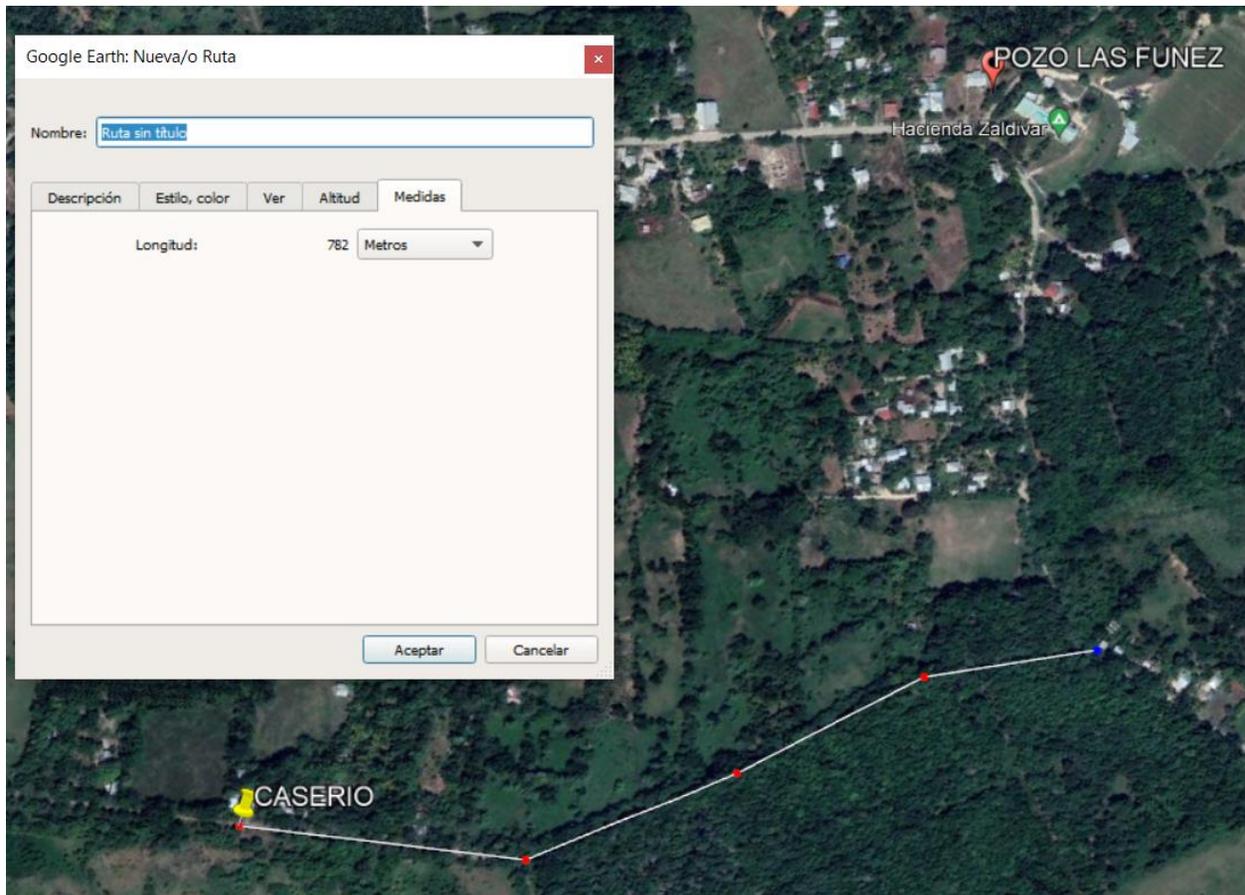
Fuente: Gómez, I. (2022).

Los detalles de dimensiones y propiedades para las líneas secundarias y ramales se encuentran en el plano hidráulico.

### 5.5.1 REVISIÓN TÉCNICA PARA ABASTECIMIENTO DE CASERÍO FUERA DE LAS FÚNEZ

La comunidad, en conjunto con el patronato, informaron de la existencia de un caserío compuesto por diez familias, cuyas casas se encuentran en las afueras del perímetro que comprende Las Fúnez según el plano de catastro. Los miembros de estas familias son parte de la comunidad, por tanto, el patronato solicitó la revisión técnica para saber si era posible incluir este caserío a la red de abastecimiento de agua potable que se construirá, por tanto, se procedió a hacer un ensayo para revisar la factibilidad técnica y económica para abastecer estas casas.

Se tomaron las coordenadas con la aplicación de celular HandyGPS, dichas coordenadas se ingresaron en Google Earth y se buscó la ruta más corta para conectarse con la futura red de agua potable. Resultó que la distancia más corta y factible era de alrededor de 782 metros, conectándose por el ala este de la red, donde las pérdidas también resultaron menores.



**Ilustración 21. Distancias para abastecer caserío.**

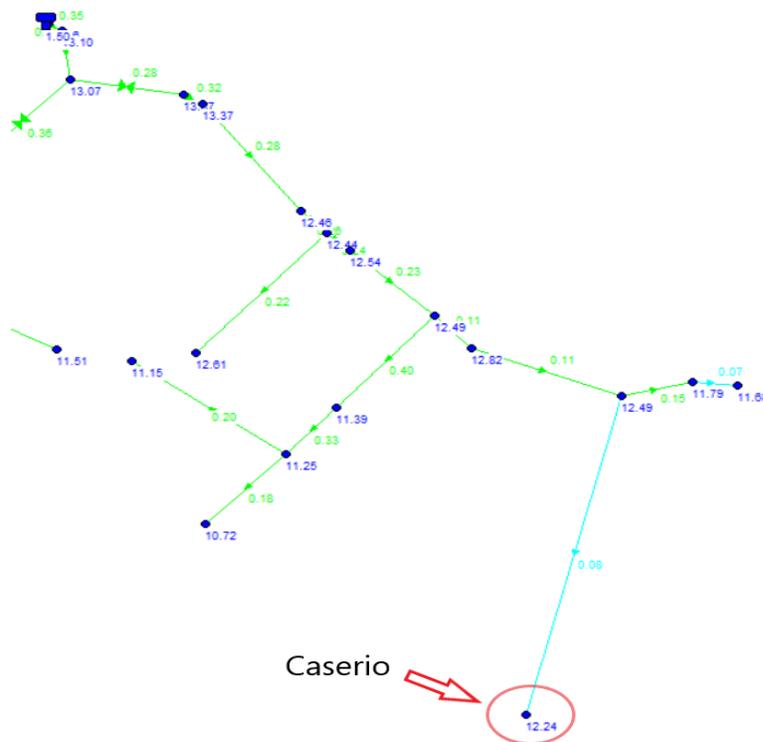
Fuente: Gómez, I. (2022).

Debido a las mínimas diferencias de elevación observadas, tanto en las visitas a la comunidad, como en los resultados de los levantamientos topográficos y las elevaciones descritas en Google Earth, se proyectó una elevación de 15 msnm para este caserío, siendo esta la elevación más crítica registrada y por tanto la más segura.

Se ingresaron dichos datos en EPANET y se iteró con distintos diámetros, con el propósito de modificar la red para hacer factible el abastecimiento al caserío. Sin embargo, se encontró que para cumplir con las presiones se debía aumentar el diámetro de los tramos anteriores en una pulgada, y se debían construir otros 782 metros de tubería de dos pulgadas, solo para diez casas. Uno de los principales problemas con dichos diámetros es que para tan poca demanda de agua se obtienen velocidades muy bajas (menores de 0.1 m/s), y en un tramo con dicha longitud

resultaría en la acumulación de sedimentos en la misma, deteriorando la tubería y la calidad de agua.

Se consultaron dichos resultados con los miembros de Club Rotary Choloma, los cuales consideraron que dicha longitud era demasiada, y que el trato con la comunidad es que ellos excavarían sus zanjas. En el caso de este caserío, ellos necesitarían un apoyo extra para lograr excavar los 782 metros, lo cual, crearía desigualdad con el resto de las familias.



**Ilustración 22. Velocidades y presiones para caserío.**

Fuente: Gómez, I. (2022).

Los representantes de Club Rotary consideraron más razonable construir un sistema a parte para ellos cuando el caserío crezca.

## 5.6 MANTENIMIENTO DE LA RED

### 5.6.1 JUNTA RECEPTORA DE AGUA

El SANAA (Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados), es el ente responsable de brindar el servicio de agua potable en Honduras. Sin embargo, solo la Municipalidad y las Juntas Administradoras de Agua y Saneamiento (JAAS), son las que pueden administrar dicho recurso.

Los usuarios de los servicios eligen democráticamente a los miembros de las Juntas, conformadas por líderes que están comprometidos con sus comunidades, como pastores, líderes locales, miembros de asociaciones comunitarias y líderes de otros grupos organizados.

En las comunidades se forman las JAAS, las cuales deben pertenecer a (AHJASA), la cual fue fundada en los 90s por 17 comunidades rurales, siendo desde entonces entes administradores que se organizan en zonas rurales exclusivamente. La rendición de cuentas la realizan ante la comunidad y al SANAA.

La Asociación Hondureña de Juntas Administradoras de Sistemas de Agua (AHJASA), es una organización democrática, de base, sin fines de lucro que con el apoyo de su membresía trabaja en el fortalecimiento de las organizaciones de agua y saneamiento e impulsando proceso de desarrollo comunitarios para independencia técnica y economía local. (AHJASA, 2022, p. 1)

Los principios fundamentales de AHJASA son los de fomentar la participación de los usuarios, para desarrollar sostenibilidad en los servicios (agua potable), los que será posible con independencia técnica y económica.

## 5.7 TANQUE DE ALMACENAMIENTO

### 5.7.1 CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO

Se determinó la capacidad de almacenamiento del tanque de agua que abastecerá a la comunidad a partir del 35% del consumo medio diario.

$$\text{Capacidad del Tanque: } 30\% \text{ CMD} = 30\% * 51,870 \frac{L}{DIA} = 15,561 \text{ l} \approx 4,110 \text{ gal} \approx 15.56 \text{ m}^3$$

El tanque será rectangular, por tanto, con el volumen requerido, se determinaron las dimensiones mínimas proponiendo inicialmente un ancho y largo de 2.7 m.

*Lado: 2.7 m*

$$Volumen = hxLxL = hx2.7x.2.7$$

$$Altura Tanque = \frac{Vol}{Area} = \frac{15.56m^3}{2.7 * 2.7} \approx 2.14$$

*Se considera por tanto un alto de 2.5 m*

El tanque estará elevado a una altura de 11.5 metros. Se consideró una estructura de concreto armado en lugar de un tanque metálico, debido a los aspectos económicos y debido a que requiere menor cantidad de mano especializada, lo cual, es un aspecto importante ya que para Club Rotary es importante la involucración de la comunidad durante la construcción de sus proyectos, no solo por el aspecto económico sino también por razones sociales; Durante reuniones con la comunidad Las Fúnez se pudo identificar que miembro de la comunidad con experiencia en albañilería y fontanería, por tanto es más conveniente. Cabe resaltar que se cotizó un tanque de 16,000 litros Rotoplas, el cual tenía un precio de L.93,000.00 (Ver cotización en anexos), con el propósito de evaluar la posibilidad de la instalación de uno de estos en lugar de la construcción de un tanque con paredes de concreto, esto debido a sus diversas ventajas técnicas y constructivas, sin embargo, después de análisis de costo, se descubrió una diferencia de al menos L.30,000.00 de más en comparación a un tanque de concreto reforzado o un tanque de pared de bloque. También se evaluó la factibilidad técnica y financiera de un tanque de pared de bloque de concreto de 6 plg armado, resultando tener un precio parecido al tanque de concreto reforzado; si bien los precios son parecidos, se consideró más práctico y seguro la construcción de un tanque con paredes de concreto 3,000 psi reforzado. Estos puntos también fueron expuestos al representante de Club Rotary Choloma, el Ing. Luis Canales, y este también consideró más adecuado la construcción de un tanque con paredes de concreto armado.

El tanque elevado llevará todos los accesorios requeridos según lo indicado en la normativa Aguas de Choloma, descritas en la sección 3.2.3 de este documento.

### 5.7.2 DISEÑO Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL TANQUE

Para el tanque de concreto se tomaron los Planos Tipos de Agua y Saneamiento para tanques elevados de concreto reforzado, proporcionados por el FHIS en colaboración con el SANAA, adaptando las dimensiones según lo requerido en el proyecto, procurando siempre las condiciones más conservadoras. Estos planos incluyen detalles sobre dimensiones y armados de los elementos de la cimentación, las columnas, vigas, paredes, losas, tapadera y accesorios del tanque elevado.

Los detalles de dichos elementos son los siguientes; Las columnas de concreto son de 0.32m x 0.32 m, con anillos de varilla #3 a cada 0.16 m, acero longitudinal de varillas #6, y concreto 3,000 psi. Las vigas de concreto reforzado son de altura de 0.50 m y ancho de 0.2 m, con 6 varillas longitudinales #6 G60, anillos #3 a cada 0.15 m, y concreto 3,000 psi. Losa de concreto armado de 2.70 m x 3.21 m, con un espesor de 0.20 metros, varilla #5 a cada 20 cm en ambas direcciones, y varilla #4 a cada 15 cm con longitud de 90 cm ubicadas según plano. El hipoclorador cuenta con un alto sobre nivel de losa de 0.92 m x 0.89 m de ancho y 0.89 m de profundidad, realizado con ladrillo rafón, y con tapadera de 8 centímetros de espesor. Dichos detalles se encuentran especificados en los planos incluidos con el presente informe.

### 5.7.3 DIMENSIONAMIENTO DE ZAPATAS AISLADAS

Para el dimensionamiento de las zapatas aisladas, se consideró una capacidad soportante de 12.5 ton/m<sup>2</sup> como un promedio de las capacidades soportantes explicadas en la siguiente tabla, según la clasificación del suelo en la sección 5.1.3

Item	Tipo de Suelo	Kg./cm2
1	Roca, dura y sana (granito, basalto)	40
2	Roca, medio dura y sana (pizarras esquistos)	20
3	Roca, blanda con fisura	7
4	Conglomerado compacto bien graduado	4
5	Gravas. Mezcla de arena y grava	2*
6	Arena gruesa. Mezcla de grava y arena	2*
7	Arena fina a media. Arena media a gruesa, mezclada con limo o arcilla	1.5*
8	Arena fina. Arena media a fina mezclada con limo o arcilla.	1.0*
9	Arcilla inorgánica, firme	1.5
10	Arcilla inorgánica, blanda	0.5
11	Limo orgánico con o sin arena	0.25
*Reducir en 50% en el caso de estar bajo el nivel freático (nivel de agua)		

### Ilustración 23. Resistencia por tipo de suelo.

Fuente: (Manual de albañilería de bloques ecológicos, 2015)

Por tanto, se procede a calcular la carga puntual sobre la zapata.

$$\text{Peso del agua} = (15.60 \text{ m}^3 \text{ de agua}) * (1,000 \text{ kg/m}^3) = 15,600 \text{ Kg}$$

$$\text{Peso por pared de tanque} = 2.50 \text{ m} \times 2.50 \text{ m} \times 0.15 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 2,430 \text{ kg}$$

$$\text{Peso de tapadera} = 2.50 \text{ m} \times 2.50 \text{ m} \times 0.15 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 2,250 \text{ kg}$$

$$\text{Peso de viga V3} = 0.35 \text{ m} \times 0.2 \text{ m} \times 2.5 \text{ m} \times 2,400 \text{ kg/m}^3 = 420 \text{ kg}$$

$$\text{Peso Hipoclorador} = ((0.82\text{m} \times 0.87\text{m} \times 0.1 \text{ m}) \times 4) + (0.82 \text{ m} \times 0.82 \text{ m} \times 0.1 \text{ m}) * 2400 \text{ kg/m}^3 = 864 \text{ kg}$$

$$\text{Peso Agua en Hipoclorador} = 0.82 \text{ m} \times 0.82 \text{ m} \times 0.82 \text{ m} = 551.37$$

$$\text{Peso de Losa inferior de tanque} = 2.70 \text{ m} \times 2.70 \text{ m} \times 0.2 \text{ m} \times 2,400 \text{ kg/m}^3 = 3,499.20 \text{ kg}$$

$$\text{Peso Voladizo} = 0.47 \text{ m} \times 2.50 \text{ m} \times 0.2 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 564 \text{ kg}$$

$$\text{Peso viga 1} = 0.50 \text{ m} \times 0.20 \text{ m} \times 2.06 \text{ m} \times 2,400 \text{ kg/m}^3 = 494.40 \text{ kg}$$

$$\text{Peso Viga 2} = 0.35 \text{ m} \times 0.20 \text{ m} \times 3.82 \text{ m} \times 2,400 \text{ kg/m}^3 = 320.74 \text{ kg}$$

$$\text{Peso de columna} = 12.50 \text{ m} \times 0.32 \text{ m} \times 1.28 \text{ m} \times 2,400 \text{ kg/m}^3 = 3,072 \text{ kg}$$

Se atribuyen los pesos a cada zapata, estudiando el caso más crítico, según como se muestra en la siguiente tabla;

Pesos sobre columna más Crítica (Kg)			
	Pesos	Fracción tributaria a zapata más crítica	
Peso agua	15,600.00	1/4	3,900.00 kg
Peso paredes	9720	1/4	2,430.00 kg
Peso tapadera	2,670.00	1/4	667.50 kg
Peso Hipoclorador	1,397.61	1	1,397.61 kg
Peso de losa	3,499.20	1/4	874.80 kg
Peso de voladizo	564.00	1/2	282.00 kg
Peso viga 1	494.40	1	494.40 kg
Peso viga 2	320.74	1/2	160.37 kg
Peso de columna	3,072.00	1	3,072.00 kg
Total cada columna			13,278.68 Kg

**Ilustración 24. Análisis de pesos sobre columna crítica.**

Fuente: (climatización, s.f).

$$\text{Área necesaria de la zapata} = \frac{13.28 \text{ ton}}{12.50 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}} = 1.06 \text{ m}^2$$

$$\text{Lado de zapata} = \sqrt{1.06} = 1.03 \text{ m}$$

La dimensión mínima para las zapatas es de 1.03 m. Por facilidades constructivas y por seguridad, se optó por una zapata de 1.20 x 1.20 m de área.

Para el resto de las dimensiones, se utilizaron los espesores (h= 0.50 m) y armado de acero especificado por los planos tipos del FHIS-SANAA, cuyas especificaciones se detallan en los planos más adelante.

## 5.8 DISEÑO DE LÍNEA DE IMPULSIÓN

Para el diseño de la tubería y accesorios de la línea de impulsión se comenzó sacando el caudal de bombeo, el cual resulta de la multiplicación del caudal máximo diario por un factor de 24 dividido entre el número de horas de bombeo esperadas.

Según lo expuesto en la sección 5.3.4, el caudal máximo diario es de 1.35 l/s y se consideraron 8 horas de uso al día (Con el propósito de prolongar la vida útil de la bomba y reducir los costos por consumo eléctrico), por lo tanto, tenemos;

$$Q_b = Q_{max} \frac{24}{n} = 1.35 \left( \frac{24}{8} \right) = 4.05 \text{ l/s}$$

Ecuación 6. Cálculo del caudal de bombeo

Por lo tanto, se consideran las siguientes condiciones para la línea de impulsión;

TUBERÍA 1		
<b>Ø TUBERÍA</b>	<b>2</b>	<b>in</b>
Hd (Altura de descarga de bomba a pie de	39.63	m
Tipo de tubería	HG	

TUBERÍA 2		
<b>Ø TUBERÍA</b>	<b>3</b>	<b>in</b>
Hd (Altura de pie de pozo a tanque)	14.02	m
tubería	5.18	m
Tipo de tubería	PVC	

**Ilustración 25. Dimensiones de tubería en línea de impulsión.**

Fuente: Gómez, I. (2022).

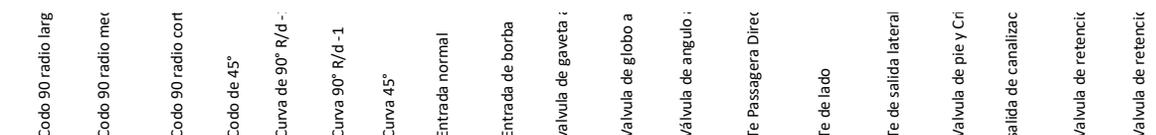
Con dichos datos se procede al cálculo de las pérdidas por fricción. Comenzando por las pérdidas en accesorios para cada tipo de tubería, haciendo uso de la siguiente tabla;

Fuente: Gómez, I. (2022).

	ACCESORIOS PARA TUBERÍA 1			ACCESORIOS PARA TUBERÍA 2			
	CANTIDAD	LE (m)		CANTIDAD	LE (m)		
Codo 90 radio medio	2	1.4	2.8	Codo 90 radio medio	2	2.1	4.2
Codo de 45°		0.8	0	Codo de 45°		1.2	0
retencion	1	6.4	6.4	retencion	1	9.7	9.7
globo abierto	2	17.4	34.8	Valvula de pie y Crivo	0	20.0	0
Te de lado	1	3.5	3.5	Te de lado		5.2	0
			47.5				13.9

**Ilustración 26. Descripción de tipos de accesorios a usar según la tubería.**

Fuente: Gómez, I. (2022).

DIAMETRO NOMINAL D		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
mm	pulg																			
13	1/2	0.3	0.4	0.5	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.4	0.1	4.9	2.6	0.3	1	1	3.6	0.4	11	1.6
19	3/4	0.4	0.6	0.7	0.3	0.3	0.4	0.2	0.2	0.5	0.1	6.7	3.6	0.4	1.4	1.4	5.6	0.5	1.6	2.4
25	1	0.5	0.7	0.8	0.4	0.3	0.5	0.2	0.3	0.7	0.2	8.2	4.6	0.5	1.7	1.7	7.3	0.7	2.1	3.2
32	1 1/4	0.7	0.9	1.1	0.5	0.4	0.6	0.3	0.4	0.9	0.2	11.3	5.6	0.7	2.3	2.3	10	0.9	2.7	4
38	1 1/2	0.9	1.1	1.3	0.6	0.5	0.7	0.3	0.5	1	0.3	13.4	6.7	0.9	2.8	2.8	11.6	1	3.2	4.8
50	2	1.1	1.4	1.7	0.8	0.6	0.9	0.4	0.7	1.5	0.4	17.4	8.5	1.1	3.5	3.5	14	1.5	4.2	6.4
63	2 1/2	1.3	1.7	2	0.9	0.8	1	0.5	0.9	1.9	0.4	21	10	1.3	4.3	4.3	17	1.9	5.2	8.1
75	3	1.6	2.1	2.5	1.2	1	1.3	0.6	1.1	2.2	0.5	26	13	1.6	5.2	5.2	20	2.2	6.3	9.7
100	4	2.1	2.8	3.4	1.5	1.3	1.6	0.7	1.6	3.2	0.7	34	17	2.1	6.7	6.7	23	3.2	8.4	12.9
125	5	2.7	3.7	4.2	1.9	1.6	2.1	0.9	2	4	0.9	43	21	2.7	8.4	8.4	30	4	10.4	16.1
150	6	3.4	4.3	4.9	2.3	1.9	2.5	1.1	2.5	5	1.1	51	26	3.4	10	10	39	5	12.5	19.3
200	8	4.3	5.5	6.4	3	2.4	3.3	1.5	3.5	6	1.4	67	34	4.3	13	13	52	6	16	25
250	10	5.5	6.7	7.9	3.8	3	4.1	1.8	4.5	7.5	1.7	85	43	5.5	16	16	65	7.5	20	32
300	12	6.1	7.9	9.5	4.6	3.6	4.8	2.2	5.5	9	2.1	102	51	6.1	19	19	78	9	24	38
350	14	7.3	9.5	10.5	5.3	4.4	5.4	2.5	6.2	11	2.4	120	60	7.3	22	22	90	11	28	45

**Ilustración 27. Pérdidas por accesorios para cada tipo de tubería.**

Fuente: Gómez, I. (2022).

Para la tubería uno, la longitud equivalente LE es que 47.5 m y para la tubería dos LE es de 13.9. Dichas longitudes se suman a la longitud real de la tubería a instalarse para la línea de impulsión. Por tanto, se procede a hacer el cálculo de las pérdidas por fricción con la ecuación 5, de Hazen-Williams. Siendo D=0.05 m para la tubería de 2 pulgadas y D=0.076 para la tubería de 3 in.

$$H_f (Tub 1) = \frac{10.643 * 4.05^{1.85} * (47.5 + 39.63)}{140^{1.85} * 0.05^{4.87}} = 7.48$$

$$H_f (Tub 2) = \frac{10.643 * 4.05^{1.85} * (19.21 + 13.9)}{120^{1.85} * 0.0076^{4.87}} = 0.45 \text{ m}$$

Pérdidas totales= 7.93 m

Altura de descarga = 39.63 m + 14.02 m = 53.66 m

Carga dinámica total (CDT)= 61.59 m

Considerando una eficiencia de bomba de  $e=0.85$ , tenemos;

$$Potencia = \frac{Q * 1000 * CDT}{75 * e} = \frac{0.0041 * 1000 * 61.59}{75 * 0.85} = 3.91 \text{ HP}$$

$$Potencia \text{ real} = 3.91 \text{ HP} * 1.3 = 5.09 \text{ HP}$$

La bomba recomendada es de 5.0 HP

## 5.9 PRESUPUESTO

### 5.9.1 PCO

El Proyecto de la Red Diseño y Distribución de Agua Potable para la Comunidad de la Fúnez, Choloma, Fúnez requiere una inversión de L. 732,252.32, incluye el tanque de almacenamiento y línea de impulsión, solo se considera el costo directo ya que el proyecto es sin fines de lucro.

A continuación, el resumen del alcance del proyecto:

**Tabla 8. Alcance de Proyecto de Graduación Las Fúnez.**

ítem	Entregables Finales	Descripción	Criterio de Aceptación
1	Red de Distribución de Agua Potable.	Red de distribución de agua potable en zona rural de Choloma, (bajos de Choloma). Línea principal de tubería de PVC de 3", 2", 1", 3/4" y 1/2", accesorios, ramales de tubería de 3/4" y 1/2", conexiones domiciliarias, línea de impulsión de pozo a tanque y tanque de almacenamiento de concreto reforzado.	Debe cumplir la normativa de Aguas de Choloma, los permisos y ordenanza de Choloma, y especificaciones técnicas del diseño y planos.
<b>1</b>	<b>Preliminares</b>		
1.01	Marcaje.	Marcaje topográfico con equipo de topografía. Incluye materiales como estacas, clavos, spray rojo, y herramientas como almadana, machete.	Respetar la delimitación del derecho de vía según los datos catastrales. Aparatos topográficos empleados debidamente calibrados. Los bancos de referencias deben de quedar bien señalizados e inamovibles.
1.02	Construcción de Bodega Provisional.	Bodega provisional de almacenamiento de materiales incluye techo y paredes.	Bodega de 6 m x 3 m, paredes de lámina de aluzinc con vigas y columnas de madera.
<b>2</b>	<b>Sistema de agua potable</b>		
2.01	Excavación y Aterrado de zanja de 0.6 m de profundidad y 0.4 de ancho	Excavado y aterrado red de agua potable con material del sitio	Profundidad máxima de 0.8 m.
2.02	Cama de arena con espesor de 10 cm y ancho de 40 cm	Conformación de cama de arena, con material del sitio con espesor de 10 cm en sitios indicados.	Arena del sitio distribuida uniformemente y compactada, respetando los espesores.

continuación tabla...

2.03	Suministro e instalación de Tubería de PVC AP 3"	Instalación de tubería de agua potable PVC 3" SDR 26.	Tubería de agua potable de PVC 3" SDR 26 tubería nueva, sin fisuras y debe cumplir con las especificaciones de la prueba hidrostática.
2.04	Suministro e instalación de Tubería de PVC AP 2"	Instalación de tubería de agua potable PVC 2" SDR 26.	Tubería de agua potable de PVC 2" SDR 26. tubería nueva, sin fisuras y debe cumplir con las especificaciones de la prueba hidrostática
2.05	Suministro e instalación de Tubería de PVC AP 1"	Instalación de tubería de agua potable PVC 1" SDR 26.	Tubería de agua potable de PVC 1" SDR 26. tubería nueva, sin fisuras y debe cumplir con las especificaciones de la prueba hidrostática
2.06	Suministro e instalación de Tubería de 3/4"	Instalación de tubería de agua potable PVC 3/4" SDR 17.	Tubería de agua potable de PVC 3/4" SDR 17. tubería nueva, sin fisuras y debe cumplir con las especificaciones de la prueba hidrostática
2.07	Suministro e instalación de Tubería PVC 1/2"	Instalación de tubería de agua potable PVC 1/2" SDR 13.5.	Tubería de agua potable de PVC 1/2" SDR 13.5. tubería nueva, sin fisuras y debe cumplir con las especificaciones de la prueba hidrostática.
2.08	Accesorios de la red	Yees, Tes, Sifones, Válvulas check, Codos 90°, Codos 45° necesarios en conexiones.	Accesorios nuevos de las características especificadas
2.09	Anclajes de Concreto	Concreto 3000, fabricado en sitio.	Respetar dimensiones especificadas en plano, concreto de resistencia de 3000 psi de 6" de revenimiento.
2.1	Caja Domiciliar construida en sitio con válvula de 1/2 in	Cajas de bloque de 4", con firme de concreto de 5cm y tapadera de concreto de 5 cm. con Válvulas de Compuerta de diámetro 1/2"	Respetar el Detalle en Plano. Acero grado 60. Concreto 3,000 psi mínimo.
2.11	Conexiones Domiciliarias. (Incluye tubería PVC de 1/2", TEE con reducción de 2" a 1/2" y codos 45° de 1/2")	Conexión domiciliar, incluye; TEE con reducción de 2" a 1/2", tubería PVC de 1/2" y codos 45° de 1/2".	Respetar el Detalle en Plano. Tubería PVC de 1/2" SDR 13.5.
2.12	Conexiones domiciliarias. (Incluye tubería PVC de 1/2", TEE con reducción de 1" a 1/2" y codos 45° de 1/2")	Conexión domiciliar, incluye; TEE con reducción de 1" a 1/2", tubería PVC de 1/2" y codos 45° de 1/2".	Respetar el Detalle en Plano. Tubería PVC de 1/2" SDR 13.5.
2.13	Conexiones domiciliarias. (Incluye tubería PVC de 1/2", TEE con reducción de 3/4" a 1/2" y codos 45° de 1/2")	Conexión domiciliar, incluye; TEE con reducción de 3/4" a 1/2", tubería PVC de 1/2" y codos 45° de 1/2".	Respetar el Detalle en Plano. Tubería PVC de 1/2" SDR 13.5.

continuación tabla...

2.14	Conexiones domiciliarias. (Incluye tubería PVC de 1/2", TEE de 1/2" y codos 45° de 1/2")	Conexión domiciliar, incluye; TEE de 1/2", tubería PVC de 1/2" y codos 45° de 1/2".	Respetar el Detalle en Plano. Tubería PVC de 1/2" SDR 13.5.
2.15	Tubería de 2" HG anclada a puente existe.	Tubería HG de 2" anclada a puente existente, con abrazaderas EMT de 2" dos orejas, con tornillos y expansores a cada 50 cm.	Respetar el Detalle en Plano. Tubería HG cédula 40.
2.16	Prueba Hidrostática	Prueba Hidrostática en tubería principal. Con bomba manual.	Prueba hidrostática con bomba de agua manual con 0 perdidas del nivel de agua
<b>3</b>	<b>Tanque de Almacenamiento</b>		
3.01	Paredes y tapadera de concreto reforzado de tanque de Almacenamiento	Tanque de 12 m de altura. Con paredes de concreto mezclado en sitio de 0.15 m, losa de tanque de 0.2 m, columnas de 0.32x0.32m, vigas de 0.5x0.20m. Hipoclorador, voladizo y escalera de acceso.	Concreto con resistencia mínima de 3,000 psi. El refuerzo y las medidas deben cumplir todas especificaciones según planos. Acero grado 60.
3.02	Losa de concreto armado con Vigas V2	2.70 m x 3.21 m con un espesor de 0.20 metros. Varilla #5 a cada 20 cm en ambas direcciones, varilla #4 a cada 15 cm con longitud de 90 cm ubicadas según plano.	Respetar el Detalle en Plano. Acero grado 60. Concreto 3,000 psi mínimo (1:2:2).
3.03	Columnas de concreto reforzado	Columnas de concreto reforzado con altura variable de dimensiones de 0.32m x 0.32 m, con anillos a cada 0.16 m de varilla #3 y acero vertical #6.	Concreto 3000 psi de 8" de revenimiento, Acero grado 60 legitimo
3.04	Vigas V1	Vigas de concreto reforzado de altura de 0.50 m y ancho de 0.2 m. Con 6 varillas longitudinales #6 G60 y anillos #3 a cada 0.15 m. Concreto 3,000 psi.	Respetar dimensiones especificadas en plano, concreto de resistencia de 3000 psi de 8" de revenimiento.
3.05	Zapata Aislada de concreto reforzado	Zapata aislada de 1.2m x 1.20m, e=0.5m con refuerzo de 10 varillas #6 longitudinales y transversales espaciadas a cada 0.15 cm	Respetar el Detalle en Plano. Acero grado 60. Concreto 3,000 psi mínimo (1:2:2).

continuación tabla...

3.06	Hipoclorador	0.92 alto sobre nivel de losa x 0.89 de ancho y 0.89 de profundidad, realizado con ladrillo rañón, con tapadera de 8 centímetros de espesor y 0.89 x 0.89 metros de ancho y profundo.	Respetar el Detalle en Plano, y debe poseer todos los accesorios que indica el mismo. Una vez construido debe de funcionar por goteo.
3.07	Línea de Impulsión.	Tubería de impulsión de 2" HG y 3" PVC.	Respetar el Detalle en Plano. Tubería PVC de SDR 26 y HG cédula 40
<b>4</b>	<b>Otros</b>		
4.01	Limpieza final y retiro de campamento inicial	Limpieza Final. Implica clasificar y desechar los desechos de construcción, materiales, lodo, entre otros.	Removido fuera del proyecto.

Fuente: (Gómez, I. Recinos, C., 2022).

**Tabla 9. Presupuesto Proyecto Las Fúnez.**

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario Lps	Total Lps.
<b>1</b>	<b>Preliminares</b>				
1.01	Marcaje topográfico con equipo de topografía. Incluye materiales como estacas, clavos, spray rojo, y herramientas como almádana, machete.	GBL	1.00	24,304.79	24,304.79
1.02	Bodega provisional de almacenamiento de materiales.	GBL	1.00	17,468.79	17,468.79
				<b>SUB. TOTAL</b>	<b>41,773.58</b>
<b>2</b>	<b>Sistema de agua potable</b>				
2.01	Excavación y Aterrado de zanja de 0.6 m de profundidad y 0.4 de ancho.	ML	2,308.00	39.05	90,127.40
2.02	Cama de arena con espesor de 10 cm y ancho de 40 cm.	ML	1,558.50	22.52	35,103.65
2.03	Suministro e instalación de Tubería de PVC AP 3".	ML	58.00	160.08	9,284.55
2.04	Suministro e instalación de Tubería de PVC AP 2"	ML	810.00	91.64	74,229.21
2.05	Suministro e instalación de Tubería de PVC AP 1".	ML	133.89	54.01	7,230.80
2.06	Suministro e instalación de Tubería de 3/4"	ML	241.57	51.46	12,431.00
2.07	Suministro e instalación de Tubería PVC 1/2".	ML	834.54	24.92	20,792.98
2.08	Accesorios de la red.	GBL	1.00	7,957.80	7,957.80
2.09	Anclajes de Concreto.	M3	1.80	3,360.80	6,048.32

continuación tabla...

2.10	Caja Domiciliar construida en sitio con válvula de 1/2 in.	UND	92.00	688.08	63,303.22
2.11	Conexiones domiciliarias. (Incluye tubería PVC de 1/2", TEE con reducción de 2" a 1/2" y codos 45° de 1/2").	UND	41.00	230.02	9,430.71
2.12	Conexiones domiciliarias. (Incluye tubería PVC de 1/2", TEE con reducción de 1" a 1/2" y codos 45° de 1/2")	UND	4.00	161.43	645.71
2.13	Conexiones domiciliarias. (Incluye tubería PVC de 1/2", TEE con reducción de 3/4" a 1/2" y codos 45° de 1/2")	UND	9.00	148.41	1,335.67
2.14	Conexiones domiciliarias. (Incluye tubería PVC de 1/2", TEE de 1/2" y codos 45° de 1/2")	UND	38.00	138.72	5,271.26
2.15	Tubería de 2" HG anclada a puente existe.	GBL	1.00	5,342.25	5,342.25
2.16	Prueba Hidrostática	ML	2,093.00	3.33	6,968.71
				<b>SUB. TOTAL</b>	<b>355,504.05</b>
<b>3</b>	<b>Abastecimiento</b>				
3.1	Paredes y tapadera de concreto reforzado de tanque de Almacenamiento	GBL	1.00	53,330.38	53,330.38
3.02	Losa de concreto armado con Vigas V2	GBL	1.00	54,287.34	54,287.34
3.03	Columnas de concreto reforzado	ML	50.40	2,063.74	104,012.31
3.04	Vigas V1	ML	25.20	1,645.69	41,471.36
3.05	Zapata Aislada de concreto reforzado	M2	4.00	15,825.81	63,303.24
3.06	Hipoclorador	UND	1.00	5,620.25	5,620.25
3.07	Línea de Impulsión.	GBL	1.00	8,230.22	8,230.22
				<b>SUB. TOTAL</b>	<b>330,255.09</b>
<b>4</b>	<b>Otros</b>				
4.01	Limpieza final y retiro de campamento inicial	GBL	1.00	4,719.60	4,719.60
				<b>SUB. TOTAL</b>	<b>4,719.60</b>
				<b>TOTAL, NETO LPS.</b>	<b>732,252.32</b>
				<b>COSTO DIRECTO LPS.</b>	<b>732,252.32</b>

Fuente: (Gómez, I. Recinos, C., 2022).

5.9.2 FICHAS DE COSTO

**Tabla10. Actividad 1.01\_PCO**

Actividad:	Marcaje							
Ítem	1.01	Unidad	GLB	Cantidad	1.00	PCO	1.00	
	Descripción	Unidad	Cant. / Rend.	Desperdicio	P.U.	Subtotal	Total Lps.	
1.00	<b>Materiales</b>							
1.01	Spray rojo bosny	UND	6.00	7%	L. 64.40	L. 413.45	6.42 L. 413.45	
1.02	Clavos con cabeza 3 plg	LB	4.00	3%	L. 22.17	L. 91.34	4.12 L. 91.34	
				<b>Sub-total Mat.</b>		<b>L. 504.79</b>	<b>L. 504.79</b>	
2.00	<b>Mano de Obra</b>	Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio/und	Sub Total		
2.01	Contrato de Topógrafo (Incluye equipo, cadeneros, herramientas y materiales)	JDR		7.00	L. 3,400.00	L. 23,800.00	7.00 L. 23,800.00	
				<b>Subtotal M.O.</b>		<b>L. 23,800.00</b>	<b>L. 23,800.00</b>	
3.00	<b>Herramientas y Equipo</b>	Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio/hr	Sub Total		
						L. 0.00	L. 0.00	
				<b>Subtotal H.E.</b>		<b>L. 0.00</b>	<b>L. 0.00</b>	
				<b>Costo Directo Total</b>		<b>L. 24,304.79</b>		
				<b>Costo Unitario Final</b>		<b>24,304.79</b>		

Fuente: (Gómez, I; Recinos, C., 2022).

**Tabla 11. Actividad 1.02\_PCO**

Actividad:	Marcaje							
Ítem	1.02	Unidad	GLB	Cantidad	1.00	PCO	1.00	
	Descripción	Unidad	Cant. / Rend.	Desperdicio	P.U.	Subtotal	Total Lps.	
1.00	<b>Materiales</b>							
1.01	Madera rustica pulida 8"x2"x8'	UND	11.00	3%	L. 195.00	L. 2,209.35	11.33 L. 2,209.35	
1.02	Lamina de aluzinc de 6' 0.30 cal.289	UND	40.00	5%	L. 345.57	L. 14,513.94	42.00 L. 14,513.94	
1.03	Clavos cabeza 3"	LBS	2.00	0%	L. 18.33	L. 36.66	2.00 L. 36.66	
1.04	Bisagra de acero	UND	3.00	0%	L. 110.00	L. 330.00	3.00 L. 330.00	
				<b>Sub-total Mat.</b>		<b>L. 16,723.29</b>	<b>L. 16,723.29</b>	
2.00	<b>Mano de Obra</b>	Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio/und	Sub Total		
2.01	Ayudante	JDR	2.00	2.00	L. 355.00	L. 710.00	2.00 L. 710.00	
				<b>Subtotal M.O.</b>		<b>L. 710.00</b>	<b>L. 710.00</b>	
3.00	<b>Herramientas y Equipo</b>	Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio/hr	Sub Total		
	Herr. menor	GLB	5%		L. 710.00	L. 35.50	0.00 L. 35.50	
				<b>Subtotal H.E.</b>		<b>L. 35.50</b>	<b>L. 35.50</b>	
				<b>Costo Directo Total</b>		<b>L. 17,468.79</b>		
				<b>Costo Unitario Final</b>		<b>17,468.79</b>		

Fuente: (Gómez, I; Recinos, C., 2022).

**Tabla 12. Actividad 2.01\_PCO**

<b>Actividad:</b>	Excavación y Aterrado								
<b>ítem</b>	<b>2.01</b>		<b>Unidad</b>	<b>ml</b>	<b>Cantidad</b>	<b>1.00</b>	<b>PCO</b>	<b>2,308.00</b>	
	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cant. / Rend.</b>	<b>Desperdicio</b>	<b>P.U.</b>	<b>Sub-total</b>	<b>Cant. Total</b>	<b>Total Lps.</b>	
1.00	<b>Materiales</b>								
						<b>Subtotal Mat</b>	<b>L. 0.00</b>		<b>L. 0.00</b>
2.00	<b>Mano de Obra</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rendimiento (ML/JDR)</b>	<b>Total/und</b>	<b>Precio/und</b>	<b>Sub Total</b>			
2.01	Peón	JDR	10.000	0.10	L. 335.00	L. 35.50	230.80	L. 81,934.00	
						<b>Subtotal M.O.</b>	<b>L. 35.50</b>		<b>L. 81,934.00</b>
3.00	<b>Herramientas y Equipo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total/und</b>	<b>Precio/hr</b>	<b>Sub Total</b>			
3.01	Herramienta menor	GLB	10%			L. 3.55	316.74	L. 7,256.49	
						<b>Subtotal H.E.</b>	<b>L. 3.55</b>		<b>L. 7,256.49</b>
						<b>Costo Directo Total</b>	<b>L. 39.05</b>		
						<b>Costo Unitario Final</b>	<b>39.05</b>		

Fuente: (Gómez, I; Recinos, C., 2022).

**Tabla 13. Actividad 2.02\_PCO**

<b>Actividad:</b>	Conformación de cama de arena, con material del sitio con espesor de 10 cm en sitios indicados.								
<b>ítem</b>	<b>2.02</b>		<b>Unidad</b>	<b>ML</b>	<b>Cantidad</b>	<b>1.00</b>	<b>PCO</b>	<b>1,558.50</b>	
	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cant. rend.</b>	<b>Desperdicio</b>	<b>P.U</b>	<b>Sub Total</b>	<b>Canr. total</b>	<b>Total Lps.</b>	
1.00	<b>Materiales</b>								
	Arena de río	m3	0.04	10%	L. 300.00	L. 13.20	68.57	L. 20,572.20	
						<b>Subtotal Mat</b>	<b>L. 13.20</b>		<b>L. 20,572.20</b>
2.00	<b>Mano de Obra</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total/und</b>	<b>Precio/und</b>	<b>Sub Total</b>			
2.01	Peón	JDR	40.000	0.0250	L. 355.00	L. 8.88	38.96	L. 13,831.69	
						<b>Subtotal M.O.</b>	<b>L. 1.03</b>		<b>L. 13,831.69</b>
3.00	<b>Herramientas y Equipo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total/und</b>	<b>Precio/hr</b>	<b>Sub Total</b>			
3.01	Herramienta menor	GLB	5%		L. 8.88	L. 0.44	77.93	L. 691.97	
						<b>Sub-total H.E.</b>	<b>L. 0.44</b>		<b>L. 691.97</b>
						<b>Costo Directo Total</b>	<b>L. 22.52</b>		
						<b>Costo Unitario Final</b>	<b>22.52</b>		

Fuente: (Gómez, I; Recinos, C., 2022).

**Tabla 14. Actividad 2.03\_PCO**

Actividad:	Suministro e instalación de Tubería de PVC AP 3"							
ítem	2.03	Unidad	ML	Cantidad	1.00	PCO	58.00	
	Descripción	Unidad	Cant./rend.	Desperdicio	P.U	Sub-total	Cant. total	Total Lps.
1.00	<b>Materiales</b>							
	Pegamento Durman para PVC	GAL	0.02382	5%	L. 1,150.00	L. 28.76	1.45	L. 1,668.23
	Tubería PVC 3" SDR 26	LANCE	0.16667	2%	L. 741.75	L. 126.10	9.86	L. 7,313.80
						<b>L. 154.86</b>		<b>L. 8,982.03</b>
2.00	<b>Mano de Obra</b>	Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio/und	Sub Total		
2.01	Peón	JDR	72.000	0.0140	L. 355.00	L. 4.97	0.81	L. 288.26
						<b>L. 4.97</b>		<b>L. 288.26</b>
3.00	<b>Herramientas y Equipo</b>	Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio/hr	Sub Total		
3.01	Herramienta menor	GLB	5%		L. 4.97	L. 0.25	2.90	L. 14.41
						<b>L. 0.25</b>		<b>L. 14.41</b>
						<b>L. 160.08</b>		
						<b>160.08</b>		

Fuente: (Gómez, I; Recinos, C., 2022).

**Tabla 15. Actividad 2.04\_PCO**

Actividad:	Suministro e instalación de Tubería de PVC AP 2".							
ítem	2.04	Unidad	ml	Cantidad	1.00	PCO	810.00	
	Descripción	Unidad	Cant./Rend.	Desperdicio	P.U.	Sub-total	Cant. Total	Total Lps.
1.00	<b>Materiales</b>							
	Pegamento Durman para PVC	gal	0.024	5%	L. 1,150.00	L. 28.76	20.26	L. 23,297.75
	Tubería PVC 2" SDR 26	lance	0.170	2%	L. 334.65	L. 58.03	140.45	L. 47,002.93
						<b>L. 86.79</b>		<b>L. 70,300.68</b>
2.00	<b>Mano de Obra</b>	Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio/und	Sub Total		
2.01	Peón	JDR	80.0	0.0130	L. 355.00	L. 4.62	10.53	L. 3,738.15
						<b>L. 4.62</b>		<b>L. 3,738.15</b>
3.00	<b>Herramientas y Equipo</b>	Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio/hr	Sub Total		
3.01	Herramienta menor	GLB	5%		L. 4.62	L. 0.23	40.50	L. 187.11
						<b>L. 0.23</b>		<b>L. 187.11</b>
						<b>L. 91.64</b>		

Fuente: (Gómez, I; Recinos, C., 2022).

**Tabla 16. Actividad 2.05\_PCO**

<b>Actividad:</b>	Suministro e instalación de Tubería de PVC AP 1".							
<b>ítem</b>	<b>2.05</b>		<b>Unidad</b>	<b>ml</b>	<b>Cantidad</b>	<b>1.00</b>	<b>PCO</b>	<b>133.89</b>
	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cant./Rend.</b>	<b>Desperdicio</b>	<b>P.U.</b>	<b>Sub-total</b>	<b>Cant. Total</b>	<b>Total Lps.</b>
1.00	<b>Materiales</b>							
	Pegamento Durman Tubería PVC	gal	0.024	5%	L. 1,150.00	L. 28.76	3.35	L. 3,851.03
	Tubería PVC 1" SDR 26 ASTM D-2242	lance	0.170	2%	L. 121.90	L. 21.14	23.22	L. 2,830.09
						<b>Sub-total Mat</b>	<b>L. 49.90</b>	<b>L. 6,681.13</b>
2.00	<b>Mano de Obra</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total/und</b>	<b>Precio/und</b>	<b>Sub Total</b>		
2.01	Peón	JDR	90.000	0.0110	L. 355.00	L. 3.91	1.47	L. 522.89
						<b>Sub-total M.O.</b>	<b>L. 3.76</b>	<b>L. 522.89</b>
3.00	<b>Herramientas y Equipo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total/und</b>	<b>Precio/hr</b>	<b>Sub Total</b>		
3.01	Herramienta menor	glb	5%		L. 3.91	L. 0.20	16.41	L. 26.18
						<b>Sub-total H.E.</b>	<b>L. 0.19</b>	<b>L. 26.18</b>
						<b>Costo Directo Total</b>	<b>L. 54.01</b>	
						<b>Costo Unitario Final</b>	<b>54.01</b>	

Fuente: (Gómez, I; Recinos, C., 2022).

**Tabla 17. Actividad 2.06\_PCO**

<b>Actividad:</b>	Suministro e instalación de Tubería de 3/4"							
<b>ítem</b>	<b>2.06</b>		<b>Unidad</b>	<b>ml</b>	<b>Cantidad</b>	<b>1.00</b>	<b>PCO</b>	<b>241.57</b>
	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cant./Rend.</b>	<b>Desperdicio</b>	<b>P.U.</b>	<b>Sub-total</b>	<b>Cant. Total</b>	<b>Total Lps.</b>
1.00	<b>Materiales</b>							
	Pegamento Durman Tubería PVC	gal	0.024	5%	L. 1,150.00	L. 28.76	6.04	L. 6,948.19
	Tubería PVC 3/4" SDR 21 ASTM D-2242	lance	0.170	2%	L. 94.30	L. 16.35	41.89	L. 3,950.06
						<b>Subtotal Mat</b>	<b>L. 45.11</b>	<b>L. 3,950.06</b>
2.00	<b>Mano de Obra</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total/und</b>	<b>Precio/und</b>	<b>Sub Total</b>		
2.01	Fontanero	JDR	90.000	0.0110	L. 550.00	L. 6.05	2.66	L. 1,461.50
						<b>Subtotal M.O.</b>	<b>L. 6.05</b>	<b>L. 1,461.50</b>
3.00	<b>Herramientas y Equipo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total/und</b>	<b>Precio/hr</b>	<b>Sub Total</b>		
3.01	Herramienta menor	GLB	5%		L. 6.05	L. 0.30	12.08	L. 73.07
						<b>Sub-total H.E.</b>	<b>L. 0.30</b>	<b>L. 73.07</b>
						<b>Costo Directo Total</b>	<b>L. 51.46</b>	
						<b>C. Final</b>	<b>51.46</b>	

Fuente: (Gómez, I; Recinos, C., 2022).

**Tabla 18. Actividad 2.07\_PCO**

Actividad:	Suministro e instalación de Tubería PVC 1/2"							
ítem	2.07	Unidad		mi	Cantidad	1.00	PCO	834.54
	Descripción	Unidad	Cant./Rend.	Desperdicio	P.U.	Sub-total	Cant.Total	Total Lps.
1.00	<b>Materiales</b>							
	Pegamento Durman Tubería PVC	gal	0.007	5%	L. 1,150.00	L. 8.45	6.13	L. 7,053.95
	Tubería PVC 1/2" SDR 21 ASTM D-2242	lance	0.170	2%	L. 71.30	L. 12.36	144.71	L. 10,317.77
						<b>L. 20.81</b>		<b>L. 17,371.72</b>
2.00	<b>Mano de Obra</b>	Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio/und	Sub Total		
2.01	Peón	JDR	90.000	0.0110	L. 355.00	L. 3.91	9.18	L. 3,258.88
						<b>L. 3.91</b>		<b>L. 3,258.88</b>
3.00	<b>Herramientas y Equipo</b>	Unidad	Rendimiento	Total/unid.	Precio/hr	Sub Total		
3.01	Herramienta menor	GLB	5%		L. 3.91	L. 0.20	41.73	L. 163.15
						<b>L. 0.20</b>		<b>L. 163.15</b>
						<b>L. 24.92</b>		
						<b>24.92</b>		

Fuente: (Gómez, I; Recinos, C., 2022).

**Tabla 19. Actividad 2.08\_PCO**

Actividad:	Accesorios de la red							
ítem	2.08	Unidad		GLB	Cantidad	1.00	PCO	1.00
	Descripción	Unidad	Cant./Rend.	Desperdicio	P.U.	Sub-total	Cant.Total	Total Lps.
1.00	<b>Materiales</b>							
	TEE reductora de 2"x 2"x1/2"	UND	5.000	0%	L. 100.54	L. 502.70	5.00	L. 502.70
	TEE reductora de 2"x 2"x3/4"	UND	2.000	0%	L. 151.70	L. 303.40	2.00	L. 303.40
	Reductor PVC de 3" a 2"	UND	1.000	0%	L. 25.00	L. 25.00	1.00	L. 25.00
	Reductor PVC de 2" a 1"	UND	1.000	0%	L. 22.00	L. 22.00	1.00	L. 22.00
	Reductor PVC de 1" a 3/4"	UND	1.000	0%	L. 6.75	L. 6.75	1.00	L. 6.75
	Reductor PVC DE 3/4" a 1/2"	UND	2.000	0%	L. 5.45	L. 10.90	2.00	L. 10.90
	TEE PVC de 2"	UND	1.000	0%	L. 80.00	L. 80.00	1.00	L. 80.00
	TEE PVC de 1/2"	UND	1.000	0%	L. 7.15	L. 7.15	1.00	L. 7.15
	TEE PVC de 3/4"	UND	0.000	0%	L. 11.85	L. 0.00	0.00	L. 0.00
	Válvula de 1/2 plg bronce cierre rápido	UND	2.000	0%	L. 1,384.00	L. 2,768.00	2.00	L. 2,768.00
	Codo de 45° PVC 2"	UND	4.000	0%	L. 29.35	L. 117.40	4.00	L. 117.40
	Pegamento Durman PVC	GAL	2.000	5%	L. 1,150.00	L. 2,415.00	2.10	L. 2,415.00

continuación tabla...

				Subtotal Mat		L. 6,258.30		L. 6,258.30	
2.00	<b>Mano de Obra</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total/und</b>	<b>Precio/und</b>	<b>Sub Total</b>			
2.01	Fontanero	JDR	3.000	3.0000	L. 550.00	L. 1,650.00	3.00	L. 1,650.00	
						<b>Subtotal M.O.</b>	<b>L. 1,650.00</b>		<b>L. 1,650.00</b>
3.00	<b>Herramientas y Equipo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total/und</b>	<b>Precio/hr</b>	<b>Sub Total</b>			
3.01	Herram. menor	GLB	3%		L. 1,650.00	L. 49.50	0.03	L. 49.50	
						<b>Subtotal H.E.</b>	<b>L. 49.50</b>		<b>L. 49.50</b>
						<b>Costo Directo Total</b>	<b>L. 7,957.80</b>		
						<b>Costo Unitario Final</b>	<b>7,957.80</b>		

Fuente: (Gómez, I; Recinos, C., 2022).

**Tabla 20. Actividad 2.09\_PCO**

Actividad:	Anclajes de Concreto								
ítem	2.09	Unidad	m3	Cantidad	1.00	PCO	1.80		
	Descripción	Unidad	Cant./Rend.	Desperdicio	P.U.	Sub-total	Cant. Total	Total Lps.	
1.00	<b>Materiales</b>								
	Cemento gris tipo GU ASTM C-1157 bolsa	Bolsa	10.117	7%	L. 195.00	L. 2,110.91	19.49	L. 3,799.64	
	Clavo cabeza 3" (Lbs)	LB	1.000	3%	L. 18.33	L. 18.88	1.85	L. 33.98	
	Grava 3/4	M3	0.820	5%	L. 345.57	L. 297.54	1.55	L. 535.56	
	Madera rústica curada	PT	20.000	3%	L. 24.00	L. 494.40	37.08	L. 889.92	
	Arena triturada (m3)	M3	0.662	7%	L. 345.57	L. 244.78	1.28	L. 440.61	
						<b>Subtotal Mat</b>	<b>L. 3,166.51</b>		<b>L. 5,699.72</b>
2.00	<b>Mano de Obra</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rend.</b>	<b>Total/und</b>	<b>Precio/und</b>	<b>Sub Total</b>			
2.01	Peón	JDR	5.000	0.2000	L. 355.00	L. 71.00	0.36	L. 127.80	
2.02	Albañil	JDR	5.000	0.2000	L. 550.00	L. 110.00	0.36	L. 198.00	
						<b>Subtotal M.O.</b>	<b>L. 181.00</b>		<b>L. 325.80</b>
3.00	<b>Herramientas y Equipo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rend.</b>	<b>Total/und</b>	<b>Precio/hr</b>	<b>Sub Total</b>			
3.01	Herramienta menor	GLB	7%		L. 181.00	L. 12.67	0.13	L. 22.81	
						<b>Subtotal H.E.</b>	<b>L. 12.67</b>		<b>L. 22.81</b>
						<b>Costo Directo Total</b>	<b>L. 3,360.18</b>		
						<b>Costo Unitario Final</b>	<b>L. 3,360.18</b>		

Fuente: (Gómez, I; Recinos, C., 2022).

**Tabla 21. Actividad 2.10\_PCO**

Actividad:	Caja Domiciliar construida en sitio con válvula de 1/2 in.							
ítem	2.10	Unidad	und	Cantidad	1.00	PCO	92.00	
	Descripción	Unidad	Cant./Rend.	Desperdicio	P.U.	Sub-total	Cant. Total	Total Lps.
1.00	<b>Materiales</b>							
	Cemento gris tipo GU ASTM C-1157 bolsa	Bolsa	0.333	7%	L. 195.00	L. 69.48	32.78	L. 6,392.20
	Clavo cabeza 3" (Lbs)	LB	0.300	3%	L. 18.33	L. 5.66	28.43	L. 521.00
	Grava 3/4	M3	0.028	5%	L. 345.57	L. 10.27	2.73	L. 945.06
	Madera rústica curada	PT	0.167	5%	L. 24.00	L. 4.20	16.10	L. 386.40
	Arena triturada (m3)	M3	0.028	7%	L. 345.57	L. 10.47	2.79	L. 963.06
	Bloque 4 plg	UND	8.000	5%	L. 16.40	L. 137.76	772.80	L. 12,673.92
	Válvula de 1/2 plg Hg	UND	1.000	0%	L. 125.00	L. 125.00	92.00	L. 11,500.00
	Adaptador macho PVC 1/2 plg	UND	2.000	0%	L. 4.40	L. 8.80	184.00	L. 809.60
					<b>Subtotal Mat</b>		<b>L. 371.64</b>	<b>L. 34,191.32</b>
2.00	<b>Mano de Obra</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total/und</b>	<b>Precio/und</b>	<b>Sub Total</b>		
2.01	Albañil	JDR	3.000	0.3330	L. 550.00	L. 183.15	30.64	L. 16,849.80
2.02	Ayudante	JDR	3.000	0.3330	L. 355.00	L. 118.22	30.64	L. 10,875.78
					<b>Subtotal M.O.</b>		<b>L. 301.37</b>	<b>L. 27,725.58</b>
3.00	<b>Herramientas y Equipo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total/und</b>	<b>Precio/hr</b>	<b>Sub Total</b>		
3.01	Herramienta menor	GLB	5%		L. 301.37	L. 15.07	4.60	L. 1,386.30
					<b>Subtotal H.E.</b>		<b>L. 15.07</b>	<b>L. 1,386.30</b>
					<b>Costo Directo Total</b>		<b>L. 668.08</b>	
					<b>Costo Unitario Final</b>		<b>668.08</b>	

Fuente: (Gómez, I; Recinos, C., 2022).

**Tabla 22. Actividad 2.11\_PCO**

<b>Actividad:</b>	Conexiones domiciliarias. (Incluye tubería PVC de 1/2", TEE con reducción de 2" a 1/2" y codos 45° de 1/2").							
<b>ítem</b>	<b>2.11</b>		<b>Unidad</b>	<b>Und</b>	<b>Cantidad</b>	<b>1.00</b>	<b>PCO</b>	<b>41.00</b>
	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cant./Rend.</b>	<b>Desperdicio</b>	<b>P.U.</b>	<b>Sub-total</b>	<b>Cant. Total</b>	<b>Total Lps.</b>
1.00	<b>Materiales</b>							
	Pegamento Durman para Tubería PVC	GAL	0.038	5%	L. 1,150.00	L. 45.89	1.64	L. 1,881.29
	Tubería PVC 1/2" SDR 13.5 ASTM D-2242	lance	0.500	2%	L. 71.30	L. 36.36	20.91	L. 1,490.88
	TEE PVC 2X2X1/2	UND	1.000	0%	L. 100.54	L. 100.54	41.00	L. 4,122.14
	Codo PVC 90° 1/2 plg	UND	2.000	0%	L. 8.38	L. 16.76	82.00	L. 687.16
					<b>Subtotal Mat</b>	<b>L. 199.55</b>		<b>L. 8,181.47</b>
2.00	<b>Mano de Obra</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total/und</b>	<b>Precio/und</b>	<b>Sub Total</b>		
2.01	Fontanero	JDR	30.000	0.0330	L. 550.00	L. 18.15	1.35	L. 744.15
2.02	Ayudante	JDR	30.000	0.0330	L. 355.00	L. 11.72	1.35	L. 480.32
					<b>Subtotal M.O.</b>	<b>L. 29.87</b>		<b>L. 1,224.47</b>
3.00	<b>Herramientas y Equipo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total/und</b>	<b>Precio/hr</b>	<b>Sub Total</b>		
3.01	Herramienta men.	GLB	2%		L. 29.87	L. 0.60	0.82	L. 24.49
					<b>Subtotal H.E.</b>	<b>L. 0.60</b>		<b>L. 24.49</b>
					<b>Costo Directo Total</b>	<b>L. 230.02</b>		
					<b>Costo Unitario Final</b>	<b>230.02</b>		

Fuente: (Gómez, I; Recinos, C., 2022).

**Tabla 23. Actividad 2.12\_PCO**

<b>Actividad:</b>	Conexiones domiciliarias. (Incluye tubería PVC de 1/2", TEE con reducción de 1" a 1/2" y codos 45° de 1/2")							
<b>ítem</b>	<b>2.12</b>		<b>Unidad</b>	<b>UND</b>	<b>Cantidad</b>	<b>1.00</b>	<b>PCO</b>	<b>4.00</b>
	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cant./Rend.</b>	<b>Desperdicio</b>	<b>P.U.</b>	<b>Sub-total</b>	<b>Cant. Total</b>	<b>Total Lps.</b>
1.00	<b>Materiales</b>							
1.01	Pegamento Durman PVC.	GAL	0.038	5%	L. 1,150.00	L. 45.89	0.16	L. 183.54
1.02	Tubería PVC 1/2" SDR 13.5 ASTM D-2242.	lance	0.500	2%	L.71.30	L. 36.36	2.04	L. 145.45
1.03	TEE PVC reductora de 1x1/2	UND	1.000	0%	L. 31.95	L. 31.95	4.00	L. 127.79
1.04	Codo PVC 90° 1/2 plg.	UND	2.000	0%	L. 8.38	L. 16.76	8.00	L. 67.04
					<b>Subtotal Mat</b>	<b>L. 130.96</b>		<b>L. 523.82</b>

continuación tabla...

2.00	Mano de Obra	Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio/und	Sub Total		
2.01	Fontanero	JDR	30.000	0.0330	L. 550.00	L. 18.15	0.13	L. 72.60
2.02	Ayudante	JDR	30.000	0.0330	L. 355.00	L. 11.72	0.13	L. 46.86
				<b>Subtotal M.O.</b>		<b>L. 29.87</b>		<b>L. 49.25</b>
3.00	Herramientas y Equipo	Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio/hr	Sub Total		
3.01	Herramienta menor	GLB	2%		L. 29.87	L. 0.60	0.08	L. 2.39
				<b>Subtotal H.E.</b>		<b>L. 0.25</b>		<b>L. 2.39</b>
				<b>Costo Directo Total</b>		<b>L. 161.43</b>		
				<b>Costo Unitario Final</b>		<b>161.43</b>		

Fuente: (Gómez, I; Recinos, C., 2022).

**Tabla 24. Actividad 2.13\_PCO**

Actividad:	Conexiones domiciliarias. (Incluye tubería PVC de 1/2", TEE con reducción de 3/4" a 1/2" y codos 45° de 1/2")							
	ítem	2.13	Unidad	UND	Cantidad	1.00	PCO	9.00
	Descripción	Unidad	Cant./Rend.	Desperdicio	P.U.	Sub-total	Cant. Total	Total Lps.
1.00	<b>Materiales</b>							
	Pegamento Durman para Tubería PVC	GAL	0.038	5%	L. 1,150.00	L. 45.89	0.36	L. 412.97
	Tubería PVC 1/2" SDR 13.5 ASTM D-2242	lance	0.500	2%	L. 71.30	L. 36.36	4.59	L. 327.27
	TEE PVC reductora de 3/4 a 1/2	UND	1.000	0%	L. 18.93	L. 18.93	9.00	L. 170.35
	Codo PVC 90° 1/2 plg	UND	2.000	0%	L. 8.38	L. 16.76	18.00	L. 150.84
					<b>Sub-total Mat</b>			<b>L. 1,061.42</b>
2.00	<b>Mano de Obra</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total/und</b>	<b>Precio/und</b>	<b>Sub Total</b>		
2.01	Fontanero	JDR	30.000	0.0330	L. 550.00	L. 18.15	0.30	L. 163.35
2.02	Ayudante	JDR	30.000	0.0330	L. 355.00	L. 11.72	0.30	L. 105.44
				<b>Sub-total M.O.</b>		<b>L. 29.87</b>		<b>L. 268.79</b>
3.00	<b>Herramientas y Equipo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total/und</b>	<b>Precio/hr</b>	<b>Sub Total</b>		
3.01	Herramienta menor	GLB	2%		L. 29.87	L. 0.60	0.18	L. 5.38
				<b>Subtotal H.E.</b>		<b>L. 0.60</b>		<b>L. 5.38</b>
				<b>Costo Directo Total</b>		<b>L. 148.41</b>		
				<b>Costo Unitario Final</b>		<b>148.41</b>		

Fuente: (Gómez, I; Recinos, C., 2022).

**Tabla 25. Actividad 2.14\_PCO**

ítem	2.14	Unidad	UND	Cantidad	1.00	PCO	38.00	
	Descripción	Unidad	Cant./Rend.	Desperdicio	P.U.	Sub-total	Cant. Total	Total Lps.
1.00	<b>Materiales</b>							
	Pegamento Durman para Tubería PVC	GAL	0.038	5%	L. 1,150.00	L. 45.89	1.52	L. 1,743.63
	Tubería PVC 1/2" SDR 13.5 ASTM D-2242	LANCE	0.500	2%	L. 71.30	L. 36.36	19.38	L. 1,381.79
	TEE PVC 1/2	UND	1.000	0%	L. 9.24	L. 9.24	38.00	L. 351.23
	Codo PVC 90° 1/2 plg	UND	2.000	0%	L. 8.38	L. 16.76	76.00	L. 636.88
					<b>Subtotal Mat</b>	<b>L. 108.25</b>		<b>L. 4,113.54</b>
2.00	<b>Mano de Obra</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total/und</b>	<b>Precio/und</b>	<b>Sub Total</b>		
2.01	Fontanero	JDR	30.000	0.0330	L. 550.00	L. 18.15	1.25	L. 689.70
2.02	Ayudante	JDR	30.000	0.0330	L. 355.00	L. 11.72	1.25	L. 445.17
					<b>Subtotal M.O.</b>	<b>L. 29.87</b>		<b>L. 1,134.87</b>
3.00	<b>Herramientas y Equipo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total/und</b>	<b>Precio/hr</b>	<b>Sub Total</b>		
3.01	Herramienta menor	GLB	2%		L. 29.87	L. 0.60	0.76	L. 22.70
					<b>Subtotal H.E.</b>	<b>L. 0.60</b>		<b>L. 22.70</b>
					<b>Costo Directo Total</b>	<b>L. 138.72</b>		
					<b>Costo Unitario Final</b>	<b>138.72</b>		

Fuente: (Gómez, I; Recinos, C., 2022).

**Tabla 26. Actividad 2.15\_PCO**

ítem	2.15	Unidad	GBL	Cantidad	1.00	PCO	1.00	
	Descripción	Unidad	Cant./Rend.	Desperdicio	P.U.	Sub-total	Cant. Total	Total Lps.
1.00	<b>Materiales</b>							
1.01	Tubería PVC 2"	lance	0.50	1%	L. 405.00	L. 203.51	0.50	L. 203.51
1.02	Tubería HG 2"	lance	2.00	1%	L. 1,518.38	L. 3,051.94	2.01	L. 3,051.94
1.03	Abrazadera 2" @0.5 m	UND	21.00	0%	L. 10.81	L. 227.01	21.00	L. 227.01
1.04	Codo 90° 2" HG	UND	4.00	0%	L. 225.12	L. 900.48	4.00	L. 900.48
1.05	Tornillo Hg de 2"	LBS	1.00	0%	L. 36.20	L. 36.20	1.00	L. 36.20
					<b>Subtotal Mat</b>	<b>L. 4,419.15</b>		<b>L. 4,419.15</b>
2.00	<b>Mano de Obra</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total/und</b>	<b>Precio/und</b>	<b>Sub Total</b>		
2.01	Fontanero	JDR	1.000		L. 550.00	L. 550.00	1.00	L. 550.00
2.02	Ayudante	JDR	1.000		L. 355.00	L. 355.00	1.00	L. 355.00
					<b>Subtotal M.O.</b>	<b>L. 905.00</b>		<b>L. 905.00</b>

continuación tabla...

3.00	Herramientas y Equipo	Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio/hr	Sub Total		
3.01	Herra. menor	GBL	0.020		L. 905.00	L. 18.10	0.02	L. 18.10
						<b>Sub-total H.E.</b>		<b>L. 17.84</b>
						<b>Costo Directo Total</b>		<b>L. 5,342.25</b>
						<b>Costo Unitario Final</b>		<b>L. 5,342.25</b>

Fuente: (Gómez, I; Recinos, C., 2022).

**Tabla 27. Actividad 2.16\_PCO**

Actividad:	Prueba Hidrostática							
ítem	2.16	Unidad	ml	Cantidad	1.00	PCO	1.00	
	Descripción	Unidad	Cant./Rend.	Desperdicio	P.U.	Sub-total	Cant. Total	Total Lps.
1.00	<b>Materiales</b>							
	Manómetro	UND	0.002	1%	L. 450.00	L. 0.91	0.00	L. 0.91
						<b>Subtotal Mat</b>		<b>L. 0.91</b>
2.00	<b>Mano de Obra</b>	Unidad	Rendimiento ml/jdr	Total/und	Precio/und	Sub Total		
2.01	Fontanero	JDR	360.000	0.0028	L. 550.00	L. 1.54	0.00	L. 1.54
						<b>Subtotal M.O.</b>		<b>L. 1.54</b>
3.00	<b>Herramientas y Equipo</b>	Unidad	Rendimiento ml/día	Total/und	Precio/hr	Sub Total		
3.01	Herramienta menor	GLB	3%		L. 1.54	L. 0.05	0.03	L. 0.05
3.02	Bomba manual de agua	día	360.000	0.0028	L. 300.00	L. 0.83	0.00	L. 0.83
						<b>Subtotal H.E.</b>		<b>L. 0.88</b>
						<b>Costo Directo Total</b>		<b>L. 3.33</b>
						<b>Costo Unitario Final</b>		<b>L. 3.33</b>

Fuente: (Gómez, I; Recinos, C., 2022).

**Tabla 28. Actividad 3.01\_PCO**

Actividad:	Paredes y tapadera de concreto reforzado de tanque de Almacenamiento							
ítem	3.01	Unidad	GBL	Cantidad	1.00	PCO	1.00	
	Descripción	Unidad	Cant./Rend.	Desperd.	P.U.	Sub-total	Cant. Total	Total Lps.
1.00	<b>Materiales</b>							
1.01	Varilla Corrugada DE 5/8X9 ML G-60	LANCE	16.00	7%	L. 467.52	L. 8,003.94	17.12	L. 8,003.94
1.02	Varilla Corrugada 1/2" X 9 M LEG G 60	LANCE	8.00	7%	L. 343.85	L. 2,943.36	8.56	L. 2,943.85
1.03	Varilla Corrugada 3/8" X 9 MTS LEG G 60	LANCE	10.00	7%	L. 192.05	L. 2,054.94	10.70	L. 2,054.94
1.04	Alambre de Amarre	LBS	34.65	10%	L. 20.74	L. 790.46	38.11	L. 790.46
1.05	Concreto 3000 3/4"	M3	4.50	3%	L. 3,079.13	L. 14,271.74	4.64	L. 14,271.74
1.06	Sika 101 Mortero	BLS	1.00	1%	L. 1,270.11	L. 1,282.81	1.01	L. 1,282.81

continuación tabla...

1.07	Flotador de Agua	UND	1.00	0%	L. 500.00	L. 500.00	1.00	L. 500.00
1.08	Madera rustica pulida	UND	384.00	3%	L. 24.00	L. 9,492.48	395.5	L. 9,492.48
1.09	Clavos Cabeza 3"	LBS	77.00	0%	L. 18.33	L. 1,411.41	77.00	L. 1,411.41
1.10	Arena triturada	M3	1.00	8%	L. 345.57	L. 373.22	1.08	L. 373.22
1.11	Grava 3/4	M3	1.00	7%	L. 345.57	L. 369.76	1.07	L. 369.76
1.12	Cemento GU	BLS	12.00	5%	L. 195.00	L. 2,457.00	12.60	L. 2,457.00
<b>Subtotal Mat</b>						<b>L. 43,951.13</b>		<b>L. 43,951.13</b>
2.00	<b>Mano de Obra</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total/und</b>	<b>Precio/und</b>	<b>Sub Total</b>		
2.01	Albañil	JDR	5.000		L. 550.00	L. 2,750.00	5.00	L. 2,750.00
2.02	Armador	JDR	3.000		L. 550.00	L. 1,650.00	3.00	L. 1,650.00
2.03	Carpintero	JDR	2.500		L. 600.00	L. 1,500.00	2.50	L. 1,500.00
2.04	Ayudante	JDR	4.000		L. 355.00	L. 1,420.00	4.00	L. 1,420.00
2.05	Peón	JDR	3.000		L. 355.00	L. 1,065.00	3.00	L. 1,065.00
<b>Subtotal M.O.</b>						<b>L. 8,385.00</b>		<b>L. 8,385.00</b>
3.00	<b>Herramientas y Equipo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total/und</b>	<b>Precio/hr</b>	<b>Sub Total</b>		
3.01	Vibrador Manual de Concreto	HR	10.000		L. 57.50	L. 575.00	10.00	L. 575.00
	Herramienta Menor	HR	0.050		L. 8,385.00	L. 419.25	0.05	L. 419.25
<b>Subtotal</b>						<b>L. 994.25</b>		<b>L. 994.25</b>
<b>Costo Directo Total</b>						<b>L. 53,330.38</b>		
<b>Costo Unitario Final</b>						<b>53,330.38</b>		

Fuente: (Gómez, I; Recinos, C., 2022).

**Tabla 29. Actividad 3.02\_PCO**

Actividad:	Losa de concreto armado con Vigas V2							
ítem	3.02	Unidad	ML	Cantidad	1.00	PCO	1.00	
	Descripción	Unidad	Cant./Rend.	Desperdicio	P.U.	Sub-total	Cant. Total	Total Lps.
1.00	<b>Materiales</b>							
1.01	Varilla Corrugada de 3/8 X9 ML G-59	LANCE	12.73	7%	L. 192.05	L. 2,615.51	13.62	L. 2,615.51
1.02	Varilla Corrugada de 1/2 X9 ML G-60	LANCE	70.00	7%	L. 343.85	L. 25,754.37	74.90	L. 25,754.37
1.03	Varilla Corrugada de 5/8 X9 ML G-60	LANCE	9.00	7%	L. 467.52	L. 4,502.22	9.63	L. 4,502.22
1.04	Varilla Corrugada de 6/8 X9 ML G-60	LANCE	10.78	7%	L. 773.95	L. 8,928.28	11.54	L. 8,928.28
1.05	Cemento GU	BOLSA	17.93	4%	L. 195.00	L. 3,636.84	18.65	L. 3,636.84
1.06	Grava 3/4"	M3	1.02	5%	L. 345.57	L. 368.80	1.07	L. 368.80
1.07	Arena triturada	M3	1.02	6%	L. 345.57	L. 372.31	1.08	L. 372.31
1.08	Alambre de Amarre	LBS	16.36	1%	L. 20.74	L. 342.79	16.53	L. 342.79
1.09	Clavos cabeza 3"	LBS	10.68	0%	L. 18.33	L. 195.67	10.68	L. 195.67
1.10	Madera rústica pulida	PT	152.50	3%	L. 24.00	L. 3,769.80	157.08	L. 3,769.80
<b>Subtotal Mat</b>						<b>L. 50,486.59</b>		<b>L. 50,486.59</b>
2.00	<b>Mano de Obra</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total/und</b>	<b>Precio/und</b>	<b>Sub Total</b>		
2.01	Albañil	JDR	2.000		L. 550.00	L. 1,100.00	2.00	L. 1,100.00
2.02	Armador	JDR	1.000		L. 550.00	L. 550.00	1.00	L. 550.00
2.03	Carpintero	JDR	1.000		L. 355.00	L. 355.00	1.00	L. 355.00

continuación tabla...

2.04	Ayudante	JDR	2.000		L. 355.00	L. 710.00	2.00	L. 710.00
						<b>Subtotal M.O.</b>	<b>L. 2,715.00</b>	<b>L. 2,715.00</b>
<b>3.00</b>	<b>Herramientas y Equipo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total/und</b>	<b>Precio/hr</b>	<b>Sub Total</b>		
3.01	Herramienta Menor	HR	0.050		L. 2,715.00	L. 135.75	0.05	L. 135.75
3.02	Vibrador Manual de Concreto	HR	10.000		L. 57.50	L. 575.00	10.00	L. 575.00
3.03	Mezcladora	HR	5.000		L. 75.00	L. 375.00	5.00	L. 375.00
						<b>Subtotal H.E.</b>	<b>L. 1,085.75</b>	<b>L. 1,085.75</b>
						<b>Costo Directo Total</b>	<b>L. 54,287.34</b>	
						<b>Costo Unitario Final</b>	<b>54,287.34</b>	

Fuente: (Gómez, I; Recinos, C., 2022).

**Tabla 30. Actividad 3.03\_PCO**

<b>Actividad:</b>	Columnas de concreto reforzado							
<b>ítem</b>	<b>3.03</b>		<b>Unidad</b>	<b>ml</b>	<b>Cantidad</b>	<b>1.00</b>	<b>PCO</b>	<b>50.40</b>
	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cant./Rend.</b>	<b>Desperdicio</b>	<b>P.U.</b>	<b>Sub-total</b>	<b>Cant. Total</b>	<b>Total Lps.</b>
1.00	<b>Materiales</b>							
1.01	Varilla corrugada de 3/8 X9 ML G-60	LANCE	1.92	5%	L. 192.05	L. 386.50	101.43	L. 19,479.63
1.02	Varilla Corrugada 3/4 X9 ML G-60	LANCE	0.94	5%	L. 773.95	L. 764.84	49.81	L. 38,548.17
1.03	Concreto 3000 3/4"	M3	0.10	3%	L. 3,079.13	L. 324.76	5.32	L. 16,367.98
1.04	Alambre de Amarre	LBS	1.25	1%	L. 20.74	L. 26.18	63.63	L. 1,319.69
1.05	Clavos cabeza 3"	LBS	0.83	2%	L. 18.03	L. 15.20	42.50	L. 766.23
1.06	Madera rústica pulida	PT	8.27	3%	L. 24.00	L. 204.35	429.14	L. 10,299.34
						<b>Subtotal Mat</b>	<b>L. 1,721.83</b>	<b>L. 86,781.04</b>
2.00	<b>Mano de Obra</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total/und</b>	<b>Precio/und</b>	<b>Sub Total</b>		
2.01	Albañil	JDR	0.250		L. 550.00	L. 137.50	12.60	L.6,930.00
2.02	Armador	JDR	0.125		L. 650.00	L. 68.75	6.30	L. 3,465.00
2.03	Carpintero	JDR	0.125		L. 600.00	L. 75.00	6.30	L. 3,780.00
2.04	Ayudante	JDR	0.125		L. 355.00	L. 44.38	6.30	L. 2,236.50
						<b>Subtotal M.O.</b>	<b>L. 325.63</b>	<b>L. 16,411.50</b>
3.00	<b>Herramientas y Equipo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total/und</b>	<b>Precio/hr</b>	<b>Sub Total</b>		
3.01	Herramienta Menor	HR	0.050		L. 325.63	L. 16.28	2.52	L. 820.58
						<b>Sub-total H.E.</b>	<b>L. 16.28</b>	<b>L. 820.58</b>
						<b>Costo Directo Total</b>	<b>L. 2,063.74</b>	
						<b>Costo Unitario Final</b>	<b>2,063.74</b>	

Fuente: (Gómez, I; Recinos, C., 2022).

**Tabla 31. Actividad 3.04\_PCO**

Actividad:		Vigas V1						
ítem	3.04	Unidad	ml	Cantidad	1.00	PCO	25.20	
	Descripción	Unidad	Cant./Rend.	Desperdicio	P.U.	Sub-total	Cant. Total	Total Lps.
1.00	<b>Materiales</b>							
1.01	Varilla corrugada de 3/8 X9 ML G-60	LANCE	1.04	7%	L. 192.05	L. 214.06	28.09	L. 5,394.20
1.02	Varilla corrugada de 3/4 X9 ML G-60	LANCE	0.71	7%	L. 773.95	L. 584.56	19.03	L. 14,730.91
1.03	Cemento GU	BOLSA	0.90	4%	L. 195.00	L. 182.52	23.59	L. 4,599.50
1.04	Grava 3/4"	M3	0.05	5%	L. 345.57	L. 18.51	1.35	L. 466.42
1.05	Arena triturada	M3	0.05	6%	L. 345.57	L. 18.68	1.36	L. 470.86
1.06	Alambre de amarre	LBS	0.54	1%	L. 20.74	L. 11.22	13.64	L. 282.79
1.07	Clavos cabeza 3"	LBS	0.62	0%	L. 18.33	L. 11.31	15.56	L. 285.13
1.08	Madera rústica pulida	PT	12.35	3%	L. 24.00	L. 305.19	320.44	L. 7,690.67
						<b>Subtotal Mat</b>	<b>L. 1,346.05</b>	<b>L. 33,920.49</b>
2.00	<b>Mano de Obra</b>	<b>Unidad</b>	<b>ml</b>	<b>Total/und</b>	<b>Precio/und</b>	<b>Sub Total</b>		
2.01	Albañil	JDR	5.400	0.19	L. 550.00	L. 101.85	4.67	L. 2,566.67
2.02	Armador	JDR	10.800	0.09	L. 550.00	L. 50.93	2.33	L. 1,283.33
2.03	Carpintero	JDR	10.800	0.09	L. 600.00	L. 55.56	2.33	L. 1,400.00
2.04	Ayudante	JDR	10.800	0.09	L. 355.00	L. 32.87	2.33	L. 828.33
						<b>Subtotal M.O.</b>	<b>L. 241.20</b>	<b>L. 6,078.33</b>
3.00	<b>Herramientas y Equipo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total/und</b>	<b>Precio/hr</b>	<b>Sub Total</b>		
3.01	Herramienta Menor	HR	0.050		L. 241.20	L. 12.06	1.26	L. 303.92
3.02	Vibrador Manual de Concreto	HR	0.350		L. 57.50	L. 20.13	8.82	L. 507.15
3.03	Mezcladora	HR	0.350		L. 75.00	L. 26.25	8.82	L. 661.50
						<b>Sub-total H.E.</b>	<b>L. 58.44</b>	<b>L. 1,472.57</b>
						<b>Costo Directo Total</b>	<b>L. 1,645.89</b>	
						<b>Costo Unitario Final</b>	<b>1,645.89</b>	

Fuente: (Gómez, I; Recinos, C., 2022).

**Tabla 32. Actividad 3.05\_PCO**

Actividad:		Zapata Aislada de concreto reforzado						
ítem	3.05	Unidad	m2	Cantidad	1.00	PCO	4.00	
	Descripción	Unidad	Cant./Rend.	Desperdicio	P.U.	Sub-total	Cant. Total	Total LPS.
1.00	<b>Materiales</b>							
1.01	Varilla corrugada DE 3/4X9 ML G-60	LANCE	12.80	7%	L. 773.95	L. 10,600.02	54.78	L. 42,400.08
1.02	Madera rústica pulida	PT	8.53	3%	L. 24.00	L. 210.94	35.16	L. 843.78
1.03	Concreto 3000 psi, 3/4" grava	M3	0.72	3%	L. 3,079.13	L. 2,283.48	2.97	L. 9,133.92
1.04	Alambre de amarre	LBS	4.48	1%	L. 20.74	L. 93.84	18.10	L. 375.38
1.05	Clavos cabeza 3"	LBS	1.71	0%	L. 18.33	L. 31.28	6.83	L. 125.13
						<b>Subtotal Mat</b>	<b>L. 13,219.56</b>	<b>L. 52,878.28</b>
2.00	<b>Mano de Obra</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total/und</b>	<b>Precio/und</b>	<b>Sub Total</b>		
2.01	Albañil	JDR	0.896		L. 550.00	L. 492.80	3.58	L. 1,971.20
2.02	Armador	JDR	0.896		L. 550.00	L. 492.80	3.58	L. 1,971.20
2.03	Carpintero	JDR	0.896		L. 550.00	L. 492.80	3.58	L. 1,971.20
2.04	Ayudante	JDR	1.536		L. 600.00	L. 921.60	6.14	L. 3,686.40

continuación tabla...

				<b>Subtotal M.O.</b>		<b>L. 2,400.00</b>		<b>L. 9,600.00</b>
3.00	<b>Herramientas y Equipo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total/und</b>	<b>Precio/hr</b>	<b>Sub Total</b>		
3.01	Herramienta Menor	GBL	0.050		L. 2,400.00	L. 120.00	0.20	L. 480.00
3.02	Vibrador Manual de Concreto	HR	1.500		L. 57.50	L. 86.25	6.00	L. 345.00
				<b>Subtotal H.E.</b>		<b>L. 206.25</b>		<b>L. 825.00</b>
				<b>Costo Directo Total</b>		<b>L. 15,825.81</b>		
				<b>Costo Unitario Final</b>		<b>15,825.81</b>		

Fuente: (Gómez, I; Recinos, C., 2022).

**Tabla 33. Actividad 3.06\_PCO**

<b>Actividad:</b>	Hipoclorador							
<b>ítem</b>	<b>3.06</b>		<b>Unidad</b>	<b>GBL</b>	<b>Cantidad</b>	<b>1.00</b>	<b>PCO</b>	<b>1.00</b>
	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cant./Rendimiento</b>	<b>Desperdicio</b>	<b>P.U.</b>	<b>Sub-total</b>	<b>Cant. Total</b>	<b>Total Lps.</b>
1.00	<b>Materiales</b>							
1.01	Ladrillo rafón	UNIDAD	44.00	1%	L. 6.00	L. 266.64	44.44	L. 266.64
1.02	Arena río	M3	0.44	11%	L. 300.00	L. 146.70	0.49	L. 146.70
1.03	Cemento GU	BOLSA	4.00	5%	L. 195.00	L. 819.00	4.20	L. 819.00
1.04	Varilla corrugada de 1/4 x 9 ml G-59	LANCE	7.00	3%	L. 58.89	L. 424.60	7.21	L. 424.60
1.05	Dispensador de Cloro Jed	UNIDAD	1.00	0%	L. 20.50	L. 20.50	1.00	L. 20.50
1.06	Válvula Flotador DECA 1/2-plg	UNIDAD	1.00	0%	L. 21.00	L. 21.00	1.00	L. 21.00
1.07	Codo de 1/2" 90	UNIDAD	1.00	0%	L. 8.38	L. 8.38	1.00	L. 8.38
1.08	Tubería PVC rebose 2"	LANCE	1.00	0%	L. 405.00	L. 334.65	1.00	L. 334.65
1.09	Manguera Plástica Transparente 1/2 plg	UNIDAD	1.00	0%	L. 350.75	L. 350.75	1.00	L. 350.75
1.10	Válvula de 1/2 PLG bronce cierre rápido	UNIDAD	1.00	0%	L. 125.00	L. 125.00	1.00	L. 125.00
1.11	Adaptador macho/hembra 1/2"	UNIDAD	1.00	0%	L. 4.40	L. 4.40	1.00	L. 4.40
1.12	Concreto 3,000 psi 3/4 in premezclado	M3	0.07	3%	L. 3,079.13	L. 3,079.13	0.07	L. 208.63
1.13	Pegamento para PVC	GALON	0.10	0%	L. 1,150.00	L. 1,1150.00	0.10	L. 115.00
1.14	Codo de 1/2" 90°	UNIDAD	2.00	0%	L. 460.00	L. 460.00	2.00	L. 920.00
				<b>Subtotal Mat</b>		<b>L. 3,765.25</b>		<b>L. 3,765.25</b>
2.00	<b>Mano de Obra</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total/und</b>	<b>Precio/und</b>	<b>Sub Total</b>		
2.01	Fontanero	JDR	1.000		L. 550.00	L. 550.00	1.00	L. 550.00
2.02	Ayudante	JDR	1.000		L. 355.00	L. 355.00	1.00	L. 355.00
				<b>Subtotal M.O.</b>		<b>L. 905.00</b>		<b>L. 905.00</b>
3.00	<b>Herramientas y Equipo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total/und</b>	<b>Precio/hr</b>	<b>Sub Total</b>		

continuación tabla...

3.01	Vibrador Manual de Concreto	HR	10.000		L. 57.50	L. 575.00	10.00	L. 575.00
3.02	Mezcladora	HR	5.000		L. 75.00	L. 375.00	5.00	L. 375.00
						<b>Sub-total H.E.</b>		<b>L. 950.00</b>
						<b>Costo Directo Total</b>		<b>L. 5,620.25</b>
						<b>Costo Unitario Final</b>		<b>5,620.25</b>

Fuente: (Gómez, I; Recinos, C., 2022).

**Tabla 34. Actividad 3.07\_PCO**

Actividad:	Línea de Impulsión.							
ítem	3.07	Unidad	GBL	Cantidad	1.00	PCO	1.00	
	Descripción	Unidad	Cant./Rend.	Desperdicio	P.U.	Sub-total	Cant. Total	Total Lps.
<b>1.00</b>	<b>Materiales</b>							
1.01	Tubería de 2" HG Cédula 40"	LANCE	0.40	0%	L. 1,518.38	L. 607.35	0.40	L. 607.35
1.02	Tubería de 2" PVC SDR 26	LANCE	1.50	0%	L. 334.65	L. 501.98	1.50	L. 501.98
1.03	Válvula Check de 2"	UNIDAD	2.00	0%	L. 856.54	L. 1,713.08	2.00	L. 1,713.08
1.04	Codo 90° HG de 2"	UNIDAD	3.00	0%	L. 135.00	L. 405.00	3.00	L. 405.00
1.05	Tee HG 2"	UNIDAD	1.00	0%	L. 190.00	L. 190.00	1.00	L. 190.00
1.06	Niple HG de 2X4"	UNIDAD	6.00	0%	L. 87.00	L. 522.00	6.00	L. 522.00
1.07	Adaptador Hembra PVC de 2"	UNIDAD	1.00	0%	L. 18.03	L. 18.03	1.00	L. 18.03
1.08	Reductor de 2" a 3" PVC	UNIDAD	1.00	0%	L. 77.05	L. 77.05	1.00	L. 77.05
1.09	Válvula de cierre rápido de 2 plg HG	UNIDAD	2.00	0%	L. 1,600.00	L. 3,200.00	2.00	L. 3,200.00
1.10	Sello sanitario de 6x2 plg	UNIDAD	0.00	0%	L. 4,000.00	L. 0.00	0.00	L. 0.00
1.11	Teflón	ROLLO	8.00	3%	L. 5.52	L. 45.48	8.24	L. 45.48
						<b>Sub-total Mat</b>		<b>L. 7,279.97</b>
<b>2.00</b>	<b>Mano de Obra</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rend.</b>	<b>Total/und</b>	<b>Precio/und</b>	<b>Sub Total</b>		
2.01	Fontanero	JDR	1.000		L. 550.00	L. 550.00	1.00	L. 550.00
2.02	Ayudante	JDR	1.000		L. 355.00	L. 355.00	1.00	L. 355.00
						<b>Sub-total M.O.</b>		<b>L. 905.00</b>
<b>3.00</b>	<b>Herramientas y Equipo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rend.</b>	<b>Total/und</b>	<b>Precio/hr</b>	<b>Sub Total</b>		
3.01	Herramienta Menor	GBL	0.050		L. 905.00	L. 45.25	0.05	L. 45.25
						<b>Subtotal H.E.</b>		<b>L. 45.25</b>
						<b>Costo Directo Total</b>		<b>L. 8,230.22</b>
						<b>Costo Unitario Final</b>		<b>8,230.22</b>

Fuente: (Gómez, I; Recinos, C., 2022).

**Tabla 35. Actividad 4.01\_PCO**

<b>Actividad:</b>	Limpieza final y retiro de campamento inicial							
<b>ítem</b>	<b>4.01</b>		<b>Unidad</b>	<b>GLB</b>	<b>Cantidad</b>	<b>1.00</b>	<b>PCO</b>	<b>1.00</b>
	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cant./Rend.</b>	<b>Desperdicio</b>	<b>P.U.</b>	<b>Sub-total</b>	<b>Cant. Total</b>	<b>Total Lps.</b>
1.00	<b>Materiales</b>							
							0.00	L. 0.00
				<b>Subtotal Mat</b>		<b>L. 0.00</b>		<b>L. 0.00</b>
2.00	<b>Mano de Obra</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total/und</b>	<b>Precio/und</b>	<b>Sub Total</b>		
2.01	Peón	JDR	12.000	12.00	L. 342.00	L. 4,104.00	12.00	L. 4,104.00
				<b>Subtotal M.O.</b>		<b>L. 4,104.00</b>		<b>L. 4,104.00</b>
3.00	<b>Herramientas y Equipo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total/und</b>	<b>Precio/hr</b>	<b>Sub Total</b>		
3.01	Herramienta menor	GLB	15%		L. 4,104.00	L. 615.60	0.15	L. 615.60
				<b>Subtotal H.E.</b>		<b>L. 615.60</b>		<b>L. 615.60</b>
				<b>Costo Directo Total</b>		<b>L. 4,719.60</b>		
				<b>Costo Unitario Final</b>		<b>4,719.60</b>		

Fuente: (Gómez, I; Recinos, C., 2022).

### 5.9.3 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE PROYECTO LAS FÚNEZ



## VI. CONCLUSIONES

- 1) Los factores del entorno social de la localidad a tomar en cuenta son los relacionados con las características demográficas del sitio, como la densidad poblacional y tasa de crecimiento. En función de los censos del 2019 y 2021, hubo una tasa de crecimiento de -1.54% por consecuencia de las migraciones post pandemia, por lo que se consideró en su lugar los valores del cálculo de población futura por saturación para el diseño de la red, los cuales dan como resultado una densidad poblacional de 19.1 personas por hectárea. Otro elemento importante es la necesidad de organización, por lo que el patronato manifiesta estar en proceso de integración de una Junta Administradora de Agua y Saneamiento en la comunidad, ya que es indispensable para la sostenibilidad del proyecto.
- 2) Los criterios técnicos para utilizarse fueron los establecidos por la normativa de Aguas de Choloma, la que a su vez se basa en las Normas de Diseño Para Acueductos Rurales (SANAA). Estos criterios establecen un período de diseño de 20 años, un coeficiente de rugosidad de 140 para PVC, así como los diámetros mínimos y máximos admisibles, los cuales, deben permitir presiones mínimas de 10 m.c.a y velocidades mínimas de 0.3 m/s. Durante el proceso de diseño, el detrimento de las velocidades mínimas que establece la normativa fue necesario para reducir los costos del proyecto, permitiendo colocar el tanque a 4.5 metros menos de lo previsto inicialmente, no obstante, esta decisión técnica permitirá que el sistema de la red de distribución funcione de manera adecuada.
- 3) Se trazaron las rutas más eficientes, la cuales consisten en una línea principal de 2.02 Km que cruza a lo largo del costado izquierdo de la carretera en la que se desarrolla la comunidad, y 12 líneas secundarias ubicadas en los bloques de casas donde fue requerido. Estas irán a una profundidad de instalación mínima de 0.6 m a partir del terreno natural, y un metro de los límites de propiedad.
- 4) Se definieron los diámetros y materiales de la red de distribución de agua potable de la comunidad. Ésta cuenta con una la línea principal que se compone de 58 metros de tubería PVC de tres pulgadas (75 mm), 810 metros de tubería PVC de dos pulgadas (50 mm), 133.89 metros de tubería de una pulgada (25 mm), 241.57 metros de tubería de  $\frac{3}{4}$  de

pulgada (20.7 mm), y 9 ramales de ½ pulgada (12.7 mm), dando un total de 2,020 metros lineales de tubería PVC, sin considerar las conexiones domiciliarias, las cuales son 92 conexiones de tubería de ½ pulgada de tres metros de largo.

- 5) El Proyecto de la Red Diseño y Distribución de Agua Potable para la Comunidad de la Fúnez, Choloma, Fúnez requiere una inversión de L 732,252.32 incluye el tanque de almacenamiento y línea de impulsión; únicamente se considera los costos directos ya que es un proyecto sin fines de lucro.

## VII. RECOMENDACIONES

1) Se recomienda que el patronato de la comunidad y la JAAS, gestiones convocatorias mínimo una vez al mes, con el propósito de que los miembros de la comunidad mantengan una clara comunicación y una activa participación en el uso y mantenimiento de la red.

2) Recomendamos realizar pruebas de bombeo al pozo existente, para conocer el caudal y horas de bombeo adecuadas para evitar la sobre explotación del pozo. De igual forma, se deben realizar pruebas de calidad al agua del pozo.

Se recomienda ubicar válvulas de purga en los extremos de tubería donde las velocidades resultan menores a las mínimas sugeridas por Aguas de Choloma. Se recomienda utilizar una bomba de impulsión de 5 HP o mayor.

3) Se recomienda procurar al momento de su construcción, que la línea de la tubería principal quede a un metro o más de distancia de donde se proyecta la calzada del pavimento que podría construirse a futuro. Caso contrario deberá colocarse la tubería a una profundidad de 0.8 m del terreno natural.

4) Es importante que al momento de construir la red de distribución se vele porque se utilicen los diámetros establecidos para la red definida en este diseño; en caso de proponerse otras dimensiones de tubería para cual sea el tramo, se debe demostrar que no se incumplirán los criterios técnicos de diseño que establece Aguas de Choloma. También se recomienda utilizar tuberías de poco espesor; SDR 13.5 para tuberías de 1/2 pulgada, SDR 17 para tubería de 3/4 de pulgada y SDR 26 para tuberías de una y dos pulgadas, ya que es lo máximo requerido y permitirá reducir costos.

5) Asegurarse que el acarreo está considerado al momento de la compra, es decir, que el proveedor llevará los materiales o equipo/maquinaria al sitio.

6) Si se cumple con la programación de la ejecución del proyecto descrita en el cronograma, se debe iniciar el 9 de enero del 2023 y finalizar el 1 de abril del 2023, ya que en estos meses es verano y se pronostica menos atrasos por lluvia.

## VIII. APLICABILIDAD

A continuación, se presenta un plan de acción sustentado en los objetivos específicos, y en las conclusiones obtenidas.

**Tabla 35. Análisis del plan de acción para la ejecución del Proyecto Las Fúnez.**

Objetivos específicos	Conclusiones	Plan de Acción
Identificar los factores a tomar en cuenta del entorno social de la localidad para el diseño de una nueva red de agua potable para la aldea las Fúnez.	La población actual de Las Fúnez es 348 habitantes. Se proyecta una población futura a 20 años por saturación de 546 habitantes. Resultando en una densidad poblacional futura de 19.1 personas por hectárea.	Las estadísticas (censos) son la base para determinar el crecimiento poblacional y proyectar una población futura para la cual diseñar.
Establecer los criterios técnicos a utilizarse para el cálculo y diseño de la nueva red de distribución de agua potable.	Se cumplieron las presiones mínimas de 10 m.c.a en todos los nodos. Además, el detrimento de las velocidades mínimas fue necesario para reducir los costos del proyecto, permitiendo colocar el tanque a una menor altura (4.5 metros menos), sin embargo, las decisiones técnicas permitirán que el sistema de la red de distribución funcione de manera adecuada.	Las presiones y velocidades están vinculados entre sí. Sin embargo, la debida instalación de las tuberías en la red, son las que garantizaran que se cumplan los cálculos analizados en el diseño.
Trazar las rutas más eficientes para el diseño de la red de distribución de agua potable en la Comunidad Las Fúnez.	El sistema de distribución de agua potable para la comunidad Las Fúnez, constará de una red abierta, con una línea principal de 1.38 Km que cruza a lo largo del costado derecho de la carretera en la que se desarrolla la comunidad. La red contará con 12 líneas secundarias en los bloques de casas de donde es requerido.	Velar por el cumplimiento del trazado de la ruta diseñada. Considerando que es posible dejar topes para una futura expansión de la red.
Definir los materiales y diámetros de las tuberías a utilizarse en la red de distribución de agua potable de la Comunidad Las Fúnez.	La línea de distribución se compone de 58 metros de tubería de tres pulgadas (75 mm). La red de distribución cuenta con una la línea principal que se compone de 975 metros de tubería PVC de dos pulgadas (50 mm), 328.16 metros de tubería de una pulgada (25 mm), 346.32 metros de tubería de $\frac{3}{4}$ de pulgada (20.7 mm), y 9 ramales de $\frac{1}{2}$ pulgada (12.7 mm), que comprenden 2,020 metros de tubería PVC.	Durante la ejecución del proyecto se deberá disponer de los diámetros indicados por tramo.

Fuente: Gómez, I., Ortega, E., Recinos, C. (2022).

## BIBLIOGRAFÍA

- AHJASA. (2022). Obtenido de <https://www.ahjasa.org/>
- APLV. (2011). *Proyecto de Agua y Saneamiento Rural en la Comunidad de el Chile*.
- Canales, L. (2022). Primera visita a Las Funez.
- Collado, C. F., Lucio, P. B., & Sampieri, R. H. (2006). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.
- Gaceta. (8 de octubre de 2003). La ley Marco de Agua Potable y Saneamiento.
- Gaceta. (8 de octubre de 2003). La ley Marco de Agua Potable y Saneamiento.
- Gaceta. (8 de octubre de 2003). La Ley Marco de Agua Potable y Saneamiento. pág. 4.
- Gómez, I. (Marzo de 2022).
- Calculo de Caudales.
- Gómez, I. (2022). Tcnicas de investigación.
- Gómez, I. (2022). *Variable Inv*.
- Gómez, I. (2022). Variables de Operalización.
- Lanntech. (2022). *Lanntech*. Obtenido de <https://www.lenntech.es/turbidez.htm>
- MTC. (1999). *Manual de Ensayos de Materiales para Carreteras*.
- Municipalidad de Jutiapa Atlántida. (2007). *Plan de Acción de Agua Potable de la Municipiplaidad de Jutiapa Atlántida*.
- Nava, I. (2019). *Ley General de Asentamientos Humanos (LGAH)*.
- Ortega, E. (2022).
- Ortega, E. (2022). Carta de Autorizacion.
- Ortega, E. (26 de Marzo de 2022). Laboratorio de Estudio de Suelo . San Pedro Sula , Cortes, Honduras.
- Ortega, E. (2022). Levantamiento topografico.

Ortega, E. (2022). Levantamiento topografico.

Pineda, C. (22 de marzo de 2019). *Agencia EFE*. Obtenido de <https://www.efe.com/efe/america/sociedad/el-70-de-poblacion-honduras-tiene-acceso-al-agua-pero-no-toda-es-segura/20000013-3931929#:~:text=La%20oferta%20de%20agua%20de,la%20urbana%2C%20seg%C3%BA n%20cifras%20oficiales>.

PULSO, E. (2017). Obtenido de <https://elpulso.hn/2017/10/31/casi-2-millones-de-hondurenos-no-tienen-acceso-al-agua-potable/>

Recinos, C. (2022). Cálculo Taza de Crecimiento.

Recinos, C. (2022). *Enfoque descripción*.

Recinos, C. (2022). Técnicas de investigación.

Ribera, F. E. (2006). *Manual Detallado para Planos Arquitectónicos y Constructivos para Taller de Construcción*. Tegucigalpa.

Sampieri, F.-C. L. (2006). *Metodología de investigacion*.

SANAA. (2003). *Normas de diseño para acueductos Rurales*.

SEMIDE. (2021). *Hispagua Sistema Español de Información sobre el Agua*.

Universidad de Piura. (2012). *SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LANCONES*.

Rero (2022.). Retrieved February 25, 2022, from [https://doc.rero.ch/record/323194/files/10-08\\_ins\\_hipoclorador\\_goteo\\_carga\\_constante\\_doble\\_recipiente.pdf](https://doc.rero.ch/record/323194/files/10-08_ins_hipoclorador_goteo_carga_constante_doble_recipiente.pdf)  
95dee88b-3cf2-4029-81a4-98c7fd36addb.pdf. (n.d.). Retrieved March 9, 2022, from [http://incual.mecd.es/documents/20195/1873855/EOC274\\_3+-+A\\_GL\\_Documento+publicado/95dee88b-3cf2-4029-81a4-98c7fd36addb](http://incual.mecd.es/documents/20195/1873855/EOC274_3+-+A_GL_Documento+publicado/95dee88b-3cf2-4029-81a4-98c7fd36addb)

Reglamento de Juntas Administradoras de Agua (2006.). Retrieved April 15, 2022, from <https://www.ircwash.org/sites/default/files/827-HN06-18887.pdf>

- Cabrera, E. (2016). Explora I+D+i de la Universitat Politècnica de València.  
[https://aplicat.upv.es/exploraupv/ficha-tecnologia/patente\\_software/15154](https://aplicat.upv.es/exploraupv/ficha-tecnologia/patente_software/15154)
- Capitulo\_3.\_alcantarillado\_sanitario.pdf. (2014). Retrieved February 24, 2022, from  
[https://www.siapa.gob.mx/sites/default/files/capitulo\\_3.\\_alcantarillado\\_sanitario.pdf](https://www.siapa.gob.mx/sites/default/files/capitulo_3._alcantarillado_sanitario.pdf)
- CIDTA. (2019). PARTES DE LA DISTRIBUCION (TUBERIAS DE SERVICIO).  
[https://cidta.usal.es/cursos/etap/modulos/curso/uni\\_03/u3c4s4.htm](https://cidta.usal.es/cursos/etap/modulos/curso/uni_03/u3c4s4.htm)
- Clasificaciondesuelos.pdf. (2022). Retrieved April 14, 2022, from  
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/57121/clasificaciondesuelos.pdf>
- Collado, C. (2021). Google Earth, guía completa: Qué es, cómo usarlo y 4 cosas geniales que puedes hacer. Andro4all. <https://andro4all.com/google-maps/google-earth-guia-completa-que-es-como-usarlo-y-4-cosas-geniales-que-puedes-hacer-2021-03-08>
- CONAGUA s.f.a. Diseño de redes de distribución de agua potable.pdf. (n.d.). Retrieved February 25, 2022, from  
[https://sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/CONAGUA%20s.f.a.%20Dise%C3%B1o%20de%20redes%20de%20distribuci%C3%B3n%20de%20agua%20potable.pdf](https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/CONAGUA%20s.f.a.%20Dise%C3%B1o%20de%20redes%20de%20distribuci%C3%B3n%20de%20agua%20potable.pdf)
- Construmatica. (2019). Punto Topográfico de Referencia—Construmatica.  
[https://www.construmatica.com/construpedia/Punto\\_Topogr%C3%A1fico\\_de\\_Referencia](https://www.construmatica.com/construpedia/Punto_Topogr%C3%A1fico_de_Referencia)
- Construtec. (2020). ¿Qué es un tubo en fundición dúctil? - Construtec. Construtec Duktíl.  
<https://www.construtec.com/glosario/tubo/>
- Construtec. (2021). Presión nominal, PN. Construtec Duktíl.  
<https://www.construtec.com/glosario/presion-nominal-pn/>
- Construtec. (2021). ▷ Diámetro nominal (dn)—Construtec Duktíl | Glosario | 2021 |. Construtec Duktíl. <https://www.construtec.com/glosario/diametro-nominal-dn/>
- de la Peña Garza, L. (2007). Diccionario Basico Escolar Honduras (Primera Edicion).

EN2Manual\_esp\_v20012\_ext.pdf. (2017). Retrieved April 14, 2022, from [https://www.iiama.upv.es/iiama/src/elementos/Software/2/epanet/EN2Manual\\_esp\\_v20012\\_ext.pdf](https://www.iiama.upv.es/iiama/src/elementos/Software/2/epanet/EN2Manual_esp_v20012_ext.pdf)

Entrevista pf.pdf. (2022). Retrieved March 10, 2022, from <http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/99003/1/entrevista%20pf.pdf>

ETESA. (2022). Glosario Hidrológico—Hidrometeorología de ETESA. <https://www.hidromet.com.pa/es/glosario-hidrologico>

Glosario topografía Mexico. (2017). [https://www.abreco.com.mx/glosario\\_topografia.htm](https://www.abreco.com.mx/glosario_topografia.htm)

GT3 Water Harvesting.pdf. (2020). Retrieved February 25, 2022, from <https://ag.arizona.edu/azaqua/AquacultureTIES/publications/Spanish%20WHAP/GT3%20Water%20Harvesting.pdf>

Handy GPS (free)—Apps en Google Play. (2022). Retrieved March 9, 2022, from [https://play.google.com/store/apps/details?id=binaryearth.handygpsfree&hl=es\\_HN&gl=US](https://play.google.com/store/apps/details?id=binaryearth.handygpsfree&hl=es_HN&gl=US)

Hornos de Banco para laboratorio. (2020). Lazarus & Lazarus. Retrieved April 14, 2022, from <https://www.grupolazarus.com/product/hornos-de-banco-para-laboratorio/>

Huanca, R. (2014). GLOSARIO DE TERMINOS HIDROLOGICOS. <https://es.scribd.com/doc/217897258/Glosario-de-Terminos-Hidrologicos>

Huaquisto Cáceres, S., & Chambilla Flores, I. G. (2019). ANÁLISIS DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO DE SALCEDO, PUNO. INVESTIGACION & DESARROLLO, 19(1), 133–144. <https://doi.org/10.23881/idupbo.019.1-9i>

iAgua, redaccion. (2021, December 9). ¿Qué es una fosa séptica? [Text]. iAgua; iAgua. <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-fosa-septica>

IBM Docs. (2019). <https://prod.ibmdocs-production-dal-6099123ce774e592a519d7c33db8265e-0000.us->

south.containers.appdomain.cloud/docs/es/db2woc?topic=SS6NHC/com.ibm.db2.luw.sp  
atial.topics.doc/doc/csb3022a.html

Impulsa. (2018). ¿Qué significan cédula y RD en las tuberías? Impulsa Plomería.

<https://www.impulsaplomeria.com/construccion/que-es-rd-y-cedula-en-las-tuberias/>

Indicador\_Desarrollo\_02.pdf. (n.d.). Retrieved February 25, 2022, from

[http://faces.unah.edu.hn/catedraot/images/stories/Documentos/OUOT/Indicador\\_Desarrollo\\_02.pdf](http://faces.unah.edu.hn/catedraot/images/stories/Documentos/OUOT/Indicador_Desarrollo_02.pdf)

Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología. (2019, September

18). <http://181.209.158.184/>

Kyocera. (2020). Que es Microsoft Word | Apen: Soluciones informáticas.

<https://apen.es/glosario-de-informatica/microsoft-word/>

Lanntech. (2022). Turbidez. <https://www.lenntech.es/turbidez.htm>

Librarian. (2016, December 25). Qué es, cómo instalar y cómo usar Zotero, el gestor de

referencias. Colaboratorio. <https://colaboratorio.net/librarian/program/2016/zotero-gestor-de-referencias-bibliograficas/>

Lugo, S. (2020). ¿Qué es Microsoft Project y para qué sirve? - Alpha Consultoría. Alpha

Consultoría®. <https://www.alpha-consultoria.com/que-es-microsoft-project-y-para-que-sirve/>

ManualPowerPoint.pdf. (n.d.). Retrieved March 10, 2022, from

<https://www.ajrmexico.com/app/LIGIE/files/02-2008/manualPowerPoint.pdf>

Netinbag. (2020). ¿Qué es una balanza digital? [https://www.netinbag.com/es/technology/what-](https://www.netinbag.com/es/technology/what-is-a-digital-scale.html)

[is-a-digital-scale.html](https://www.netinbag.com/es/technology/what-is-a-digital-scale.html)

Parro. (2022). Definición de rasante del terreno natural | Diccionario de arquitectura y

construcción ✓. <https://www.parro.com.ar/definicion-de-rasante+del+terreno+natural>

por. (2021, July 13). ¿Qué es un agitador de tamices? - Spiegato. [https://spiegato.com/es/que-](https://spiegato.com/es/que-es-un-agitador-de-tamices)

[es-un-agitador-de-tamices](https://spiegato.com/es/que-es-un-agitador-de-tamices)

¿Qué es Google Drive? ¿Para qué nos sirve? – Biblioteca “Prof. Dr. J. M. Allende” Facultad de Ciencias Médicas. (n.d.). Retrieved March 10, 2022, from <http://biblio.webs.fcm.unc.edu.ar/2017/08/02/que-es-google-drive-para-que-nos-sirve/>

Reyes, V. (2022). ¿Qué Es Y Para Qué Sirve Excel? | Aula 10 Blog. <https://aula10formacion.com/blog/blogque-es-y-para-que-sirve-excel/>

Riego. (2022). Obra de toma – Glosario. <https://www.riego.org/glosario/obra-de-toma/>

Ruival. (2020). TIPOS DE TUBERÍAS SEGÚN EL TIPO DE INSTALACIÓN | Integración de las TIC's en el Taller de Instalaciones. <https://blogsaverroes.juntadeandalucia.es/conectandoima/2020/01/24/tipos-de-tuberias-segun-el-tipo-de-instalacion/>

Ruvalcaba, Y. (2020). GLOSARIO DE TERMINOS TOPOGRAFIA.

SANAA. (2022). Historia SANAA. sanaa. <http://www.sanaa.hn/index.php/nosotros/historia-sanaa>

Significados. (2022). Significados. <https://www.significados.com/pcv/>

Software Civil 3D | Obtener precios y comprar Civil 3D 2022 | Autodesk. (n.d.). Retrieved March 9, 2022, from <https://latinoamerica.autodesk.com/products/civil-3d/overview>

Tamices Humboldt. (n.d.). Lazarus & Lazarus. Retrieved April 14, 2022, from <https://www.grupolazarus.com/product/tamices-humboldt/>

Valdivielso, A. (2020, October 5). ¿Qué es un pozo de agua? [Text]. iAgua; iAgua. <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-pozo-agua>

## ANEXOS (ILUSTRACIONES)



**Ilustración 28. Primera visita a Las Fúnez, (5 de febrero 2022).**

Fuente: Canales, L. (2022).

De izquierda a derecha, Ing. Luis Canales (representante del Club Rotary, y los alumnos Christian Recinos, Edy Ortega e Iris Gómez.



**Ilustración 29. Primera visita a Las Fúnez, (5 de febrero 2022). Reconocimiento de sitio.**

Fuente: Canales, L. (2022).

De izquierda a derecha, Sr. Lorenzo Cárcamo (ex presidente del patronato de Las Fúnez), Sra. Yamileth Canales (presidenta del patronato de Las Fúnez, Ing. Luis Canales (representante del Club Rotary), y los alumnos Christian Recinos, Edy Ortega e Iris Gómez.



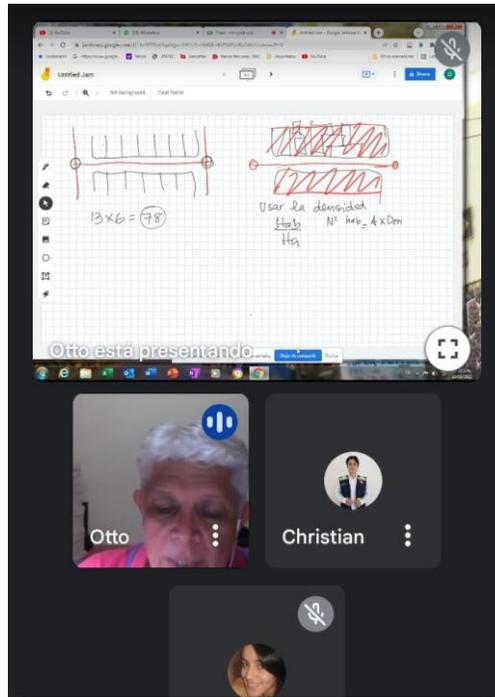
**Ilustración 30. Rectificación de levantamiento topográfico realizado el 19 de febrero.**

Fuente: Ortega, E. (2022).



**Ilustración 31. Iris Gómez en trabajo de campo para el Proyecto de la Aldea Las Fúnez.**

Fuente: Ortega, E. (2022).



**Ilustración 32. Asesoría dada por el ingeniero Otto el 10 de marzo de 2022.**

Fuente: Ortega, E. (2022).



**Ilustración 33. Se realizó una calicata el 11 marzo de 2022.**

Las dimensiones de la calicata son 1 x 1 metros y de 1.5 metros de profundidad con el propósito de analizar la capacidad resistente del suelo.

Fuente: Ortega, E. (2022).



**Ilustración 34. El 12 de marzo de 2022 se culminó la rectificación de la topografía.**

Fuente: Ortega, E. (2022).



**Ilustración 35. El 26 de marzo 2022, se realizó una prueba de laboratorio "Granulometría".**

Fuente: Ortega, E. (2022).



**Ilustración 36. El 4 de abril de 2022 se analizó por casa la dotación de consumo.**

Fuente: Ortega, E. (2022).



**Ilustración 37. Los pobladores de Las Fúnez informan la necesidad de talar un árbol.**

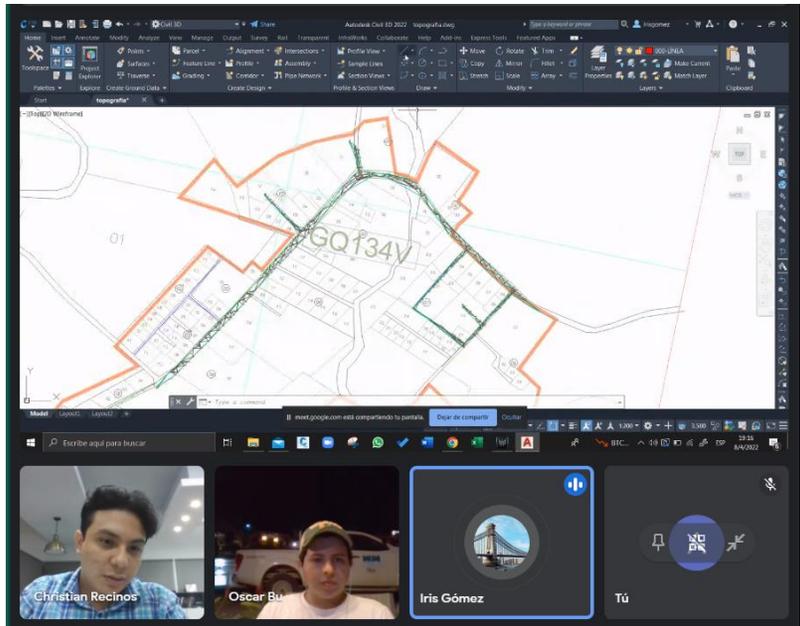
Fuente: Ortega, E. (2022).

Manifiestan que temen que las raíces puedan perjudicar el suministro de agua, por su cercanía al pozo.



**Ilustración 38. Fotos en perspectiva del caserío próximo a Las Fúnez (10 viviendas).**

Fuente: Ortega, E. (2022).



**Ilustración 39. Asesoría con el ingeniero Civil Oscar Bu.**

Fuente: Ortega, E. (2022).

Se realizó el 8 de abril y se definió criterios de diseño gracias a la asesoría del ingeniero Oscar Bu.

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

MTC E107-1999

### 1. OBJETO

1.1 La determinación cuantitativa de la distribución de tamaños de partículas de suelo.

1.2 Esta norma describe el método para determinar los porcentajes de suelo que pasan por los distintos tamices de la serie empleada en el ensayo, hasta el de 75  $\mu\text{m}$  (N° 200).

### 2. APARATOS

2.1 *Dos balanzas.* Una con sensibilidad de 0.01 g para pesar material que pase el tamiz de 2 mm (N° 10). Otra con sensibilidad 0.1 % del peso de la muestra, para pesar los materiales retenidos en el tamiz de 2 mm (N° 10).

2.2 *Tamices de malla cuadrada*

75 mm (3"), 50 mm (2"), 37.5 mm (1-1/2"), 25mm (1"), 19.0 mm (3/4"), 9.5 mm (3/8"), 4.75 mm (N° 4), 2.00 mm (N° 10), 850  $\mu\text{m}$  (N° 20), 425  $\mu\text{m}$  (N° 40), 250  $\mu\text{m}$  (N° 60), 106  $\mu\text{m}$  (N° 140) y 75  $\mu\text{m}$  (N° 200).

Se puede usar, como alternativa, una serie de tamices que, al dibujar la gradación, dé una separación uniforme entre los puntos del gráfico; esta serie estará integrada por los siguientes:

75 mm (3"), 37.5 mm (1-1/2"), 19.0 mm (3/4"), 9.5 mm (3/8"), 4.75 mm (N° 4), 2.36 mm (N° 8), 1.10 mm (N° 16), 600  $\mu\text{m}$  (N° 30), 300  $\mu\text{m}$  (N° 50), 150  $\mu\text{m}$  (N° 100), 75  $\mu\text{m}$  (N° 200).

2.3 *Estufa,* capaz de mantener temperaturas uniformes y constantes hasta de  $110 \pm 5$  °C ( $230 \pm 9$  °F).

2.4 *Envases,* adecuados para el manejo y secado de las muestras.

2.5 *Cepillo y brocha,* para limpiar las mallas de los tamices.

**Ilustración 40. Guía página 1, Análisis Granulométrico del suelo por tamizado.**

Fuente: (MTC, 1999)

### 3. MUESTRA

**3.1** Según sean las características de los materiales finos de la muestra, el análisis con tamices se hace, bien con la muestra entera, o bien con parte de ella después de separar los finos por lavado. Si la necesidad del lavado no se puede determinar por examen visual, se seca en el horno una pequeña porción húmeda del material y luego se examina su resistencia en seco rompiéndola entre los dedos. Si se puede romper fácilmente y el material fino se pulveriza bajo la presión de aquellos, entonces el análisis con tamices se puede efectuar sin previo lavado.

**3.2** Prepárese una muestra para el ensayo como se describe en la preparación de muestras Para análisis granulométrico Norma MTC E106-1999, la cual estará constituida por dos fracciones: una retenida sobre el tamiz de 2 mm (N° 10) y otra que pasa dicho tamiz. Ambas fracciones se ensayaran por separado.

**3.3** El peso del suelo secado al aire y seleccionado para el ensayo, como se indica en la Norma MTC E106-1999, será suficiente para las cantidades requeridas para el análisis mecánico, como sigue:

- Para la porción de muestra retenida en el tamiz de 2 mm (N° 10) el peso dependerá del tamaño máximo de las partículas de acuerdo con la Tabla 1.

**Tabla 1**

Diámetro nominal de las partículas más grandes mm (pulg)	Peso mínimo aproximado de la porción Gramos, g
9,5 ( $\frac{3}{8}$ " )	500
19,6 ( $\frac{3}{4}$ " )	1000
25,7 (1" )	2000
37,5 (1 $\frac{1}{2}$ " )	3000
50,0 (2" )	4000
75,0 (3" )	5000

- El tamaño de la porción que pasa tamiz de 2 mm (N° 10) será aproximadamente de 115 g, para suelos arenosos, y de 65 g para suelos arcillosos y limosos.

**3.4** En la Norma MTC E106-1999 se dan indicaciones para la pesada del suelo secado al aire y seleccionado para el ensayo, así como para la separación del suelo sobre el tamiz de 2 mm (N° 10) por medio del tamizado en seco, y para el lavado y

### **Ilustración 41. Guía página 2, Análisis Granulométrico del suelo por tamizado.**

Fuente: (MTC, 1999)

pesado de las fracciones lavadas y secadas retenidas en dicho tamiz. De estos dos pesos, los porcentajes, retenido y que pasa el tamiz de 2 mm (N° 10), pueden calcularse de acuerdo con el numeral 6.1.

- Se puede tener una comprobación de los pesos, así como de la completa pulverización de los terrones, pesando la porción de muestra que pasa el tamiz de 2 mm (N° 10) y agregándole este valor al peso de la porción de muestra lavada y secada en el horno, retenida en el tamiz de 2 mm (N° 10).

#### **4. ANÁLISIS POR MEDIO DE TAMIZADO DE LA FRACCIÓN RETENIDA EN EL TAMIZ DE 2.00 mm (N° 10)**

**4.1** Sepárese la porción de muestra retenida en el tamiz de 2 mm (N° 10) en una serie de fracciones usando los tamices de:

75 mm (3"), 50 mm (2"), 37.5 mm (1-1/2"), 25.0 mm (1"), 19.0 mm (3/4"), 9.5 mm (3/8"), 4.75 mm (N° 4) y 2.00 mm (N° 10), o los que sean necesarios dependiendo del tipo de muestra, o de las especificaciones para el material que se ensaya.

**4.2** En la operación de tamizado manual se mueve el tamiz o tamices de un lado a otro y recorriendo circunferencias de forma que la muestra se mantenga en movimiento sobre la malla. Debe comprobarse al desmontar los tamices que la operación está terminada; esto se sabe cuando no pasa más del 1 % de la parte retenida al tamizar durante un minuto, operando cada tamiz individualmente. Si quedan partículas apesadas en la malla, deben separarse con un pincel o cepillo y reunir las con lo retenido en el tamiz.

Cuando se utilice una tamizadora mecánica, se pondrá a funcionar por diez minutos aproximadamente; el resultado se puede verificar usando el método manual.

**4.3** Se determina el peso de cada fracción en una balanza con una sensibilidad de 0.1 %. La suma de los pesos de todas las fracciones y el peso, inicial de la muestra no debe diferir en más de 1%.

#### **5. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA FRACCIÓN FINA**

**5.1** El análisis granulométrico de la fracción que pasa el tamiz de, 2 mm (N° 10) se hará por tamizado y, o, sedimentación según las características de la muestra y según la información requerida.

### **Ilustración 42. Guía página 3, Análisis Granulométrico del suelo por tamizado.**

Fuente: (MTC, 1999)

- Los materiales arenosos que contengan muy poco limo y arcilla, cuyos terrones en estado seco se desintegren con facilidad, se podrán tamizar en seco.
- Los materiales limo-arcillosos, cuyos terrones en estado seco no rompan con facilidad, se procesarán por la vía húmeda.
- Si se requiere la curva granulométrica completa incluyendo la fracción de tamaño menor que el tamiz de 75  $\mu\text{m}$  (N° 200), la gradación de ésta se determinará por sedimentación, utilizando el hidrómetro para obtener los datos necesarios. Ver Norma de ensayo MTC E109-1999.
- Se puede utilizar procedimientos simplificados para la determinación del contenido de partículas menores de un cierto tamaño, según se requiera.
- La fracción de tamaño mayor que el tamiz de 75  $\mu\text{m}$  (N° 200) se analizará por tamizado en seco, lavando la muestra previamente sobre el tamiz de 75  $\mu\text{m}$  (N° 200)

#### 5.2 Procedimiento para el análisis granulométrico por lavado sobre el tamiz de 75 $\mu\text{m}$ (N° 200).

- Se separan mediante cuarteo, 115 g para suelos arenosos y 65 g para suelos arcillosos y limosos, pesándolos con exactitud de 0.01 g.
- Humedad higroscópica. Se pesa una porción de 10 a 15 g de los cuarteos anteriores y se seca en el horno a una temperatura de  $110 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$  ( $230 \pm 9 \text{ }^\circ\text{F}$ ). Se pesan de nuevo y se anotan los pesos.
- Se coloca la muestra en un recipiente apropiado, cubriéndola con agua y se deja en remojo hasta que todos los terrones se ablanden.
- Se lava a continuación la muestra sobre el tamiz de 75  $\mu\text{m}$  (N° 200) con abundante agua, evitando frotarla contra el tamiz y teniendo mucho cuidado de que no se pierda ninguna partícula de las retenidas en él.
- Se recoge lo retenido en un recipiente, se seca en el horno a una temperatura de  $110 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$  ( $230 \pm 9 \text{ }^\circ\text{F}$ ) y se pesa.
- Se tamiza en seco siguiendo el procedimiento indicado en las secciones 4.2 y 4.3

### **Ilustración 43. Guía página 4, Análisis Granulométrico del suelo por tamizado.**

Fuente: (MTC, 1999)

## 6. CÁLCULOS

6.1 Valores de análisis de tamizado para la porción retenida en el tamiz de 2 mm (N° 10).

- Se calcula el porcentaje que pasa el tamiz de 2 mm (N° 10) dividiendo el peso que pasa dicho tamiz por el del suelo originalmente tomado y se multiplica el resultado por 100. Para obtener el peso de la porción retenida en el mismo tamiz, réstese del peso original, el peso del pasante por el tamiz de 2 mm (N° 10).
- Para comprobar el peso total de suelo que pasa el tamiz de 4.75 mm (N° 4), se agrega al peso del material que pasa el tamiz de 2 mm (N° 10), el peso de la fracción que pasa el tamiz de 4.75 mm (N° 4) y que queda retenida en el de 2 mm (N° 10). Para comprobar el material que pasa por el tamiz de 9.5 mm ( $\frac{3}{8}$ "), se agrega al peso total del suelo que pasa por el tamiz de 4.75 mm (N° 4) el peso de la fracción que pasa el tamiz de 9.5 mm ( $\frac{3}{8}$ ") y que queda retenida en el de 4.75 mm (N° 4). Para los demás tamices continúese el cálculo de la misma manera.
- Para determinar el porcentaje total que pasa por cada tamiz, se divide el peso total que pasa (sección 6.1.2) por el peso total de la muestra y se multiplica el resultado por 100.

6.2 Valores del análisis por tamizado para la porción que pasa el tamiz de 2 mm (N° 10).

- Se calcula el porcentaje de material que pasa por el tamiz de 75  $\mu\text{m}$  (N° 200) de la siguiente forma:

$$\% \text{ Pasa } 75 \mu\text{m} = \frac{\text{Peso Total} - \text{Peso Retenido en el tamiz de } 75 \mu\text{m}}{\text{Peso Total}} \times 100$$

- Se calcula el porcentaje retenido sobre cada tamiz en la siguiente forma:

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso Retenido en el tamiz}}{\text{Peso Total}} \times 100$$

- Se calcula el porcentaje más fino. Restando en forma acumulativa de 100% los porcentajes retenidos sobre cada tamiz.

$$\% \text{ Pasa} = 100 - \% \text{ Retenido acumulado}$$

### Ilustración 44. Guía página 5, Análisis Granulométrico del suelo por tamizado.

Fuente: (MTC, 1999)

**6.3** Porcentaje de humedad higroscópica. La humedad higroscópica como la pérdida de peso de una muestra secada al aire cuando se seca posteriormente al horno, expresada como un porcentaje del peso de la muestra secada al horno. Se determina de la manera siguiente:

$$\% \text{ Humedad Higroscópica} = \frac{W - W_1}{W_1} \times 100$$

Donde:

W = Peso de suelo secado al aire

W<sub>1</sub> = Peso de suelo secado en el horno

## 7. OBSERVACIONES

**7.1** El informe deberá incluir lo siguiente:

- El tamaño máximo de las partículas contenidas en la muestra.
- Los porcentajes retenidos y, o, que pasan, para cada uno de los tamices utilizados.
- Toda información que se juzgue de interés.

Los resultados se presentarán: (1) en forma tabulada, o (2) en forma gráfica, siendo esta última forma la indicada cada vez que el análisis comprenda un ensayo completo de sedimentación.

Las pequeñas diferencias resultantes en el empate de las curvas obtenidas por tamizado y por sedimento, respectivamente, se corregirán en forma gráfica.

**7.2** Los siguientes errores posibles producirán determinaciones imprecisas en un análisis granulométrico por tamizado.

- Aglomeraciones de partículas que no han sido completamente disgregadas. Si el material contiene partículas finas plásticas, la muestra debe ser disgregada antes del tamizado.
- Tamices sobrecargados. Este es el error más común y más serio asociado con el análisis por tamizado y tenderá a indicar que el material ensayado es más grueso de lo que en realidad es. Para evitar esto, las muestras muy grandes deben ser

### **Ilustración 45. Guía página 6, Análisis Granulométrico del suelo por tamizado.**

Fuente: (MTC, 1999)

tamizadas en varias porciones y las porciones retenidas en cada tamiz se juntarán luego para realizar la pesada.

- Los tamices han sido agitados por un período demasiado corto o con movimientos horizontales o rotacionales inadecuados. Los tamices deben agitarse de manera que las partículas sean expuestas a las aberturas del tamiz con varias orientaciones y así tengan mayor oportunidad de pasar a través de él.
- La malla de los tamices está rota o deformada; los tamices deben ser frecuentemente inspeccionados para asegurar que no tienen aberturas más grandes que la especificada.
- Pérdidas de material al sacar el retenido de cada tamiz.
- Errores en las pesadas y en los cálculos.

#### 8. REFERENCIAS NORMATIVAS

ASTM	D 422
AASHTO	T 88

#### **Ilustración 46. Guía página 7, Análisis Granulométrico del suelo por tamizado.**

Fuente: (MTC, 1999)

## **ANEXOS (PLANOS)**





























## APÉNDICE

### Apéndice A: Carta de Autorización CA1

CÓDIGO: CEI022022\_01-00

#### CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA GRABACIÓN Y REGISTRO FOTOGRÁFICO DE ENTREVISTA

Por este medio, yo Luis Marel Canales Flores doy consentimiento para ser grabado por los alumnos CRISTIAN ALEJANDRO RECINOS VALENCIA con número de cuenta 21811374, EDY YOJANA ORTEGA RAMOS con número de cuenta 21211257 e IRIS PAOLA GÓMEZ MATA con número de cuenta 21811310, estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería (FI) de la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), para que el contenido de esta entrevista sea utilizado en la realización del proyecto de graduación titulado "Diseño de red de distribución de agua potable de la Comunidad Las Fúnez, Choloma, Cortés", así como en la reproducción para todos los usos que tengan finalidad académica, por medio de audio, vídeo, fotografía o cualquier otro formato que se considere pertinente.

Fecha: 5 febrero de 2022

  
Firma

#### Ilustración 47. Autorización de Ing. Luis Canales para grabación y registro fotográfico.

Fuente: Gómez, I., Ortega, E., Recinos, C. (2022).

## Apéndice B: Carta de Autorización CA2

CÓDIGO: CEI022022\_02-00

### CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA GRABACIÓN Y REGISTRO FOTOGRÁFICO DE ENTREVISTA

Por este medio, yo Doyssi Yamileth Canales Ponce doy consentimiento para ser grabado por los alumnos CRISTIAN ALEJANDRO RECINOS VALENCIA con número de cuenta 21811374, EDY YOJANA ORTEGA RAMOS con número de cuenta 21211257 e IRIS PAOLA GÓMEZ MATA con número de cuenta 21811310, estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería (FI) de la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), para que el contenido de esta entrevista sea utilizado en la realización del proyecto de graduación titulado "Diseño de red de distribución de agua potable de la Comunidad Las Fúnez, Choloma, Cortés", así como en la reproducción para todos los usos que tengan finalidad académica, por medio de audio, vídeo, fotografía o cualquier otro formato que se considere pertinente.

Fecha: 12 marzo de 2022

Firma Yamileth Canales

### Ilustración 48. Autorización de Yamileth Canales para grabación y registro fotográfico.

Fuente: Gómez, I., Ortega, E., Recinos, C. (2022).

## Apéndice C: Carta de Autorización CA3

CÓDIGO: CEI042022\_03-00

### CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA GRABACIÓN Y REGISTRO FOTOGRÁFICO DE ENTREVISTA

Por este medio, yo Jaysy Yamileth Canales Pineda doy consentimiento para ser grabado por los alumnos CRISTIAN ALEJANDRO RECINOS VALENCIA con número de cuenta 21811374, EDY YOJANA ORTEGA RAMOS con número de cuenta 21211257 e IRIS PAOLA GÓMEZ MATA con número de cuenta 21811310, estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería (FI) de la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), para que el contenido de esta entrevista sea utilizado en la realización del proyecto de graduación titulado "Diseño de red de distribución de agua potable de la Comunidad Las Fúnez, Choloma, Cortés", así como en la reproducción para todos los usos que tengan finalidad académica, por medio de audio, vídeo, fotografía o cualquier otro formato que se considere pertinente.

Fecha: 4 abril de 2022

  
Firma

### Ilustración 49. Autorización de Yamileth Canales para grabación y registro fotográfico.

Fuente: Gómez, I., Ortega, E., Recinos, C. (2022).

## Apéndice D: Carta de Asesoría de campo CAC1



### ACTA DE COMPROMISO DE ASESORAMIENTO

Nombre del Proyecto
Diseño de red de distribución de agua potable de la Comunidad Las Fúnez, Choloma, Cortés.

Cuenta	Nombre
21811310	Iris Paola Gómez Mata
21811374	Christian Alejandro Recinos Valencia
21211257	Edy Yojana Ortega Ramos

Nombre del Asesor	Fecha
Ing. Luis Canales	5/02/2022

Puntos Acordados Para el Asesoramiento por parte del docente
<p>Se inició la visita de campo el 5 de febrero de 2022 a las 7:30 a.m. El ingeniero Luis Canales como representante del Club Rotary de Choloma, manifiesta que esta fundación cuenta con los fondos para desarrollar la red de distribución de agua potable de la Comunidad Las Fúnez, Choloma, Cortés. Además, gestionan la participación y colaboración de la Municipalidad, ya que este tipo de proyectos rurales se manejan por Juntas de Agua y con Organizaciones no Gubernamentales.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Se recibió una descripción del contexto, censo de la Aldea y generalidades de la Comunidad Las Fúnez.</li><li>• El levantamiento topográfico está en proceso, el ing. Canales espera poder entregar la misma en el lapso de una semana.</li><li>• En la escuela de la localidad está ubicado el pozo del cual se suministrará el agua potable, sin embargo, se debe revisar para descartar contaminación en él.</li><li>• La normativa de diseño a usar queda a criterio de los alumnos a cargo del proyecto.</li></ul>

Firma del Asesor compromete con el asesoramiento a los alumnos

**Ilustración 50. Asesoría de Ing Luis Canales durante la visita de campo el 5 febrero 2022.**

Fuente: Gómez, I., Ortega, E., Recinos, C. (2022).

## Apéndice E: Carta de Asesoría de Campo CAC2



### ACTA DE COMPROMISO DE ASESORAMIENTO

Nombre del Proyecto
Diseño de red de distribución de agua potable de la Comunidad Las Fúnez, Choloma, Cortés.

Cuenta	Nombre
21811310	Iris Paola Gómez Mata
21811374	Christian Alejandro Recinos Valencia
21211257	Edy Yojana Ortega Ramos

Nombre del Asesor	Fecha	
Ing. Jamileth Canales	19/02/2022	

<p>Puntos Acordados Para el Asesoramiento por parte del docente</p> <p>La asesoría comenzó al mismo tiempo que se empezó a realizar la rectificación de la topografía, el 18 de febrero 2022 a las 9:00 a.m y terminó el 19 de febrero 2022 a las 3:00 p.m dejando un tramo de levantamiento pendiente que posteriormente se culminó el 11 y 12 de marzo de 2022.</p> <p>De las indicaciones principales dadas:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• El topógrafo Iván Reyes había realizado un levantamiento por parte de la Municipalidad, el estuvo el día 18 mostrando la ubicación de los mingos colocados durante su levantamiento.</li><li>• Jamileth Canales (presidente del patronato) y Lorenzo Cárcamo (ex presidente de patronato) han mostrado puntos clave, como la ubicación del pozo, el cual está en el área verde de la Escuela Ramón Villeda Morales, los límites de las Fúnez, ubicación de sitios estratégicos (la Cancha de football) y demás especificaciones para geolocalizarse en campo.</li></ul>
---

Firma del Asesor compromete con el asesoramiento a los alumnos

**Ilustración 51. Asesoría de sra. Jamileth Canales durante la visita de campo el 19 febrero.**

Fuente: Gómez, I., Ortega, E., Recinos, C. (2022).

## Apéndice F: Carta de Asesoría de Campo CAC3



### ACTA DE COMPROMISO DE ASESORAMIENTO

Nombre del Proyecto
Diseño de red de distribución de agua potable de la Comunidad Las Fúnez, Choloma, Cortés.

Cuenta	Nombre
21811310	Iris Paola Gómez Mata
21811374	Christian Alejandro Recinos Valencia
21211257	Edy Yojana Ortega Ramos

Nombre del Asesor	Fecha
Sra. Yamillet Canales	12/03/2022

<p>Puntos Acordados Para el Asesoramiento por parte del docente</p> <p>Se inició la visita de campo el 12 de marzo de 2022 a las 7:30 a.m. Se culminó la topografía a la 1:00 p.m. para proceder a la reunión con los siguientes representantes de la Comunidad:</p> <p>Yamillet Canales (presidente del Patronato), Lorenzo Lara (ex presidente del Patronato), Norma Castro (Iglesia Evangélica Casa de Dios), Zoila Miranda (Iglesia Católica San José Obrero), Mely Fúnez (Iglesia Cristiana Efesios 2:19), Equipo de Football (Club Deportivo Las Águilas) y Karen Alvarado (Sociedad de Padres de Familia).</p> <p>Los temas tratados fueron:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pozos domiciliarios y las profundidades en la que estos oscilan (100-120 centímetros).</li> <li>• El pozo común ubicado en la Escuela Ramón Villeda Morales, el cual se construyó en 2013 con fondos propios (L 1,000.00 por familia).</li> <li>• La existencia de dos censos disponibles, uno del 2019 y otro del 2021; estos realizados por representantes del Patronato.</li> <li>• La Junta de Agua aún no se forma, por lo que es vital la organización de la Comunidad para la administración del Proyecto de Red de Distribución de Agua Potable de la Aldea Las Fúnez.</li> <li>• Por último, comunicaron la existencia de un caserío (10 viviendas) contiguo a la Comunidad, y solicitan incluirlo en el proyecto.</li> </ul>
---

Firma del Asesor compromete con el asesoramiento a los alumnos

**Ilustración 52. Asesoría de sra. Jamieth Canales durante la visita de campo el 12 marzo.**

Fuente: Gómez, I., Ortega, E., Recinos, C. (2022).

## Apéndice G: Carta de Asesoría de Campo CAC4



### ACTA DE COMPROMISO DE ASESORAMIENTO

Nombre del Proyecto
Diseño de red de distribución de agua potable de la Comunidad Las Fúnez, Choloma, Cortés.

Cuenta	Nombre
21811310	Iris Paola Gómez Mata
21811374	Christian Alejandro Recinos Valencia
21211257	Edy Yojana Ortega Ramos

Nombre del Asesor	Fecha
Ing. Jamileth Canales	4/04/2022

<p>Puntos Acordados Para el Asesoramiento por parte del docente</p> <p>La asesoría comenzó en una reunión en la Escuela Ramón Villeda Morales ubicada en Las Fúnez, a las 2:00 p.m. del 4 de abril de 2022.</p> <p>De las observaciones principales dadas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se ubicó en un plano las casas para definir población por sector.</li> <li>• Familia de 1-7 y 18-19 (ubicados en el censo 2021) se encuentran después de la cancha. También se identificaron 10 familias fuera del alcance, aproximadamente a 1 kilómetro de las últimas casas al sur de Las Fúnez, las cuales constituyen un caserío de la Comunidad.</li> <li>• Por último, se solicitó agendar una convocatoria para la Aldea, para elegir la Junta Administradora de Agua, las fechas tentativas: 23 ó 24 abril 2022.</li> </ul>
--

Firma del Asesor compromete con el asesoramiento a los alumnos

**Ilustración 53. Asesoría de sra. Jamileth Canales durante la visita de campo el 4 abril.**

Fuente: Gómez, I., Ortega, E., Recinos, C. (2022).

## Apéndice H: Carta de Asesoría de Campo CAC5



### ACTA DE COMPROMISO DE ASESORAMIENTO

Nombre del Proyecto
Diseño de red de distribución de agua potable de la Comunidad Las Fúnez, Choloma, Cortés.

Cuenta	Nombre
21811310	Iris Paola Gómez Mata
21811374	Christian Alejandro Recinos Valencia
21211257	Edy Yojana Ortega Ramos

Nombre del Asesor	Fecha	
Ing. Luis Canales	4/04/2022	

Puntos Acordados Para el Asesoramiento por parte del docente
<p>La asesoría comenzó en una reunión en la oficina del Club Rotary ubicada en la Municipalidad a las 3:30 p.m. del 4 de abril de 2022, brindándole al ingeniero Luis Canales un resumen de la visita realizada esa misma tarde a Las Fúnez, en la que se verificó la densidad poblacional por vivienda con la ayuda del presidente del patronato.</p> <p>De las observaciones principales dadas:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Club Rotary dará la ayuda económica de toda la tubería, prueba de bombeo y demás elementos necesarios para el Proyecto de Red de Distribución de Agua Potable de Las Fúnez.</li><li>• Para dicho proyecto lo que la población aportará será la mano de obra no calificada.</li><li>• La bomba directa es considerada la opción más viable para los aportantes (Club Rotary), ya que en estas comunidades la población tiene la disposición para programar horario de servicio y así abastecer sus necesidades de agua potable. El uso de tanque elevado también está considerado como una opción; el factor monetario será el determinante al final para la elección.</li><li>• Existen dos peticiones para extender la tubería hacia viviendas alejadas al núcleo principal de la Aldea, sin embargo, por pragmatismo la propuesta inicial será la de dejar un tope para que mediante Club Rotary o por cuenta propia, se conecten los interesados a la tubería.</li></ul>

Firma del Asesor compromete con el asesoramiento a los alumnos

**Ilustración 54. Asesoría de ing. Luis Canales durante la visita de campo el 4 abril.**

Fuente: Gómez, I., Ortega, E., Recinos, C. (2022).

## Apéndice I: Carta de Asesoría Técnica CAT1



### ACTA DE COMPROMISO DE ASESORAMIENTO

Nombre del Proyecto
Diseño de red de distribución de agua potable de la Comunidad Las Fúnez, Choloma, Cortés.

Cuenta	Nombre
21811310	Iris Paola Gómez Mata
21811374	Christian Alejandro Recinos Valencia
21211257	Edy Yojana Ortega Ramos

Nombre del Asesor	Fecha
Ing. Otto Flores	5/02/2022

Puntos Acordados Para el Asesoramiento por parte del docente
La asesoría comenzó via Zoom a las 7:00 p.m. de 5 de febrero de 2022, brindándole al ingeniero Otto Flores un resumen de la primera visita realizada al sitio "Las Fúnez".
De las observaciones principales dadas: El ingeniero Otto Flores manifiesta que es necesario colocar un tanque para optimizar la distribución del agua potable, ya que no es conveniente utilizar una bomba 24/7, lo ideal es del pozo al tanque y se considerará un tanque de 10-11 metros de altura en primera instancia, teniendo en cuenta que cuanto más plano sea un terreno, mayor altura es requerida. Además, durante la asesoría se recomendó para el tanque hacer uso de los planos tipo que tiene el Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SANAA) en el Manual de "Normas de Diseño para Acueductos Rurales". A la comunidad se le solicitará gestionar mediante el Club Rotary, un análisis de la calidad de agua de el pozo, y determinar si es apto para el consumo humano. Si la contaminación del pozo que se sospecha es superficial, bastará con un hipoclorador en el tanque para desinfectar. Además, del análisis se concluirá que tipo de tratamiento es el indicado, en caso de que el agua pueda ser tratada. Se deberá realizar la prueba de bombea para conocer la capacidad del pozo, es decir, el caudal. Se espera recibir la topografía de parte de Club Rotary, por lo que el asesor sugiere realizar una topografía de control, y al realizar el trazado de la red, de ser necesario, se rectificará la distribución, a manera de contribuir al ordenamiento del espacio urbano. Por último, es indispensable estudiar la población de diseño, estimando la población futura, comparándolo con la población de saturación a 20 ó 22 años.

Firma del Asesor compromete con el asesoramiento a los alumnos

### Ilustración 55. Asesoría de Ing. Otto Flores, el 5 febrero 2022.

Fuente: Gómez, I., Ortega, E., Recinos, C. (2022).

## Apéndice J: Carta de Asesoría Técnica CAT2



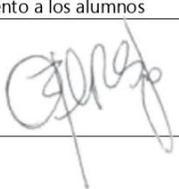
### ACTA DE COMPROMISO DE ASESORAMIENTO

Nombre del Proyecto
Diseño de red de distribución de agua potable de la Comunidad Las Fúnez, Choloma, Cortés.

Cuenta	Nombre
21811310	Iris Paola Gómez Mata
21811374	Christian Alejandro Recinos Valencia
21211257	Edy Yojana Ortega Ramos

Nombre del Asesor	Fecha	
Ing. Otto Flores	10/03/2022	

Puntos Acordados Para el Asesoramiento por parte del docente
La asesoría comenzó vía Zoom a las 7:00 p.m. del 10 de marzo de 2022, brindándole al ingeniero Otto Flores un resumen de los avances realizados en el Proyecto de Diseño de la Red de Distribución de la Comunidad "Las Fúnez", respecto a la rectificación de la topografía. Además, se le informó sobre el censo realizado por el patronato luego del Huracán Eta e Iota.
De las observaciones principales dadas:
<ul style="list-style-type: none"><li>• El asesor sugirió buscar el medio necesario para definir la tasa de crecimiento de Las Fúnez, y tener un análisis congruente de la demografía, ya sea mediante datos recabados de la zona por la Municipalidad o por el Instituto Nacional de Estadística (INE). El SANAA indica un 3% de crecimiento poblacional, misma que se puede comparar con la población saturada para determinar el crecimiento poblacional de la Aldea.</li><li>• Para definir la elevación del tanque se verificará las presiones, la mínima es de 10 metros de columna de agua (m.c.a.) para cualquier nodo.</li></ul>

Firma del Asesor compromete con el asesoramiento a los alumnos


### Ilustración 56. Asesoría de Ing. Otto Flores, el 10 marzo 2022.

Fuente: Gómez, I., Ortega, E., Recinos, C. (2022).

## Apéndice K: Carta de Asesoría Técnica CAT3



### ACTA DE COMPROMISO DE ASESORAMIENTO

Nombre del Proyecto
Diseño de red de distribución de agua potable de la Comunidad Las Fúnez, Choloma, Cortés.

Cuenta	Nombre
21811310	Iris Paola Gómez Mata
21811374	Christian Alejandro Recinos Valencia
21211257	Edy Yojana Ortega Ramos

Nombre del Asesor	Fecha
Ing. Oscar Bu	08/04/2022

<p>Puntos Acordados Para el Asesoramiento por parte del docente</p> <p>Se inició la asesoría vía Google Meet el 8 de abril de 2022 a las 7:00 p.m. y culminó a las 7:40 p.m.</p> <p>Oscar Bu es Ingeniero Civil egresado de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH), quien se especializó en Italia en la UniCa (Universidad de Cagliari), y lleva 4 años laborando para Grupo Platino (William &amp; Molina), enfocado en la ejecución de carreteras, primero como ingeniero de oficina técnica y después como ingeniero técnico en el proyecto de la Campa, Lempira. Sin embargo, tiene una vasta experiencia en proyectos hidro-sanitarios, incluso ha sido instructor de Sanitaria en la UNAH.</p> <p>Las sugerencias dadas por el asesor:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• En zonas rurales se deben hacer análisis de factibilidad, para revisar el sistema de distribución más conveniente, aunado a que el tanque por gravedad resulta ser la forma de almacenamiento óptima.</li> <li>• La distancia puede perjudicar, una gran longitud reduce la presión, y se adquiere una pérdida por fricción debido a la longitud de la tubería.</li> <li>• Para trabajar en redes abiertas, recomienda distribuir caudales, "método de densidad poblacional", porque se considera la población existente y se proyecta la futura. Las exigencias se determinan por tramos de tubería, que al final deben sumar el total sacado del pozo. Además, se debe distribuir en segmentos de alrededor de 100 metros.</li> <li>• Usando el programa EPANET se va a dibujar tanto redes primarias como secundarias y el caudal se va a atribuir a la red de consumo.</li> <li>• Por último, sugirió considerar toda la red abierta.</li> </ul>
--

Firma del Asesor compromete con el asesoramiento a los alumnos

**Ilustración 57. Asesoría realizada el 8 de abril de 2022 con el Ingeniero Oscar Bu.**

Fuente: Gómez, I., Ortega, E., Recinos, C. (2022).

## Apéndice L: Carta de Asesoría Técnica CAT4



### ACTA DE COMPROMISO DE ASESORAMIENTO

Nombre del Proyecto
Diseño de red de distribución de agua potable de la Comunidad Las Fúnez, Choloma, Cortés.

Cuenta	Nombre
21811310	Iris Paola Gómez Mata
21811374	Christian Alejandro Recinos Valencia
21211257	Edy Yojana Ortega Ramos

Nombre del Asesor	Fecha	
Ing. Otto Flores	13/04/2022	

Puntos Acordados Para el Asesoramiento por parte del docente
La asesoría comenzó vía Google Meet a las 7:15 p.m. del 13 de abril de 2022, brindándole al ingeniero Otto Flores un resumen de los avances realizados en el Proyecto de Diseño de la Red de Distribución de la Comunidad "Las Fúnez".
De las observaciones principales dadas:
<ul style="list-style-type: none"><li>• El asesor sugirió utilizar el cálculo más crítico para población futura, y en este caso el cálculo de población futura saturada supera al de la población futura usando el método aritmético.</li><li>• Recomendó reducir las velocidades a los mínimos permitidos antes que las de las presiones mínimas.</li><li>• Propuso colocar válvulas de compuerta para cerrar de manera estratégica en la bifurcación de las calles por donde se colocará la red de agua potable.</li><li>• Indica que es preciso recibir los datos de prueba de bombeo en el pozo, para proceder a concretar los detalles en el proyecto.</li><li>• De los planos sugeridos por el asesor, no se incluye los de perfil, esto debido a la planicie del sitio por donde se ubicará las tuberías.</li><li>• Por último, expresa ser necesario que los planos a presentar lleven los detalles en uniones (nodos).</li></ul>

Firma del Asesor compromete con el asesoramiento a los alumnos


### Ilustración 58. Asesoría de Ing. Otto Flores, el 13 abril 2022.

Fuente: Gómez, I., Ortega, E., Recinos, C. (2022).

## Apéndice M: Carta de Asesoría Técnica CAT5



### ACTA DE COMPROMISO DE ASESORAMIENTO

Nombre del Proyecto
Diseño de red de distribución de agua potable de la Comunidad Las Fúnez, Choloma, Cortés.

Cuenta	Nombre
21811310	Iris Paola Gómez Mata
21811374	Christian Alejandro Recinos Valencia
21211257	Edy Yojana Ortega Ramos

Nombre del Asesor	Fecha
Ing. Oscar Bu	18/04/2022

<p>Puntos Acordados Para el Asesoramiento por parte del docente</p> <p>Se inició la asesoría via Google Meet el 18 de abril de 2022 a las 10:00 p.m. y culminó a las 10:20 p.m.</p> <p>Oscar Bu es Ingeniero Civil egresado de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH), quien se especializó en Italia en la UniCa (Universidad de Cagliari), y lleva 4 años laborando para Grupo Platino (William &amp; Molina), enfocado en la ejecución de carreteras, primero como ingeniero de oficina técnica y después como ingeniero técnico en el proyecto de la Campa, Lempira. Sin embargo, tiene una vasta experiencia en proyectos hidro-sanitarios, incluso ha sido instructor de Sanitaria en la UNAH.</p> <p>Las sugerencias dadas por el asesor:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se hizo una revisión general del modelo generado en EPANET, y los diámetros resultantes del mismo. Se dió la observación de que estos diámetros resultantes eran coherentes con las demandas y las ubicaciones. También se cercioró que se ingresasen las condiciones hidráulicas correctas al sistema, como ser la formula de Hazen Williams y los coeficientes de rugosidad.</li> <li>• Se sugiere hacer para fase 2 del proyecto, un plano de los dos perfiles contiguos a las válvulas de control y la conexión con el tanque de almacenamiento.</li> <li>• Además, de que en el plano en planta se debe especificar la profundidad del zanjamiento.</li> </ul>
--

Firma del Asesor compromete con el asesoramiento a los alumnos

**Ilustración 59. Asesoría de Ing. Oscar Bu, el 18 abril 2022.**

Fuente: Gómez, I., Ortega, E., Recinos, C. (2022).

## Apéndice N: Carta de Asesoría Técnica CAT6



### ACTA DE COMPROMISO DE ASESORAMIENTO

Nombre del Proyecto
Diseño de red de distribución de agua potable de la Comunidad Las Fúnez, Choloma, Cortés.

Cuenta	Nombre
21811310	Iris Paola Gómez Mata
21811374	Christian Alejandro Recinos Valencia
21211257	Edy Yojana Ortega Ramos

Nombre del Asesor	Fecha	
Ing. Oscar Bu	21/04/2022	

Puntos Acordados Para el Asesoramiento por parte del docente
Se inició la asesoría via Google Meet el 21 de abril de 2022 a las 12:00 p.m. y culminó a las 12:20 p.m.
Oscar Bu es Ingeniero Civil egresado de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH), quien se especializó en Italia en la UniCa (Universidad de Cagliari), y lleva 4 años laborando para Grupo Platino (William & Molina), enfocado en la ejecución de carreteras, primero como ingeniero de oficina técnica y después como ingeniero técnico en el proyecto de la Campa, Lempira. Sin embargo, tiene una vasta experiencia en proyectos hidro-sanitarios, incluso ha sido instructor de Sanitaria en la UNAH.
Revisiones dadas por el asesor: <ul style="list-style-type: none"> <li>Se le presentó el plano final de Red de Distribución de Agua Potable de las Fúnez para su aprobación.</li> <li>Realizó la observación de añadir la coordenada del pozo de agua potable existente.</li> <li>Hizo recomendaciones para los planos de fase dos, que incluye planos de detalles constructivos de las conexiones domiciliarias y al menos una sección transversal de la tubería principal ya enterrada.</li> </ul>

Firma del Asesor compromete con el asesoramiento a los alumnos
 

**Ilustración 60. Asesoría de Ing. Oscar Bu, el 21 abril 2022.**

Fuente: Gómez, I., Ortega, E., Recinos, C. (2022).

## Apéndice O: Formato Horas Proceso FHP1

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA, UNITEC/CEUTEC  
Dirección de Responsabilidad Social Empresarial



### Proyecto de Vinculación en el marco de una Asignatura

#### Información general

1. Nombre del producto entregado	DISEÑO DE RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE COMUNIDAD LAS FÚNEZ
2. Nombre de la organización o institución beneficiada	Comunidad Las Funez, Club Rotary
3. Nombre de la Carrera	Ingeniería Civil
4. Nombre de la Asignatura	Proyecto I
5. Nombre del Docente	Ing. Michael Pineda
6. Ubicación geográfica (Coordenadas UTM)	15°36'34.15"N, 87°52'3.80"W
Periodo del Proyecto (Marcar con "X" el trimestre correspondiente en el que se desarrolló el proyecto)	<input checked="" type="checkbox"/> Enero – Marzo <input type="checkbox"/> Abril – Junio <input type="checkbox"/> Julio – Septiembre <input type="checkbox"/> Octubre – Diciembre      AÑO: 2022

#### Características del producto entregado

Número de personas beneficiadas (colocar cantidad)	353 Habitantes
Principales aportaciones hechas mediante el producto entregado: Se realizó el levantamiento topográfico y el estudio de suelo de la zona con el objetivo de diseñar la red de distribución de agua potable para proyecto de graduación.	

Evaluación del docente al producto entregado, basado en 100%	
--	--

#### Estudiantes Involucrados en el producto entregado de vinculación

No.	Cuenta	Nombre y Apellidos	Total horas de trabajo por alumno	Firma del alumno
1	21811374	Christian Alejandro Recinos Valencia	33	
2	21211257	Edy Yojana Ortega Ramos	41	
3	21811050	Helen Nicole Galeano Zelaya	7	
4	21811310	Iris Paola Gomez Mata	33	
5	21741204	Jose Fernando Henriquez Zamora	7	
6	21821050	Jurgen Estuardo Martinez Carrillos	7	
7	61741516	Krizia Isabella Bustillo Portillo	7	
8	21811305	Melvin Josué Mendoza Sanchez	7	

Firma del docente: \_\_\_\_\_ Fecha de entrega (DD/MM/AA): \_\_\_\_\_

### Ilustración 61. Formato Horas Proceso, abril 2022.

Fuente: Gómez, I., Ortega, E., Recinos, C. (2022).

## Apéndice P: Constancia Compromiso Club Rotary



**ACTA DE COMPROMISO**

Nombre del Proyecto	
Diseño de red de distribución de agua potable de la Comunidad Las Fúnez, Choloma, Cortés.	

Cuenta	Nombre
21811310	Iris Paola Gómez Mata
21811374	Christian Alejandro Recinos Valencia
21211257	Edy Yojana Ortega Ramos

Nombre del Asesor	Fecha
Ing. Luis Canales	17/05/2022

Compromiso de parte del Club Rotary:

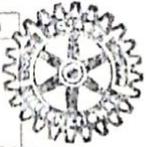
Para la construcción de la red de distribución de Agua Potable de la Comunidad Las Fúnez, Choloma, Cortés, también es requerido lo siguiente:

- Prueba(s) de bombeo al pozo de Agua Potable que abastecerá a la red
- Prueba de calidad de agua (garantizando la misma)
- Permisos ambientales (En caso aplique)
- Permisos de construcción (En caso aplique)
- Permisos municipales/ambientales para la explotación del pozo de Agua Potable que abastecerá a la red (En caso aplique)

La presente carta es una constancia de que Club Rotary Choloma, con apoyo de la comunidad Las Fúnez, se encargará de tramitar y cumplir con los requerimientos antes enlistados. De igual forma, los posibles costos para cumplir dichos requerimientos estarán considerados dentro del presupuesto a donar por parte del Club Rotary.

Los alumnos a cargo del diseño recomiendan la organización lo antes posible de la Junta Administradora de Agua Potable y Saneamiento (JAAS), la cual contribuirá a la sostenibilidad del proyecto.

Firma del representante del Club Rotary Choloma	
	<p><b>CLUB ROTARIO DE CHOLOMA</b>          NO. 77689          Distrito 4250</p>

**Ilustración 62. La nota evidencia el compromiso con Las Fúnez.**

Fuente: Gómez, I., Ortega, E., Recinos, C. (2022).

## Apéndice Q: Constancia de Asesoría Técnica CAT7



### ACTA DE COMPROMISO DE ASESORAMIENTO

Nombre del Proyecto
Diseño de red de distribución de agua potable de la Comunidad Las Fúnez, Choloma, Cortés.

Cuenta	Nombre
21811374	Christian Alejandro Recinos Valencia
21211257	Edy Yojana Ortega Ramos
21811310	Iris Paola Gomez Mata

Nombre del Asesor	Fecha	
Ing. Blanca Rosa Villamil Medina	05/16/2022	

Puntos Acordados Para el Asesoramiento por parte del docente
Se inició la asesoría de manera presencial en las instalaciones de William & Molina, el 16 de mayo del 2022.
La Ing. Blanca Villamil es ingeniera civil egresada de la Universidad Católica de Honduras (UNICAH), quien se especializó en prestador de servicios ambientales y lleva 8 años laborando para Grupo Platino (William & Molina), enfocada en el cumplimiento legal y constructivo ambiental de los procesos de la constructora.
<ul style="list-style-type: none"><li>- Se identificaron los documentos necesarios para la obtención de permisos ambientales siendo estos (la gaceta con la tabla de clasificación ambiental) donde se muestra la clasificación ambiental a nivel nacional, (plan de arbitrios) para proyectos no clasificados dentro de la tabla.</li><li>- Al ser un proyecto de abastecimiento de agua no contenido dentro de la tabla de clasificación ambiental, quiere decir que no requiere una licencia ambiental, por lo cual, se debe tramitar una solvencia de no solicitud de licencia ambiental, por consiguiente, nos referimos al plan de arbitrios en la página 175-189, las UMAS son entidad municipal a cargo del proceso ambiental.</li><li>- La unidad de medio ambiente (UMA), es una entidad regional que regula el impacto ambiental en las zonas a través de las actividades realizadas en los municipios e identificación de impacto ambiental</li></ul>

Firma del Asesor compromete con el asesoramiento a los alumnos

**Ilustración 63. Asesoría con la experta ambiental realizada el 16 mayo 2022.**

Fuente: Gómez, I., Ortega, E., Recinos, C. (2022).

## Apéndice R: Constancia de Asesoría Técnica CAT8



### ACTA DE COMPROMISO DE ASESORAMIENTO

Nombre del Proyecto
Diseño de red de distribución de agua potable de la Comunidad Las Fúnez, Choloma, Cortés.

Cuenta	Nombre
21811310	Iris Paola Gómez Mata
21811374	Christian Alejandro Recinos Valencia
21211257	Edy Yojana Ortega Ramos

Nombre del Asesor	Fecha
Jng. Abraham Mendoza	5/19/2022

Puntos Acordados Para el Asesoramiento por parte del docente
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Clasificación por nodos para los items de conexiones domiciliarias</li> <li>- Para prueba hidrostática considerar todos los metros lineales de tubería</li> <li>- Incluir la mano de obra en las fichas, también incluir la ficha sin mano de obra a modo de comparación</li> <li>- Considerar un item diferente para cada tipo de agua según los diferentes diámetros</li> <li>- Se recomienda toque de concreto por costo y facilidad constructiva (manual de carreteras cap 5)</li> <li>- Revisar manual de FHIS por planos tipos de toque elevado</li> <li>- Hacer fichas considerando una situación común</li> </ul>

Firma del Asesor compromete con el asesoramiento a los alumnos

**Ilustración 64. Asesoría con el experto en costos realizada el 19 mayo 2022.**

Fuente: Gómez, I., Ortega, E., Recinos, C. (2022).

## Apéndice R: Constancia de Asesoría Técnica CAT9



### ACTA DE COMPROMISO DE ASESORAMIENTO

Nombre del Proyecto
Diseño de red de distribución de agua potable de la Comunidad Las Fúnez, Choloma, Cortés.

Cuenta	Nombre
21811374	Christian Alejandro Recinos Valencia
21211257	Edy Yojana Ortega Ramos
21811310	Iris Paola Gomez Mata

Nombre del Asesor	Fecha
Ing. Abraham Mendoza	18/07/2022

Puntos Acordados Para el Asesoramiento por parte del docente
<p>En intersecciones calles según tránsito vehicular incrementar profundidad de excavación.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ser específicos entre altura y elevación del tanque.</li> <li>• Considerar cualquier costo en material como estar en topografía</li> <li>• 1/4 excavación máxima en la zona arena.</li> <li>• 3-5 m<sup>3</sup> rendimiento por persona en zona arena.</li> <li>• Máximo 10 ml de rendimiento por persona en excavación.</li> <li>• El costo por instalación de ml de tubería tiene a ser 5 veces B.</li> <li>• Asegurarse que proveedor haga entrega a domicilio, sino considerar costo por acarreo.</li> <li>• Se recomienda el pegamento Tangit.</li> <li>• El Ing. Abraham recomienda usar tipo para instalar tuberías.</li> <li>• Incluir más mano de obra en cajas domiciliarias.</li> <li>• Revisar cantidad concreto para caja domiciliario por la tapadera.</li> <li>• Considerar que el largo tabla es de 8 pies para no comprar de más en el taller.</li> <li>• Para la zapata fundir in situ, alquilar concreto con capacidad de 2 bolsas.</li> <li>• Zapatas, columnas y paredes de tanque se deben fundir monolíticamente.</li> <li>• Para anclaje de tubería de H<sub>2</sub>O debajo de puente falta considerar taladro y brocas.</li> </ul>

Firma del Asesor compromete con el asesoramiento a los alumnos
 

Ilustración 65. Asesoría con el experto en costos realizada el 18 junio 2022.

Fuente: Gómez, I., Ortega, E., Recinos, C. (2022).



**Durman**

by allaxis

www.durman.com

**Dureco de Honduras, S.A.**

RTN 08019006042974

+504 2283 8620

kprodriguez@allaxis-la.com

**COTIZACIÓN**

Cliente:	505185 A	Fecha:	19.05.2022
Nombre:	Christian Recinos	Cotización N°:	KR-2005-22
Dirección:	Desvio Sta Marta	Validez de la oferta:	3 días
Proyecto:	XXX	Código Asesor:	2000877
Atención:	<b>Nelson Interiano</b>	Asesor:	Karla Paola Rodriguez
Teléfono:	xxx E-mail: xxx	RTN del Cliente:	0

Ítem	Código	Cantidad	DESCRIPCIÓN	PRECIO (Lps)	TOTAL (Lps)
1	2005897	3	TE LISA PVC PRES 100MM (4") BL	186.97	560.91
2	2005868	2	RED LI PVC PRES 100MM(4")X50MM(2") BL	61.11	122.22
3	2005920	8	ADAPTADOR MACHO PVC PRESS 50MM(2") BL	15.00	120.00
4	2005893	4	TE LISA PVC PRES 50MM (2") BL	30.40	121.59
5	2005859	2	RED LI PVC PRES 50MM(2")X38MM(1 1/2) BL	12.50	25.00
6	2005933	4	CODO LISO PVC PRES 50MM(2")X45 BL	25.50	102.00
7	2005951	4	TAPON HEMBRA LISO PVC PRES 50MM(2") BL	11.78	47.11
8	2005885	1	CODO LISO PVC PRES 100MM (4")X90 BL	123.66	123.66
9	2011527	1	TUBO PVC 100MM(4")X6M SDR26 CC BL	1,085.90	1,085.90
10	2011461	1	TUBO PVC 50MM(2")X6M SDR26 CC BL	312.04	312.04
11	2005828	15	UNION LISA PVC PRES 12MM(1/2") BL	2.60	38.97
12	2005875	15	CODO LISO PVC PRES 12MM (1/2")X90 BL	3.48	52.13
13	2011404	1	TUBO PVC 12MM(1/2")X6M SDR13.5 CC BL	71.66	71.66
14	0		***** ULTIMA LINEA*****		



Comprometidos Con La Industria Desde 1952.

9 y 10 Calles, 5 Avenida, S.O. No. 81 Bo. Lempira P.O.  
 Box 414, San Pedro Sula, Honduras, C. A.  
 Tet (+504) 2516-1100 | Fax: (+504) 2557-4808  
 WhatsApp Empresarial: +(+504) 33814879  
 Email: ventas@zummar.com | gerencia@zummar.com  
 www.zummar.com

**COTIZACIÓN N°. 0000120541**

Fecha de Cotización : 21/05/2022

Cotizacion Valida Hasta : 24/05/2022

Vendedor: Juan Jose Nuñez

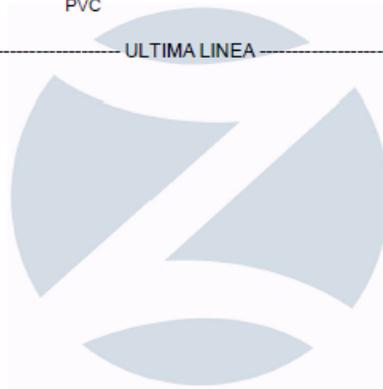
RTN : 05019995128071

CODIGO	CLIENTE	RTN / NO. IDENTIDAD
CH999999	Edy Ortega	

L	CODIGO	CANTIDAD	UM	DESCRIPCION	P / UNITARIO	DESC	TOTAL LINEA
1	 047417	4.00	UNIDAD	ITAP VALVULA DE BOLA IDEAL® 2", CIERRE RAPIDO, PASO TOTAL  090	L 1,203.80	7 %	L 4,478.14

2	083007	7.00	UNIDAD	APOLO UNION DRESSER, 4", PN16 (250PSI), 109 - 128 MM, PARA HIERRO-PVC	L 1,350.44	7 %	L 8,791.36
---	--------	------	--------	---	------------	-----	------------

ULTIMA LINEA



Todas las imagenes son unicamente de caracter ilustrativo. El producto real puede variar.

Importe en Letras: QUINCE MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE Y93 / 100

Comentarios :

**Condiciones :**

1. Precios sujetos a cambios sin previo aviso
2. Existencia sujeta a disponibilidad al momento de la compra.

Sub-total:	L.	13,269.50
Total Gravado:	L.	13,269.50
Total Exento:	L.	0.00
Total Exonerado:	L.	0.00
Impuesto (15%):	L.	1,990.43
<b>Total:</b>	<b>L.</b>	<b>15,259.93</b>





## Codo 304 Pegasus #Ss-90-2 Ace/Inox. Pieza 2X90

★★★★★

**L225.12** No incluye ISV

DISPONIBILIDAD: 74 DISPONIBLES

SKU: F9902636

CATEGORÍA: ACCESORIOS Y REPUESTOS PARA FONTANERIA

- 1 +

 **AÑADIR AL CARRITO**



Valvula 1/2-Pulgadas Cheque.

**L. 155.00**

1

**Añadir al carrito**



Agregar a una lista

Código: 16030005

Marca:

Disponible



Tubo PVC Potable Amanco 2-plgx20 pies

**L. 405.00**

1

**Añadir al carrito**



Agregar a una lista

Código: 10060004

Marca: AMANCO

Disponible



Haga click en la imagen para ampliar

## FOSET®

### CODO PVC 1/2X90 POTABLE LISO FOSET 45411

Código: #054339 Clave: PVC-561 Disponibilidad Online: ✓

También está disponible en: Tienda 7 calle , Tienda circunvalacion ,  
Tienda satelite , Tienda 105

- Fabricados de PVC (Policloruro de vinilo), resistentes a la corrosión, oxidación e incrustaciones y a fracturas por impacto
- No contaminan los fluidos que transportan y no generan par galvánico
- Para conducción de agua fría a alta presión, instalaciones residenciales, hoteleras, comerciales y de servicios
- Fácil y rápida instalación
- Serie inglesa (SI)

L 6.00 / unidad

Precio ya incluye ISV y está sujeto a cambios sin previo aviso

Cantidad:

[AGREGAR AL CARRITO](#)

[AGREGAR A WISH LIST](#)

Envíos en dos días

Pagos en línea

Pago seguro con PixelPay



### Tubo PVC Potable Amanco 3-plgx20 pies

L. 590.00

[Añadir al carrito](#)

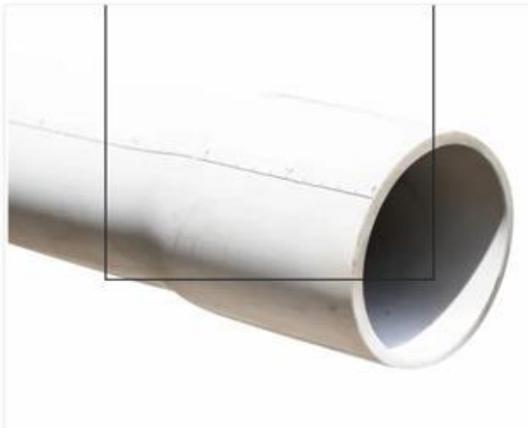


[Agregar a una lista](#)

Código: 10060057  
Marca: AMANCO

[Disponible](#)

[Inicio](#) / [Fontanería](#) / [Tubos Conduit Pvc y Cpvc](#)



### Tubo PVC Potable Amanco 1-plgx20Pies

L. 145.00

[Añadir al carrito](#)



[Agregar a una lista](#)

Código: 10060007  
Marca: AMANCO

[Disponible](#)



## VALVULA CHEQUE DE 2\"/>

**L856.54**

Disponibilidad: 30 disponibles

1

COMPRAR

f t in



Tee Mech 2 plg con Rosca para Tubo Hierro Galvanizado

**L. 190.00**

1

Añadir al carrito



Agregar a una lista

Codigo: 10030005  
Marca: MECH

Disponible



Niple HG 2 X 4-Plg

**L. 87.00**

1

Añadir al carrito



Agregar a una lista

Codigo: 10030143  
Marca:

Disponible



### Reductor Amanco 3X2 plg Sanitario Liso para PVC

L. 25.00

1

Añadir al carrito

Agregar a una lista

Código: 10070218  
Marca: AMANCO

Disponible



### Valvula Balin El Castor 1/2 de Manecilla Roja

L. 125.00

1

Añadir al carrito

Agregar a una lista

Código: 16060049  
Marca: EL CASTOR

Disponible



## ABRAZADERA EMT 2" 2-PATA

L10.81

Disponibilidad: 240 disponibles

1

COMPRAR

f t in

SKU 107010011 Cateqories Electricidad, Electricidad



Tubo PVC Potable Amanco 1 1/2-plg x 20 pies

L. 255.00

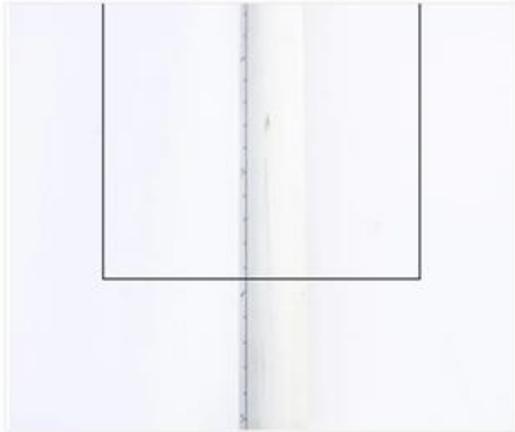
1

Añadir al carrito

Agregar a una lista

Código: 10060005  
Marca: AMANCO

Disponible



Tubo PVC Potable Amanco 3/4-plg x 20 pies

L. 97.00

1

Añadir al carrito

Agregar a una lista

Código: 10060006  
Marca: AMANCO

Disponible



Tubo PVC Potable Amanco 1/2-plg x 20 pies

L. 91.00

1

Añadir al carrito

Agregar a una lista

Código: 10060009  
Marca: AMANCO

Disponible



**Adaptador cobre Macho 1/2-plg**

**L. 48.00**

1

Añadir al carrito

Agregar a una lista

Código: 04220006  
Marca: ELGHART PRODUCTS

Disponible



**Codo Mech 2plgx90 Grados con Rosca**

**L. 135.00**

1

Añadir al carrito

Agregar a una lista

Código: 10030021  
Marca:

Disponible



## Varilla Hierro Def. Gr.60 Pieza 3/8X9 Mts. Proy.

★★★★★

**L168.69** No incluye ISV

DISPONIBILIDAD: 3 DISPONIBLES

SKU: C0101649

CATEGORÍA: ACERO ESTRUCTURAL

ETIQUETA: PRECIOS PUEDEN VARIAR.

- 1 +

 **AÑADIR AL CARRITO**

    **ADD TO WISHLIST**

[Inicio](#) / [Fontanería](#) / [Adhesivos](#)



## Pegamento Durman 1 gal para PVC

**L. 1,000.00**

1

[Añadir al carrito](#)

 [Agregar a una lista](#)

Código: 04320000

Marca: DURMAN

No disponible



## Varilla Hierro Lisa Pieza 3/4X9 Mts.

★★★★★

**L694.42 No incluye ISV**

DISPONIBILIDAD: 1 DISPONIBLES

SKU: C0101140

CATEGORÍA: ACERO ESTRUCTURAL

 **AÑADIR AL CARRITO**