



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
CARRERA INGENIERÍA CIVIL**

**TEMA:**

**“ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DEL SISTEMA DE AGUA  
POTABLE PARA COMUNIDADES DE HASTA 1000  
HABITANTES”**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**AUTOR (ES):**

**BALON CLEMENTE ABRAHAN JAVIER  
CARRERA ORDÓÑEZ TITO RIGOBERTO**

**TUTOR:**

**ING. LUIS MIGUEL PÉREZ PÁCHEZ, MSc.**

**LA LIBERTAD, ECUADOR**

**2025**

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA  
ELENA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**TEMA:**

**“ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DEL SISTEMA DE AGUA  
POTABLE PARA COMUNIDADES DE HASTA 1000  
HABITANTES”**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**AUTOR:**

**BALON CLEMENTE ABRAHAN JAVIER  
CARRERA ORDÓÑEZ TITO RIGOBERTO**

**TUTOR:**

**ING. LUIS MIGUEL PÉREZ PÁCHEZ, MSc.**

**LA LIBERTAD – ECUADOR**

**2025**

# TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



Ing. Lucrecia Cristina Moreno Alcívar, P.hD

**DIRECTOR DE CARRERA**



Ing. Luis Miguel Pérez Pánchez, MSc.

**DOCENTE TUTOR**



Ing. Richard Iván Ramírez Palma MSc.

**DOCENTE ESPECIALISTA**



Ing. Richard Iván Ramírez Palma MSc.

**DOCENTE UIC**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo va dedicado a mis padres Richard Balón y Sheyla Clemente como homenaje a su influencia y apoyo, esta tesis es el resultado de su sacrificio y amor para fomentar mi educación, esencial en mi viaje educativo en búsqueda de conocimiento, su incentivo, perseverancia y ejemplo constante han sido mi inspiración en mi crecimiento profesional, a mis hermanos Katty, Moises y Noel, mi sobrino Ezequiel y mi cuñado Diego por su infinito amor, comprensión y paciencia, por enseñarme que la vida es más divertida cuando tienes compañía y con quien compartir risas, llantos y celebrar tus logros, a mi pareja Angie quien ha sido mi rayo de luz en mis días grises apoyándome en mis momentos de flaqueza con su amor y motivación, a mis tíos, tías y abuelos por su sostenimiento y amor incondicional, a todos ustedes que son mi fuente inagotable de fortaleza les dedico mi éxito académico que es el reflejo de su amor y guía, les amo con todo mi corazón y esta tesis es mi modesta forma de agradecerles por todo lo que han hecho por mí ¡Este logro es de ustedes también! .

**Abrahan Javier Balón Clemente**

Éste logro académico, se lo dedico con amor y gratitud a mi madre quien me inspiró desde niño y me inculcó el deseo ferviente de superación, a mi padre quien nunca dejó de creer en mí y ha sido mi precursor en la lucha constante por alcanzar cada meta, su ejemplo de dedicación y fortaleza me ha servido para seguir su ejemplo de honradez, rectitud y firmeza, para no dejarme doblegar por los obstáculos que se me han presentado y que se me seguirán presentando en la vida. También este logro se lo dedico especialmente a mi esposa Monserrate Lazo, quien ha sido mi soporte, mi fortaleza, mi complemento y quien siempre ha estado pendiente desde el primer día, desde el inicio de éste recorrido por la senda de conocimiento y principalmente a mis hijas María Daniela, María Gabriela y María Fernanda quienes son mi motivación, mi razón de ser, mi todo, por ellas estoy cumpliendo con éste desafío, y finalmente dedico éste gran esfuerzo a mis nietos, quienes me ven como su tutor y guía, por ellos y para ellos va ésta conquista, porque viéndolos cada día me inspiran a no desmayar y que se identifiquen con un bonito adagio con el que yo también me identifico: “Querer es poder”.

**Tito Rigoberto Carrera Ordóñez**

# CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Ing. Luis Miguel Pérez Pánchez, MSc.

**TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

Universidad Estatal Península de Santa Elena

En mi calidad de Tutor del presente trabajo **“ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA COMUNIDADESDE HASTA 1000 HABITANTES”** previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, elaborado por el Sr. **BALON CLEMENTE ABRAHAN JAVIER** y el Sr. **CARRERA ORDÓÑEZ TITO RIGOBERTO**, egresados de la carrera de Civil, Facultad Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, me permito declarar que luego de haber orientado, estudiado y revisado, la apruebo en todas sus partes.



---

**DOCENTE TUTOR**

**Ing. Luis Miguel Pérez Pánchez, MSc.**

**C.I.: 0923670103**

**lperez0103@upse.edu.ec**

## **CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO**

En calidad de tutor del trabajo de investigación para titulación del tema **“ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA COMUNIDADES DE HASTA 1000 HABITANTES”**, elaborado por los estudiantes **BALON CLEMENTE ABRAHAN JAVIER** y **CARRERA ORDÓÑEZ TITO RIGOBERTO**, egresados de la carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, me permito declarar que una vez analizado en el sistema antiplagio COMPILATIO, luego de haber cumplido con los requerimientos exigidos de valoración, la presente tesis, se encuentra con un 8% de la valoración permitida.



---

**DOCENTE TUTOR**

**Ing. Luis Miguel Pérez Pánchez, MSc.**

**C.I.: 0923670103**

**lperez0103@upse.edu.ec**



# CAP 12345 TESIS CARRERA-BALÓN

8%  
Textos sospechosos



< 1% Similitudes  
0% similitudes entre comillas  
0% entre las fuentes mencionadas  
5% Idiomas no reconocidos (ignorado)  
6% Textos potencialmente generados por la IA

Nombre del documento: CAP 12345 TESIS CARRERA-BALÓN.docx  
ID del documento: fb864b69a7d08c9d4de1dc8a14c6aa65b8994e31  
Tamaño del documento original: 12,45 MB

Depositante: LUIS MIGUEL PÉREZ PANCHEZ  
Fecha de depósito: 7/6/2025  
Tipo de carga: interface  
fecha de fin de análisis: 7/6/2025

Número de palabras: 22.126  
Número de caracteres: 152.090

Ubicación de las similitudes en el documento:



## Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	<b>CAP 1 Y 2 TESIS CARRERA-BALÓN.docx</b>   CAP 1 Y 2 TESIS CARRERA-BALÓN... #9c0c08 El documento proviene de mi grupo 37 fuentes similares	64%		Palabras idénticas: 64% (15.238 palabras)
2	<b>CAP 1 Y 2 TESIS CARRERA-BALÓN y Firmas de Tutorías.pdf</b>   CAP 1 Y 2 T... #6c1f99 El documento proviene de mi grupo 31 fuentes similares	58%		Palabras idénticas: 58% (13.836 palabras)
3	<b>Documento de otro usuario</b> #7f2462 El documento proviene de otro grupo 19 fuentes similares	2%		Palabras idénticas: 2% (599 palabras)
4	<b>TESIS 2024 RED DE AGUA POTABLE FINAL.pdf</b>   TESIS 2024 RED DE AGU... #492acc El documento proviene de mi grupo 11 fuentes similares	1%		Palabras idénticas: 1% (326 palabras)
5	<b>dspace.ups.edu.ec</b>   Estudio del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable par... http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/27672 14 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (186 palabras)

## Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	<b>repositorio.upse.edu.ec</b>   Estudio de los pozos productivos y abandonados com... https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/2475/6/UPSE-TIP-2015-011.pdf.txt	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (38 palabras)
2	<b>www.dspace.espol.edu.ec</b> https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/41572/1/D-CD88569.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (35 palabras)
3	<b>repositorio.upse.edu.ec</b>   Estudio de factibilidad para la creación de una hosped... http://repositorio.upse.edu.ec:8080/jspui/bitstream/46000/1711/3/SORIANO FIGUEROA, MARL...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (35 palabras)
4	<b>scielo.senescyt.gob.ec</b>   Estudio del comportamiento del consumo horario resid... http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=52631-2654202400020018	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (33 palabras)
5	<b>repositorio.uta.edu.ec</b> https://repositorio.uta.edu.ec/bitstreams/a4e8c754-33bf-4dd1-8a8b-0fa9534bb289/download	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (32 palabras)

## Fuentes mencionadas (sin similitudes detectadas)

Estas fuentes han sido citadas en el documento sin encontrar similitudes.

- <https://doi.org/10.1016/j.desal.2011.08.035>
- <https://doi.org/10.35381/cm.v9i1.1077>
- <https://doi.org/10.07-610>
- <https://doi.org/10.4995/ia.2022.16672>
- <https://doi.org/10.23881/ldupbo.019.1-9i>

# DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, **BALON CLEMENTE ABRAHAN JAVIER** y **CARRERA ORDÓÑEZ TITO RIGOBERTO**, declaramos bajo juramento que el presente trabajo de titulación denominado “**ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA COMUNIDADES DE HASTA 1000 HABITATES**”, no tiene antecedentes de haber sido elaborado en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Carrera de Ingeniería Civil, lo cual es un trabajo exclusivamente inédito y perteneciente a nuestra autoría.

Por medio de la presente declaración cedemos los derechos de autoría y propiedad intelectual, correspondientes a este trabajo, a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Atentamente,

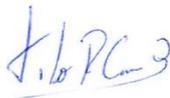


---

**BALON CLEMENTE ABRAHAN JAVIER**

**C.I.: 0928383199**

**abrahan.balonclemente@upse.edu.ec**



---

**CARRERA ORDÓÑEZ TITO RIGOBERTO**

**C.I.: 0914550454**

**tito.carreraordonez@upse.edu.ec**

# VALIDACIÓN GRAMATICAL Y ORTOGRÁFICA

## CERTIFICO

Que, he revisado el trabajo de Integración Curricular de título: **“ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA COMUNIDADES DE HASTA 1000 HABITANTES”**, elaborado por los estudiantes de la Carrera Ingeniería Civil de la Universidad Estatal Península de Santa Elena: **Abrahan Javier Balon Clemente y Tito Rigoberto Carrera Ordóñez, portadores de la cédula de ciudadanía N.º 0928383199 y 0914550454 respectivamente**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Civil**.

Que, he realizado las observaciones pertinentes en los ámbitos de la gramática, ortografía y puntuación del documento, mismas que han sido acogidas proactivamente por el mencionado estudiante, corroborando que han sido introducidos los ajustes correspondientes en el trabajo en mención.

Por lo expuesto, autorizo a los peticionarios, hacer uso de este certificado como a bien convenga.

Atentamente,



Lic. Alexi Javier Herrera Reyes  
Magíster en Diseño y Evaluación de Modelos Educativos  
CC. 0924489255  
Registro SENESCYT: 1050-14-86052904  
Teléfono: 0962989420

La libertad, a los 9 días del mes de junio de 2025.

## **AGRADECIMIENTOS**

Quisiera comenzar agradeciendo a Dios por darme la oportunidad de cumplir mis sueños y crecer profesionalmente, gratitud a mi tutor de tesis Ing. Luis Pérez Páchez Mg, a la PhD Mg. Ing. Lucrecia Moreno Directora de la carrera, al Mg. Ing. Richard Ramírez docente de la institución cuya experiencia y conocimiento impartidos fueron fundamentales para la realización de este trabajo proporcionándome claridad académica, motivación y guía en momentos de duda.

Mi agradecimiento profundo a mi familia, especialmente a mis padres Richard Balón y Sheyla Clemente por su amor incondicional y su apoyo constante, a mis hermanos Katty, Moises y Noel, a mi sobrino Ezequiel, a cuñado Diego, a mi pareja Angie, a mis tíos, tías y abuelos por sus palabras de aliento, cariño y paciencia por su fe en mí que ha sido mi inspiración. Sin ustedes este logro no habría sido posible. A la Universidad Estatal Península de Santa Elena por haberme permitido forjar mis conocimientos y crecer académica y profesionalmente en sus aulas y laboratorios. A mis amigos y compañeros por su compañía y apoyo en los momentos de estrés y alegría que juntos manteníamos el ánimo en los momentos más duros contribuyendo a que este proceso sea más llevadero y significativo.

Finalizo agradeciendo a todos quienes participaron y colaboraron en la realización de este trabajo. Su ayuda en la recopilación de datos, revisión y valiosos comentarios fortalecieron este proyecto para culminarlo. Esta tesis es el resultado de un esfuerzo colectivo.

A todos gracias por ser parte de este logro.

**Abrahan Javier Balón Clemente**

Mis agradecimientos imperecederos, primero y principalmente a mi Dios bendito y majestuoso, mi guía y mi fortaleza. Agradezco infinitamente a mis padres, quienes a pesar de mi edad y condiciones siempre han estado pendientes de cada paso que doy, agradezco también a mi esposa por ser comprensiva y paciente, por su apoyo incondicional, a mis hijas por el respaldo total y absoluto para poder seguir luchando por alcanzar la meta a pesar de pasar momentos más difíciles que fueron superados por su amor motivación y respaldo, gratitud a mi tutor de tesis Ing. Luis Pérez Páchez MSc., a la Ing. Lucrecia Moreno Directora de la carrera, al Ing. Richard Muñoz docente de la institución quienes con sus conocimientos impartidos y guía fueron necesarios para cumplir mis objetivos. Finalmente, debo agradecer a mis maestros por su paciencia y apoyo y en especial a todos mis compañeros en las diferentes etapas y ciclos de preparación.

¡Gracias a la vida que me ha dado tanto...!!!

**Tito Rigoberto Carrera Ordóñez**

# CONTENIDO

	<b>Pag</b>
.....	I
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN .....	ii
DEDICATORIA .....	iii
<b>DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....</b>	<b>viii</b>
<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>x</b>
CONTENIDO .....	xii
LISTA DE gráficos .....	xvii
LISTA DE TABLAS .....	xix
LISTA DE ECUACIONES .....	xx
RESUMEN.....	xxi
ABSTRACT .....	1
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN .....	2
1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	6
1.2. ANTEDECENTES .....	8
1.3. HIPÓTESIS .....	15
1.3.1. Hipótesis Específicas. ....	15
1.4. OBJETIVOS .....	16
1.4.1. Objetivo General.....	16
1.4.2. Objetivos Específicos. ....	16
1.5. ALCANCE .....	17
1.6. VARIABLES .....	17

1.6.1.	Variables Dependientes.....	17
1.6.2.	Variables Independientes. ....	17
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....		18
2.1.	ESTUDIO DE FACTILIDAD.....	18
2.2.	La IMPORTANCIA DEL AGUA.....	18
2.2.1.	Ciclo hidrológico del agua.....	18
2.2.2.	El agua como recurso natural.....	19
2.2.3.	Agua potable concepto.....	19
2.2.4.	Calidad del agua.....	20
2.3.	SISTEMA DE AGUA POTABLE .....	24
2.3.1.	Captación .....	24
2.1.1.	Conducción .....	26
2.1.2.	Potabilización .....	27
2.1.3.	Almacenamiento.....	28
2.1.4.	Distribución.....	29
2.2.	ELEMENTOS PRINCIPALES PARA EL DISEÑO DE UNA línea de conducción.....	29
2.2.1.	Topografía.....	29
2.2.2.	Demanda.....	30
2.2.3.	Presión .....	31
2.2.4.	Tubería.....	31
2.2.5.	Materiales.....	34
2.3.	Área de estudio .....	34
2.4.	PARÁMETROS DE DISEÑO .....	35

2.4.1.	Periodo de diseño.....	35
2.4.2.	Población de diseño .....	36
2.4.3.	Población actual .....	37
2.4.4.	Población futura .....	37
2.4.5.	Área de diseño .....	39
2.4.6.	Niveles de servicio.....	39
2.4.7.	Dotación .....	41
2.4.8.	Variaciones de los consumos .....	42
2.5.	Hidráulica .....	43
2.5.1.	Flujo uniforme en tuberías .....	43
2.5.2.	Pérdidas de energía por fricción en la conducción .....	45
2.5.3.	Diámetro.....	48
2.5.4.	Caudal de impulsión .....	49
2.6.	ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS .....	50
2.6.1.	Válvulas de aire .....	50
2.6.2.	Válvulas de purga.....	50
2.6.3.	Tanque rompe presiones.....	51
2.6.4.	Golpe de ariete.....	52
CAPÍTULO III: metodología .....		53
3.1.	tipo y nivel de investigación .....	53
3.1.1.	Tipo .....	53
3.1.2.	Nivel .....	53
3.2.	MÉTODO, ENFORQUE Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN ..	53

3.2.1.	Método .....	53
3.2.2.	Enfoque.....	53
3.2.3.	Diseño .....	54
3.3.	METODOLOGÍA OE1:.....	54
3.3.1.	Realizar el levantamiento topográfico considerando la planimetría y altimetría del terreno donde se ubicarán las tuberías de conducción del área de estudio para determinar los puntos de conexión y la línea de conducción. ....	54
3.4.	METODOLOGÍA OE2:.....	56
3.4.1.	Determinar la población actual y futura, dotación de agua, la demanda de agua y caudal de diseño. recopilando datos demográficos actualizados de la comuna entre ríos y aplicando metodologías de proyección poblacional. ....	56
3.5.	METODOLOGÍA OE3.....	64
3.5.1.	Elaborar tres alternativas de diseño de la tubería de conducción y distribución del agua potable incluyendo los componentes y accesorios para el funcionamiento del sistema considerando eficiencia hidráulica, costos y factibilidad de mantenimiento. ....	64
3.5.2.	Cálculo de potencia de bomba para propuesta 1.....	68
3.5.3.	Cálculo de potencia de bomba para propuesta 2.....	70
3.5.4.	Cálculo de potencia de bomba para propuesta 3.....	72
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....		74
4.1.	ANÁLISIS DE RESULTADOS OE.1 .....	74
4.1.1.	Realizar el levantamiento topográfico considerando la planimetría y altimetría del terreno donde se ubican las tuberías de conducción del área de estudio para determinar los puntos de conexión y la línea de conducción. ....	74

4.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS OE.2 .....	77
4.2.1. Elaborar tres alternativas de diseño de la tubería de conducción y distribución del agua potable incluyendo los componentes y accesorios para el funcionamiento del sistema considerando eficiencia hidráulica, costos y factibilidad de mantenimiento.....	77
4.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS OE.3 .....	80
CAPÍTULO v: Conclusiones y recomendaciones.....	84
5.1. conclusiones.....	84
5.2. recomendaciones.....	85
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>86</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>92</b>
SOCIALIZACIÓN DE TESIS.....	92
REVISIÓN DE TESIS.....	92
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	93

# LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> Ubicación de la Planta Potabilizadora de Atahualpa .....	4
<b>Gráfico 2</b> Ciclo Hidrológico del Agua .....	19
<b>Gráfico 3</b> Sólidos en suspensión y su influencia directamente en el color y turbidez .....	21
<b>Gráfico 4</b> Obra de Captación.....	25
<b>Gráfico 5</b> Línea de Conducción por gravedad.....	27
<b>Gráfico 6</b> Tubería de policloruro de vinilo PVC .....	311
<b>Gráfico 7</b> Tubería de polietileno de alta densidad PAED .....	32
<b>Gráfico 8</b> Tubería de fibrocemento .....	322
<b>Gráfico 9</b> Tubería de Hierro Fundido .....	33
<b>Gráfico 10</b> Tubería de Concreto .....	333
<b>Gráfico 11</b> Tubería de Acero.....	34
<b>Gráfico 12</b> Comuna Entre Ríos – Parroquia Atahualpa.....	344
<b>Gráfico 13</b> Válvulas de Aire.....	50
<b>Gráfico 14</b> Tubería de Purga de Agua .....	51
<b>Gráfico 15</b> Cámara Rompe Presión - TIPO 6.....	52
<b>Gráfico 16</b> Planta Atahualpa .....	544
<b>Gráfico 17</b> Reciento Entre Ríos (Cucurucho) .....	555
<b>Gráfico 18</b> Topografía Planta Atahualpa – Recinto Entre Ríos (Cucurucho) ..	555
<b>Gráfico 19</b> Sistema de Agua Potable – Propuesta 1 .....	6969
<b>Gráfico 20</b> Sistema de Agua Potable – Propuesta 2.....	711
<b>Gráfico 21</b> Sistema de Agua Potable – Propuesta 3.....	733

<b>Gráfico 22</b> Ejecución del levantamiento topográfico con GNSS RTK .....	744
<b>Gráfico 23</b> Representación de las redes del diseño de agua potable en el software civil 3d .....	755
<b>Gráfico 24</b> Topografía Planta Atahualpa – Recinto Cucurucho.....	766
<b>Gráfico 25</b> <i>Modelamiento hidráulico de línea de conducción seleccionada..</i>	777
<b>Gráfico 26</b> Datos de Reservoirio Nota: Datos del Software WaterCAD. ....	7878
<b>Gráfico 27</b> Resultados de modelamiento hidráulico. ....	778
<b>Gráfico 28</b> Datos de Nodos.....	799
<b>Gráfico 29</b> .....	922
<b>Gráfico 30</b> Revisión de Tesis con docente de la UI .....	922
<b>Gráfico 31</b> Nivelación de Equipo RTK.....	93
<b>Gráfico 32</b> Puntos iniciales de Levantamiento Topográfico .....	93
<b>Gráfico 33</b> Puntos del Levantamiento Parroquia Atahualpa .....	944
<b>Gráfico 34</b> Revisión Tutoría Final.....	94

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Mínimas concentraciones residuales de cloro requeridas para una desinfección eficaz del agua. ....	233
<b>Tabla 2</b> Caudales de diseño para sistema de Agua Potable. ....	255
<b>Tabla 3</b> Niveles Máximos y Mínimos de Agua. ....	266
<b>Tabla 4</b> Vida útil de distintos elementos. ....	355
<b>Tabla 5</b> Tasa de crecimiento poblacional .....	366
<b>Tabla 6</b> Niveles de servicio para sistemas de abastecimiento de agua disposición de excretas y residuos líquidos. ....	4040
<b>Tabla 7</b> Dotaciones recomendadas .....	411
<b>Tabla 8</b> Valores de kx según el accesorio .....	477
<b>Tabla 9</b> Tasas de Crecimiento Poblacional.....	566
<b>Tabla 10</b> Proyecciones de Diseño .....	588
<b>Tabla 11</b> Resumen del Crecimiento Poblacional .....	599
<b>Tabla 12</b> Niveles de Servicio para sistema de abastecimiento de agua .....	6161
<b>Tabla 13</b> Dotaciones de agua para diferentes niveles de servicio.....	622
<b>Tabla 14</b> Porcentaje de fugas a considerar en el diseño de sistema de abastecimiento de agua potable .....	622
<b>Tabla 15</b> Desglose del Presupuesto .....	8080
<b>Tabla 16</b> Cronograma de instalaciones de redes de distribución de agua potable. ....	822

## LISTA DE ECUACIONES

<b>Ec. 1</b> Población Futura Aritmética,.....	388
<b>Ec. 2</b> Población Futura Geométrica .....	388
<b>Ec. 3</b> Población Futura Exponencial .....	399
<b>Ec. 4</b> Caudal medio diario .....	422
<b>Ec. 5</b> Caudal Máximo Horario .....	422
<b>Ec. 6</b> <i>Caudal máximo horario</i> .....	433
<b>Ec. 7</b> <i>Ecuación de Caudal</i> .....	444
<b>Ec. 8</b> <i>Ecuación de la Energía</i> .....	444
<b>Ec. 9</b> <i>Ecuación de Darcy-Weisbach – Perdidas de Presión por fricción</i> . .....	455
<b>Ec. 10</b> <i>Ecuación de Hazen-Williams – Perdidas de Presión por fricción</i> . .....	466
<b>Ec. 11</b> Ecuación de Perdidas Locales.....	466
<b>Ec. 12</b> <i>Diámetro de Tubería</i> .....	499
<b>Ec. 13</b> <i>Caudal de impulsión</i> .....	499

# **“ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA COMUNIDADES DE HASTA 1000 HABITANTES”**

**Autor:** Abrahan Javier Balón Clemente

Tito Rigoberto Carrera Ordóñez

**Tutor:** Ing. Luis Miguel Pérez Péchan, MSc

## **RESUMEN**

El análisis estudia la factibilidad de proveer agua potable a una Comuna menor a 1000 habitantes, por tal motivo se optó por la comuna de Entre Ríos de la Parroquia Atahualpa en Santa Elena, que tiene alrededor de 40 habitantes.

Su propósito es crear un sistema de distribución hidráulica, que abarca la recolección de información sobre la demanda de la población y la definición de la ruta de la tubería hacia un reservorio adecuado. Se examinarán principios hidráulicos, regulaciones y criterios de diseño para garantizar un suministro eficiente y seguro, estableciendo una base técnica robusta para la viabilidad del proyecto.

El levantamiento del terreno utiliza tecnología avanzada como GNSS RTK para elaborar mapas del área, que son fundamentales para el diseño del sistema de agua. Las tareas principales involucran la nivelación de primer orden para la altimetría, la cual se procesa mediante AutoCAD CIVIL 3D. El modelado hidráulico efectuado con WaterCAD asegura una distribución exacta del agua.

El sistema de distribución de agua potable en la comunidad de Entre Ríos garantiza el acceso a toda su población. Se utilizaron herramientas de modelado hidráulico como WaterCAD y AutoCAD CIVIL 3D, lo que dio lugar a un sistema resistente que se ajusta a la norma CPE INEN 5 9.2:1997.

**PALABRAS CLAVE:** Distribución hidráulica, modelado hidráulico, reservorio, AutoCAD CIVIL 3D, WaterCAD,

# "FEASIBILITY ANALYSIS OF THE POTABLE WATER SYSTEM FOR COMMUNITIES OF UP TO 1000 INHABITANTS"

**Authors:** Abrahan Javier Balón Clemente  
Tito Rigoberto Carrera Ordóñez

**Tutor:** Ing. Luis Miguel Pérez Péchan, MSc

## ABSTRACT

The analysis studies the feasibility of providing drinking water to a Commune of less than 1000 inhabitants, for this reason the commune of Entre Ríos of the Atahualpa Parish in Santa Elena, which has about 40 inhabitants, was chosen..

Its purpose is to create a hydraulic distribution system, which includes the collection of information on the demand of the population and the definition of the route of the pipeline to a suitable reservoir. Hydraulic principles, regulations and design criteria will be examined to ensure efficient and safe supply, establishing a robust technical basis for the viability of the project.

The land survey uses advanced technology such as GNSS RTK to map the area, which are critical to the design of the water system. The main tasks involve first-order leveling for altimetry, which is processed using AutoCAD CIVIL 3D. Hydraulic modelling carried out with WaterCAD ensures accurate water distribution.

The drinking water distribution system in the community of Entre Ríos guarantees access to its entire population. Hydraulic modelling tools such as WaterCAD and AutoCAD CIVI 3D were used, resulting in a robust system that conforms to the CPE INEN 5 9.2:1997 standard.

**KEYWORDS:** *Hydraulic distribution, hydraulic modeling, reservoir, AutoCAD CIVIL 3D, WaterCAD,*

# CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

Con el paso del tiempo, las comunidades experimentan un crecimiento progresivo de su población, lo cual a su vez genera una mayor demanda de recursos naturales y servicios básicos, siendo los más destacados, la energía eléctrica y el agua potable, éste último es particularmente crucial para el progreso socioeconómico de los habitantes de una comunidad. Su disponibilidad incide directamente en la salud pública, la productividad laboral, la actividad industrial y la estabilidad educativa, ya que, sin acceso a este líquido vital, las oportunidades de desarrollo se ven severamente limitadas. Pero a pesar de su relevancia, numerosas comunidades, especialmente aquellas ubicadas en zonas rurales, continúan enfrentando carencias críticas en su suministro de agua, (Miranda et al., 2020).

Según Cajas Zarate & Macas Macas (2019), la carencia de líquido vital es un problema que afecta a la comunidad mundial, pero lo extraño es que el Ecuador, siendo un territorio con amplias reservas ecológicas y biodiversa, sufra de esta problemática comúnmente vinculada a zonas áridas o regiones con limitaciones ambientales extremas. No obstante, aunque existen zonas con acceso disponible a este recurso en áreas específicas, siguen enfrentando desafíos debido al crecimiento gradual de asentamientos humanos, siendo el caso de estudio el Recinto Entre Ríos de la comuna del mismo nombre ubicada en la Parroquia Atahualpa del cantón Santa Elena de la provincia de Santa Elena. De igual manera es importante recalcar que el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Santa Elena prevé la implementación y expansión de los servicios básicos con el fin de atender las necesidades fundamentales de la población.

Por tanto, es importante llevar a cabo una serie de estudios descriptivos y detallados para evaluar la factibilidad de proporcionar agua potable a estas áreas. Es aquí donde entra en juego el rol del ingeniero civil, quien no solo se dedica a la edificación de infraestructuras, sino que también impulsa el desarrollo y la calidad de vida en la sociedad, tomando como desafío, garantizar el acceso al agua potable en las zonas rurales del Ecuador.

Esto incluye el diseño básico de un sistema adecuado que cumpla con los requisitos establecidos por diversas normativas que regulan la implementación de proyectos de este tipo. Este proceso de planificación y evaluación debe considerar varios

factores, como la disponibilidad de fuentes de agua cercanas, la capacidad de infraestructura existente y las necesidades específicas de la población. Por lo cual es necesario saber que los sistemas de abastecimiento de agua potable están formados por diversos componentes: captación, conducción, potabilización, almacenamiento y distribución, (Cajas Zarate & Macas Macas, 2019).

De igual manera Guaman Chuma & Taris Tandalla (2017), replica que el objetivo principal de estos sistemas de agua potable es asegurar que el recurso provenga de fuentes naturales como ríos, lagos, lagunas, cumpliendo con los estándares básicos de calidad. Además, debe estar disponible en cantidades suficientes y con la presión adecuada para atender las demandas domésticas, comerciales, industriales y, en algunos casos, servicios públicos.

Según Suárez Rodríguez (2021), el suministro de agua potable en la provincia de Santa Elena ha mejorado significativamente gracias al Trasvase Daule-Santa Elena. Este proyecto fue desarrollado con el objetivo de reducir el impacto de las sequías y garantizar un abastecimiento de agua constante en la región. Este sistema cuenta con infraestructuras que transportan el agua cruda, las cuales se dividen en dos zonas dentro de la Península. La Zona I abarca los municipios de Playas y Posorja, mientras que la Zona II se suministra agua del canal Azúcar - Río Verde, este sistema abarca los sitios más poblados; como Salinas, Muey, Libertad, Santa Elena, Ballenita y se extiende hasta la zona norte. Finalmente, el agua es transportada hasta la planta potabilizadora de agua Atahualpa donde la Empresa Pública Municipal Mancomunada Aguapen-EP se encarga de su potabilización, almacenamiento y distribución.

La comuna “Entre Ríos”, situada en la zona rural de la parroquia Atahualpa, está conformada actualmente por ocho familias que enfrentan serias dificultades en el acceso al agua potable. Estas familias pertenecen a los núcleos Yagual Vera, Malavé Malavé, Yagual Domínguez, Vera Córdova, Ascencio Vera, Rivera Vera, Rosales Yagual y Tumbaco Vera, quienes residen en condiciones de alta vulnerabilidad, debido a la falta de servicios básicos (GAD Parroquial Atahualpa, 2019).

Esta comuna está compuesta por dos barrios: barrio Santo Domingo y barrio Rancho Bravo, los mismos que al estar junto a la carretera principal Atahualpa –

Ancón sí cuentan con acceso a la tubería principal, y un recinto llamado Entre Ríos cuya vida jurídica está en proceso de trámite, el mismo que no cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable por tubería proveniente de la planta potabilizadora de agua Atahualpa, pero que por autogestión de los moradores del recinto construyeron una cisterna de 12 m<sup>3</sup> que es abastecida por tanqueros una vez por semana. Dentro de este recinto se encuentra el caserío Cucurucho, también identificado por la comunidad como el punto más representativo del sector. Este caserío, donde vive la mayor parte de la población del recinto, es la zona más carente de servicios básicos y que requiere soluciones urgentes en cuanto al acceso al agua. En total, el recinto Entre Ríos abarca una superficie aproximada de 200 hectáreas de tierras ancestrales, aunque en la actualidad la zona prioritaria que necesita abastecimiento directo es de aproximadamente 20 hectáreas, (GAD Parroquial Atahualpa, 2025).

### **Gráfico 1**

*Ubicación de la Planta Potabilizadora de Atahualpa, Km 115 de la Guayaquil Santa Elena*



A pesar de que existe un punto de potabilización y almacenamiento el problema radica en la conducción y distribución del agua potable hacia las viviendas de la comuna; una línea de conducción se define como el conjunto de tuberías que unidas entre sí transportan agua desde el punto de captación hasta un reservorio o sitio de

tratamiento, (Pucha Lapo, 2016). En este caso específico, la línea de conducción que se requiere tendría una distancia significativa, dependiendo del análisis de factibilidad, ya que debe cubrir una ruta de aproximadamente 1.5 kilómetros (equivalente a 1,500 metros) desde la cabecera comunal hasta el caserío Cucurucho, recorrido que toma en promedio 8 minutos en vehículo y 20 minutos a pie. Por tanto, la situación en Entre Ríos no solo evidencia la necesidad de rehabilitar las infraestructuras existentes, sino también de implementar un sistema integral de conducción que garantice el suministro permanente de agua potable a todas las zonas habitadas de la comuna, especialmente al recinto y al caserío que hoy continúan en situación de vulnerabilidad, (GAD Parroquial Atahualpa, 2025).

Además, es crucial mantener las presiones adecuadas dentro del sistema de tuberías. Por ello, se deben diseñar y seleccionar cuidadosamente los componentes, de igual manera, el diseño debe contemplar factores como la accesibilidad para el mantenimiento futuro y la protección contra posibles contaminaciones, considerando también la capacidad del sistema para adaptarse a posibles expansiones en el futuro, a medida que la población local crezca o cambien las demandas, (Padrón Cruz & Cantú Martínez, 2009).

El siguiente estudio tiene como objetivo principal, evaluar la factibilidad de dotar de agua potable a la población de la comuna Entre Ríos, ubicada al sur de la provincia de Santa Elena, mediante el diseño hidráulico previo de un sistema de suministro de agua potable. El cual consta de varios procesos para evaluar el desempeño óptimo de este sistema, siendo el primero la recopilación de información necesaria para determinar la demanda de la población de la comunidad estudiada. Por consiguiente, se definirá la ruta o el trazado de la línea de conducción más viable para el transporte de agua potable hasta un reservorio, el cual será diseñado y ubicado en un lugar cercano que cumpla con los requisitos de la población. Además, será crucial realizar un levantamiento topográfico con el fin de obtener las cotas máximas y mínimas para estudiar las pérdidas de cargas y diseñar conceptualmente los componentes necesarios como pueden ser las tuberías, medidores, bombas, válvulas, ventosas, filtros, etcétera. Esto con el fin de mantener las presiones necesarias para abastecer a toda la comunidad a futuro. Luego de este proceso se analizará y verificar el sistema en general mediante el uso de cálculos y

normas que regulan la construcción de este tipo de infraestructura verificando la factibilidad del proyecto.

## **1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

El agua se inscribe en la cadena de las necesidades absolutas para la conservación de todas las especies vivientes, ha sido crucial para la vida desde tiempos ancestrales, lo que llevó a los primeros asentamientos humanos a ubicarse cerca de fuentes de agua como ríos, lagos y manantiales. A medida que las técnicas para transportar y almacenar agua a grandes distancias de su origen se desarrollan, se comenzaron a explotar recursos subterráneos. Estos avances permiten que las poblaciones se expandan a áreas alejadas de las fuentes naturales, dado que ahora es posible transportar el agua de acuerdo con las necesidades, (Sánchez Tapiero & Mendoza Valencia, 2021).

Según Salazar-Briones et al., (2018) en la actualidad, el agua cumple diversas funciones esenciales, como el consumo humano, la higiene, la limpieza doméstica, la preparación de alimentos, la agricultura, la industria, la generación de energía hidroeléctrica, la navegación y el ocio. Por su versatilidad, el agua se considera un recurso de suma importancia en todos los contextos. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos por mejorar el acceso al agua, la ONU señala que aproximadamente 2200 millones de personas aún carecen de acceso a agua potable.

Esto implica que 3 de cada 10 personas en el mundo no disponga de agua potabilizada, y 6 de cada 10 no tienen acceso a instalaciones de saneamiento adecuadas. Además, se proyecta que para el año 2040, la demanda global de agua podría aumentar más del 50%, intensificando la presión sobre este recurso vital. La escasez de agua ya afecta a más del 40% de la población mundial, y se estima que para 2050, al menos el 25% de la población mundial, alrededor de 5700 millones de personas, residirá en países enfrentando sequías, desertificación o una falta crónica de recursos hídricos, (Cedeño Castillo & Esteves-Fajardo, 2023).

La ausencia de acceso a agua limpia tiene un impacto profundo y alarmante en la salud de niños, niñas y adolescentes, afectando su desarrollo físico y mental de manera significativa. La presencia de contaminantes en el agua puede debilitar el sistema inmunológico de los menores, dejándolos más vulnerables a enfermedades

infecciosas y complicaciones de salud que pueden tener consecuencias a largo plazo en su desarrollo y calidad de vida, (UNICEF, 2024).

La Constitución del Ecuador (2008), el establece el acceso al agua como un derecho humano fundamental, enfatizando que el agua es un patrimonio estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible e inembargable. Sin embargo, en la práctica, existe una notable brecha entre este mandato constitucional y su aplicación efectiva, evidenciada por la falta de infraestructura adecuada para el suministro de agua potable. A pesar de las garantías legales, muchos ecuatorianos, especialmente en áreas rurales y marginadas, continúan enfrentando dificultades para acceder a agua limpia y segura.

Y es que, aunque Ecuador es uno de los países en Latinoamérica con mayor cantidad de agua dulce por habitante, cerca del 36.4% de la población rural no tiene acceso suficiente a agua potable. Estos desafíos se ven complicados por los efectos del cambio climático, que aumentarán la escasez de agua dulce en los próximos años, (INEC, 2018).

Dentro de este contexto se considera afectada a la comuna Entre Ríos de Santa Elena, debido a que está experimentando un crecimiento poblacional y económico significativo, lo que aumenta la demanda de agua potable. A pesar de la importancia de este recurso para el bienestar y desarrollo de la comunidad, esta se sigue enfrentando a desafíos relacionados con la infraestructura existente y la capacidad para satisfacer las necesidades actuales y futuras de este recurso.

El presente proyecto permite realizar un análisis de factibilidad de las diferentes opciones disponibles para la construcción del sistema de agua potable, entre estas se plantean las siguientes opciones de captación: desde la planta potabilizadora de Aguapen o de un punto de una red de distribución existente cercana a la comunidad. Por tal razón se considera que el problema de investigación se puede enmarcar en la siguiente interrogante general ¿Por qué analizar la factibilidad de dotación de agua potable en la comuna Entre Ríos, Santa Elena? A raíz de la cual se derivan tres preguntas ¿Cómo determinar el trazado óptimo de la línea de conducción?, ¿Qué tiempo de vida útil tendrá el sistema y qué capacidad requiere satisfacer en un tiempo determinado?, ¿Cuál alternativa de diseño cumple con los estándares de

diseño para la línea de conducción? Y ¿Cuál de las alternativas es más económica para llevar a cabo en la comunidad?

## **1.2. ANTEDECENTES**

El siguiente estudio tiene como objetivo evaluar la factibilidad de dotación de agua potable para la comuna Entre Ríos, ubicada en el cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena. Esta comuna está conformada por dos barrios denominados Santo Domingo y Rancho Bravo, que sí cuenta con un sistema de abastecimiento de agua, y un recinto llamado Entre Ríos, el cual no dispone de acceso a un sistema de agua potable. Dentro del recinto se encuentra el caserío Cucurucho, considerado el núcleo más representativo del sector y donde actualmente reside la mayor parte de su población.

Este recinto tiene una extensión aproximada de 200 hectáreas de tierras ancestrales, de las cuales 20 hectáreas corresponden a la zona prioritaria que requiere abastecimiento urgente de agua potable. Se localiza a una distancia de 1.5 kilómetros (aproximadamente 8 minutos) de la cabecera comunal. El acceso al agua para consumo humano y animal se ha venido resolviendo mediante la compra de agua a tanqueros, la cual es almacenada en tanques familiares y en una cisterna comunitaria de 12 metros cúbicos. No obstante, se ha identificado la necesidad de una cisterna de al menos 100 metros cúbicos para asegurar el suministro adecuado para las familias del recinto. En promedio, cada familia consume un tanque de 55 galones diariamente, (GAD Parroquial Atahualpa, 2025).

El recinto Entre Ríos fue fundado en el año 1832 con aproximadamente 120 familias (alrededor de 600 personas en sus primeros asentamientos). En la actualidad, solo habitan 8 familias, compuestas por 40 personas: 18 adultos y 22 niños. La vida jurídica del recinto se encuentra en proceso desde el año 2010, de acuerdo con registros oficiales de la comuna. En cuanto a su economía, los habitantes se dedican principalmente a actividades agrícolas como el cultivo de naranja, mandarina, sandía y guineo, así como a la crianza de animales menores como cerdos, pollos y chivos. Sin embargo, la carencia de agua potable, energía eléctrica y fuentes de trabajo ha impulsado la migración progresiva de la población, reduciendo considerablemente el número de habitantes permanentes, (GAD Parroquial Atahualpa, 2025).

En el contexto internacional, el trabajo de Salinas Chamorro, (2015) basado en el “ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD PARA EL PROYECTO DE AGUA Y SANEAMIENTO EN YUKUMALY, MULUKUKÚ, R.A.A.N.”. Trabajo que tuvo como objetivo proponer un sistema de abastecimiento de agua y saneamiento a través de un estudio de prefactibilidad técnica y socioeconómica de la comunidad mencionada, para ello se realizó el análisis de la situación socioeconómica, estudio de calidad de agua, estudio hidrológico, el presupuesto para puestos públicos y conexión de patio, así como el presupuesto para el saneamiento y luego compararlo con los indicadores económicos del Nuevo FISE, con el fin de poder proponer una opción viable económicamente y socialmente para los pobladores de la comunidad.

El estudio como resultados presentó dos alternativas para el sistema de abastecimiento de agua para la comunidad. La primera alternativa propuesta consistió en un MAG con dos puestos públicos, donde la obra de captación sería una captación de manantial de ladera concentrada con un barraje que permita el encausamiento convergente y la elevación del flujo del agua y la segunda alternativa, propuso el abastecimiento de agua potable mediante un MAG, a través de conexiones de patio desde la fuente número dos. El autor concluyó que la fuente recomendada para ser utilizada para el abastecimiento de agua en la comunidad corresponde al manantial Fuente de Dios siendo la alternativa número 1, debido a razones de cantidad y de cercanía a la comunidad, el agua de la fuente de abastecimiento seleccionada necesitara solamente tratamiento de desinfección por cloración, y se construirá un MAG que tendrá como elementos: Obra de Captación de Fuente, Unidad de Cloración, Línea de Aducción, Tanque de Almacenamiento de Agua y red de distribución para los puestos públicos

Continuando en el mismo contexto, Jaime Bello et al., (2020) presenta en su investigación “ANÁLISIS DE VIABILIDAD Y DISEÑO PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA VEREDA SOCOTÁ DEL MUNICIPIO DE APULO (CUNDINAMARCA, COLOMBIA)”, el cual plantea El insuficiente desarrollo de la infraestructura destinada al suministro de agua potable y al saneamiento básico en las áreas rurales de Colombia ha repercutido en la insatisfacción de las necesidades básicas de sus habitantes. Por lo que se evaluó y diseño un sistema de suministro de agua potable para la vereda Socotá, en el municipio de Apulo, utilizando diversas metodologías, tales como el método

inverso a la distancia (IDW) para determinar la precipitación, el método de Thornthwaite para calcular la evapotranspiración y el método geométrico para proyectar la población. Además, se validarán los criterios necesarios para seleccionar la opción de abastecimiento más viable, y posteriormente se procedió al diseño del sistema empleando las ecuaciones de Hazen-Williams. Utilizando estos métodos se determinó que la precipitación anual varía entre 1.101 y 1.156 mm, con un patrón bimodal que genera períodos de bajo almacenamiento de agua, y se calculó un caudal de 0,000295 m<sup>3</sup>/s para 105 usuarios potenciales. Además, se concluyó que la conexión al acueducto Asuarcopsa es la opción de abastecimiento más viable, para la cual se requiere una tubería de una pulgada de diámetro y un tanque de almacenamiento de 10.195 L.

De igual manera se cita el trabajo Carranza Machado, (2018) de titulación de, “DISEÑO DE LA CÁMARA DE CAPTACIÓN, LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y RESERVORIO DE ALMACENAMIENTO, DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, PARA EL CASERÍO DE QUIHUAY, DISTRITO MACATE, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ÁNCASH - 2017”, planteando como objetivo general, diseñar la cámara de captación, línea de conducción y reservorio de almacenamiento, del sistema de abastecimiento de agua potable. Se utilizó una metodología basada en un diseño no experimental y de corte transversal, aplicada a una muestra de aproximadamente 185 habitantes de Quihua. Para ello, se recopilaron datos a través de encuestas sobre el comportamiento familiar, entrevistas con autoridades locales y observación estructurada en campo, incluyendo estudios de agua, análisis de suelo y levantamiento topográfico. El análisis y procesamiento de la información se realizó en gabinete con el apoyo de software como Civil 3D y Excel, lo que permitió elaborar cálculos y diseños tanto hidráulicos como estructurales. Como resultado, se determinó que la cámara de captación debe tener dimensiones de 1.0 x 1.0 x 1.0, la línea de conducción requiere una tubería de clase 7.5 con un diámetro de 1 pulgada, y el reservorio de almacenamiento debe tener un volumen total de 5 m<sup>3</sup>.

Cambiando al ámbito nacional, Bolaños Guerra, (2011) en su investigación “ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA EL DESARROLLO DE UN PLAN MAESTRO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL SISTEMA URBANO EN LA CIUDAD DE URCUQUÍ” expuso como objetivo

realizar un estudio de factibilidad para el desarrollo de un plan maestro de redes de distribución de agua potable del sistema urbano en la ciudad de Urcuquí. En la investigación se aplicó el instrumento de recopilación de información como la encuesta de fuentes primarias y secundarias, lo que permitió realizar una descripción y análisis de la temática. Los resultados obtenidos en la investigación preliminar a través de la encuesta en la ciudad de Urcuquí, en lo que se refiere a la oferta del servicio y la demanda de aumentar el servicio con el incremento del líquido vital por acrecentamiento de planes de vivienda ofertados por el Gobierno Central (MIDUVI), y por gestión propia de los usuarios indican de acuerdo al autor, que la tubería de la distribución principal es obsoleta y se encuentra en el límite de su vida útil y que existen sectores de deficiente atención en cantidad de agua, que necesitan ser incorporados al sistema integrado.

Del mismo modo Monge Freile et al., (2020), en su investigación titulada “APROVECHAMIENTO DE LAS GALERÍAS FILTRANTES DE LA PRESA LA ESPERANZA PARA EL ABASTECIMIENTO DE LA PARROQUIA QUIROGA”, tiene como objetivo la captación de agua cruda y de su conducción hasta la planta de tratamiento, el lugar escogido para la captación está a 1500 m de la parroquia Quiroga dentro de los predios de la presa La Esperanza. Para determinar los caudales, se utilizó la información proporcionada por el cuerpo de ingenieros. Posteriormente, se realizó un censo para identificar la población atendida por el sistema, y a través de diversas ecuaciones se calcularon los caudales de diseño. Con estos datos, se procedió a diseñar la línea de conducción aplicando fórmulas como la de Darcy-Wesbach. Gracias a esto se determinó que las galerías presentan un caudal aproximado de 10 L/s, lo que permitiría un suministro continuo de agua a la parroquia Quiroga, considerando una proyección a 20 años con una población de 2358 habitantes. En este contexto, se estableció que el caudal medio diario (Qmd) es de 3 L/s, el caudal máximo diario (QMD) es de 4,50 L/s, y el caudal máximo por hora (QMH) alcanza los 6 L/s. De esta manera se concluye que a través del agua filtrada de los túneles de fondo de la presa la Esperanza que día a día son desechados, podrían abastecer de agua limpia a los habitantes de la parroquia Quiroga cuyo uso permitirá el mejor desempeño de la planta de tratamiento actual.

Por su parte el grupo de investigadores Chávez Melgar & Ramírez Layana, (2022) en su trabajo de grado titulado “ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA LÍNEA DE

IMPULSIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ESPOL”, evidencian que la línea de impulsión del sistema de agua potable – AAPP de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) ha presentado inconvenientes a lo largo de sus 30 años de operación, ya que no cumple con los criterios técnicos y las buenas prácticas de ingeniería. Por ello, se propuso a rediseñar esta línea aplicando criterios técnicos y de sostenibilidad, con el objetivo de optimizar el sistema que abastece de agua potable al campus Gustavo Galindo. La metodología implementada comprendió: (i) la búsqueda y análisis de información existente junto con recorridos de campo, (ii) la propuesta de alternativas y la selección de la opción más adecuada, (iii) el diseño de la alternativa elegida, y (iv) la elaboración de planos, memoria técnica, análisis ambiental y un presupuesto referencial.

Entre los resultados se encontró que: (i) la presión de llegada a la reserva alta era insuficiente para su llenado, (ii) se propusieron tres alternativas, de las cuales se eligió la más viable mediante una matriz de Likert que consideró 12 restricciones, (iii) se eliminaron cuatro derivaciones y se diseñó un nuevo trazado de la línea de impulsión de 994 metros y (iv) el presupuesto referencial se estimó en USD 817.028,38, incluyendo el coste total de la obra, el plan de manejo ambiental y costos indirectos. Con estos diseños, se garantizará que la línea de impulsión alimente de manera eficaz el tanque de distribución, sin pérdidas de presión, asegurando un suministro estable de agua para la población actual y futura del campus.

El trabajo de Andrade Velásquez, (2020) denominado “DISEÑO DE LA NUEVA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA CIUDAD DE CAYAMBE, COMPLEMENTANDO AL PROYECTO HUAYCO MACHAY, CANTÓN CAYAMBE, PROVINCIA DE PICHINCHA.” el cual tiene como propósito trasladar el recurso hídrico desde el sector Loma Larga hasta el sector Cruz Loma a través de un sistema presurizado que maneja un caudal adjudicado de 387 l/s, concesionado por la SENAGUA, beneficiando de forma directa a los habitantes de la zona urbana de Cayambe. La línea de conducción de agua potable dispone de una infraestructura adecuada para aprovechar plenamente el recurso hídrico. Por ello, se llevó a cabo el trazado y diseño de la línea, analizando dos tramos que operan a presión, para garantizar el óptimo funcionamiento de las tuberías se instaló un tanque rompe presión, además de válvulas de purga y de aire.

Por lo que se eligió la Alternativa que cumple de manera óptima con los requerimientos financieros y técnicos, el mismo que se adapta a las actividades de operación y mantenimiento a la infraestructura existente, dando como resultado una línea de conducción con una longitud de 3357.64 m. Esta opción se caracteriza por contar con: 2 tanques rompe presión, 4 válvulas de purga, 4 válvulas de aire, 560 tubos de PVC de presión, una cota de inicio en la línea de conducción de 3121.16 msnm, una cota de llegada de 2978.12 msnm y tanques rompe presión ubicados a 3080.59 msnm y 3001.57 msnm. Concluyendo que este proyecto contribuirá con estudios para diseñar la línea de conducción de agua destinada al consumo humano en la ciudad de Cayambe, beneficiando a toda la zona urbana y, en consecuencia, mejorando la calidad de vida de sus habitantes.

Localmente, se cuenta con el estudio de Mejillones Orrala, (2024); Suárez Rodríguez, (2021) titulado “ANÁLISIS Y PROPUESTAS DE MEJORA DEL SISTEMA DE CAPTACION Y BOMBEO DE AGUA CRUDA A LA PLANTA DE AGUA POTABLE, AGUAPEN. EP UBICADA EN ATAHUALPA PROVINCIA DE SANTA ELENA”, quien tuvo por objetivo analizar y mejorar el sistema de captación, conducción y bombeo de agua cruda proveniente del embalse el Azúcar, para trasladarla hasta la planta de tratamiento de agua potable ubicada en la Parroquia Atahualpa, que es la encargada de suministrar agua a la provincia de Santa Elena. Para realizar el estudio, se realizó una visita de campo para evaluar las condiciones de la Estación de Bombeo de agua cruda "San Rafael" y otros componentes del sistema, posteriormente se utilizaron diversas fórmulas relacionadas con el cálculo de áreas, caudales y alturas dinámicas, entre otros con el fin de rediseñar estos componentes. Por ejemplo, se emplearon fórmulas para calcular el área de succión y la altura neta positiva de succión requerida por las bombas.

Entre los resultados que se presentaron, se destacan los siguientes: i) Insuficiencia del volumen del reservorio en emergencias, ii) Bombas de agua con poco mantenimiento, iii) La demanda de agua para riego supera la oferta prevista, iv) Bombas de agua con poco mantenimiento y v) Dique con fundas de arena en el canal Azúcar-Rio Verde, para las cuales se plantea una solución con el nuevo diseño. En conclusión, se destacó la importancia de realizar ajustes en el sistema para garantizar un abastecimiento adecuado de agua potable a la población de la

provincia de Santa Elena, asegurando así la salud y el bienestar de los consumidores.

El trabajo de Mejillones Orrala, (2024) denominado “ANÁLISIS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNA ATRAVEZADO, PARROQUIA MANGLARALTO, PROVINCIA DE SANTA ELENA” muestra que el crecimiento poblacional, tanto a nivel nacional como mundial, ha aumentado considerablemente la demanda de agua potable, el mismo que impulsa a buscar medidas que permitan preservar este recurso y mejorar las redes de distribución para los domicilios, especialmente en comunidades rurales. Por lo que el objetivo de su investigación es realizar un proyecto de diseño de una red de distribución de agua potable para la ciudadela 12 de noviembre de la comuna Atravezado-Libertador Bolívar. De esta manera, se llevó a cabo un levantamiento topográfico detallado para delimitar las manzanas y determinar la cantidad de agua necesaria para la población, conforme a lo establecido por el Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN). Posteriormente, se empleó el programa WATERCAD para diseñar una red de distribución capaz de suministrar agua a todos los habitantes de la zona, eliminando los inconvenientes de depender de un único punto de agua.

Este diseño permitió calcular el presupuesto requerido para la ejecución de la obra, los resultados obtenidos son muy prometedores y podrían servir de modelo para que otras comunas implementen proyectos similares en el futuro, tanto en lo relacionado con los trabajos ya realizados por la junta de agua para preservar este recurso vital, como en el nuevo diseño de la red de agua potable.

Finalmente se presenta el trabajo realizado por los investigadores Pérez Cedeño & Bautista Santillan, (2025) el cual se titula “DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNA LA CIÉNEGA EN CHANDUY”, teniendo como propósito diseñar un sistema de agua potable para la población de la Comuna La Ciénega, considerando parámetros de diseño hidráulico para mejorar el acceso a agua potable en el sector. Para poder abordarlo se realizó primeramente el levantamiento topográfico usando la tecnología GNSS RTK. Posteriormente se procedió a realizar el diseño del sistema de agua potable, considerando parámetros de crecimiento poblacional e hidráulicos como la presión mínima y máxima en la red, incluyendo los conceptos de nodos de control de presión en zonas elevadas, válvulas reguladoras y ventosas en puntos estratégicos de la red para evitar

inconvenientes, que pueden afectar el caudal y la presión. Finalmente, se exportaron los puntos del levantamiento topográfico a Civil 3D para generar las curvas de nivel del terreno, las cuales luego se importaron al software especializado WaterCad, en el cual se evaluaron diversas propiedades físicas de la tubería, permitiendo desarrollar un diseño con mayor precisión. Como resultados se dedujo que el diseño del sistema de red de agua potable para la comuna La Ciénega se determinó que es necesario elevar el agua desde Caimito, con cota +105, hasta un punto elevado de +165 ubicado en la abscisa 1+440. Posteriormente, en el reservorio, situado a cota +137,47 y elevado 10 metros sobre el terreno, se instalarán dos bombas centrífugas monofásicas de 1,5 HP junto con un tanque de presión, con el fin de mantener una presión adecuada a lo largo de toda la tubería de impulsión. Además, gracias al software WaterCAD se definieron tuberías PVC con un diámetro  $d = 110$  mm, el cual posee un caudal de diseño de 1,22 l/s dando como resultado presiones superiores a 10 m H<sub>2</sub>O factores que garantizan una buena distribución del servicio de agua potable. Por lo que se concluye que el diseño satisface el abasteciendo de agua potable que beneficia a las poblaciones futuras de la comuna La Ciénega del cantón Santa Elena.

### **1.3. HIPÓTESIS**

Al analizar la infraestructura existente, las condiciones topográficas, la demanda actual y proyectada de agua, y los costos asociados a la implementación y mantenimiento, se podrá determinar la factibilidad del sistema de agua potable para una comuna menor de 1000 habitantes.

#### **1.3.1. Hipótesis Específicas.**

**H.E1.:** El levantamiento topográfico que incluirá tanto la planimetría como la altimetría del terreno en el que se ubicarán las tuberías de conducción del área de estudio permitirá identificar con precisión los puntos de conexión y definir adecuadamente la línea de conducción. De forma complementaria, la recopilación de datos demográficos actualizados y la aplicación de metodologías de proyección poblacional, permitirán determinar la población actual y futura, así como calcular la dotación, la demanda de agua y el caudal de diseño requerido para cubrir eficientemente las necesidades de abastecimiento de la comuna.

**H.E2.:** El desarrollo de dos alternativas de diseño para la tubería de conducción y distribución, que integren los componentes y accesorios esenciales, permita evidenciar diferencias en eficiencia hidráulica, costos y facilidad de mantenimiento, posibilitando la selección de la mejor solución para el sistema.

**H.E3.:** Al elaborar un presupuesto detallado que incluya costos de materiales, mano de obra y equipos para cada alternativa de diseño, se podrá identificar la opción más viable para la implementación del sistema de agua potable en la comuna.

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. Objetivo General.**

Analizar la factibilidad del sistema de agua potable para comunidades menores a 1000 habitantes, como es la comuna Entre Ríos, ubicada en la parroquia Atahualpa, cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena.

### **1.4.2. Objetivos Específicos.**

**O.E.1.:** Realizar el levantamiento topográfico considerando la planimetría y altimetría del terreno donde se ubican las tuberías de conducción del área de estudio para determinar los puntos de conexión y la línea de conducción.

**O.E.2.:** Determinar la población actual y futura, la dotación de agua, la demanda de agua y caudal de diseño. Recopilando datos demográficos actualizados de la comuna Entre Ríos y aplicando metodologías de proyección poblacional.

**O.E.3.:** Elaborar dos alternativas de diseño de la tubería de conducción y distribución del agua potable incluyendo los componentes y accesorios para el funcionamiento del sistema considerando eficiencia hidráulica, costos y facilidad de mantenimiento.

**O.E.4.:** Elaborar el presupuesto de las tres alternativas de diseño, seleccionando la mejor opción para el sistema de agua potable a partir del análisis detallado de costos de materiales, mano de obra y equipo necesario para su ejecución.

## **1.5. ALCANCE**

El siguiente estudio tiene como objetivo evaluar la factibilidad de dotación de agua potable para comunidades menores a 1000 habitantes. Como se menciona anteriormente, este estudio abarca diferentes etapas de análisis y diseño básico de un sistema de abastecimiento, como los son la demanda de agua, el trazado de la línea de conducción y diseño conceptual hidráulico, debido a que solo se enfocará en la factibilidad del sistema de suministro que incluye la captación del punto más viable hasta un reservorio cercano a la comunidad.

Este análisis permitirá tener una base para la planificación futura del proyecto lo cual facilitará a la toma de decisiones para el desarrollo de esta comunidad, además de dar pie para realizar diferentes procesos como los son la obtención de permisos y una posible financiación de este proyecto de ser comprobado si es factible. No obstante, es necesario recalcar las diferentes limitaciones que este estudio conlleva como es la obtención de datos de la mecánica del suelo, donde se ubicarán los sistemas de infraestructura y evaluación del sistema de distribución de AA.PP. en la zona poblada.

## **1.6. VARIABLES**

### **1.6.1. Variables Dependientes.**

- i) Diseño conceptual hidráulico del suministro de abastecimiento de agua potable
- ii) Análisis de factibilidad técnica del suministro de abastecimiento de agua potable

### **1.6.2. Variables Independientes.**

- i) Levantamiento topográfico
- ii) Demanda y presión de servicio
- iii) Diámetro de tuberías y de accesorios
- iv) Cantidad de cloro libre

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

El abastecimiento de agua potable es sumamente importante para el desarrollo sostenible de las comunidades, el mismo busca proporcionar agua en cantidad y calidad adecuada para satisfacer las necesidades de los habitantes, vital para la supervivencia humana.

En el caso de la comuna Entre Ríos, la evaluación de la factibilidad del diseño de la captación y línea de conducción resulta fundamental para garantizar un suministro eficiente y seguro, en el siguiente marco teórico se abordará los principios hidráulicos, normativas vigentes y criterios de diseño que sustentan la planificación de sistemas de captación y conducción de agua, con el objetivo de establecer una base técnica sólida para la viabilidad de este proyecto.

### **2.1. ESTUDIO DE FACTILIDAD**

Un estudio de factibilidad es un análisis integral que permite evaluar si un proyecto puede llevarse a cabo de manera viable desde los puntos de vista técnico, económico, ambiental y social, el cual se ejecuta mediante la recopilación de datos del desarrollo del proyecto con el objetivo de reducir riesgos e incertidumbres, proporcionando información clave para la toma de decisiones antes de la ejecución del proyecto, (Echeverría Ruíz, 2017).

### **2.2. LA IMPORTANCIA DEL AGUA**

#### **2.2.1. Ciclo hidrológico del agua**

El ciclo hidrológico, es el proceso natural mediante el cual el agua se mueve a través del planeta, cambiando de estado entre líquido, sólido y gaseoso. Gracias al calor del sol, el agua de distintas fuentes se evapora, formando nubes. Las cuales se desplazan y, al enfriarse, liberan el agua devolviéndola a la superficie terrestre, donde nuevamente puede evaporarse y reiniciar el ciclo. Este movimiento constante convierte al ciclo del agua en un sistema cerrado y perfecto que mantiene el equilibrio de este recurso esencial para la vida, (Vera & Camilloni, 2007).



**Gráfico 2**

*Ciclo Hidrológico del Agua*

### **2.2.2. El agua como recurso natural**

Cirelli, (2012) indica que el agua es un recurso esencial que nos brinda la naturaleza y es clave para mantener la vida y el equilibrio de los ecosistemas, aunque esta puede renovarse por medio del ciclo del agua, su disponibilidad no es infinita, por lo que debemos usarla con responsabilidad. A su vez cumple un papel vital tanto en el ambiente como en nuestras actividades diarias, y es un recurso que no puede ser reemplazado por ningún otro para la existencia de los seres vivos en la Tierra.

### **2.2.3. Agua potable concepto**

Borja Naranjo, (2002) define al agua potable como aquella que ha sido tratada o se encuentra en condiciones naturales adecuadas para ser consumida sin causar daños a la salud. Es decir, puede beberse de forma segura sin riesgo de contraer enfermedades. Este tipo de agua es esencial para la vida diaria del ser humano, así como para el bienestar de los animales y las plantas, ya que sin ella la vida no sería posible. Aunque nuestro planeta está cubierto en su mayoría por agua,

aproximadamente un 70% de la misma es salada y no es apta para el consumo humano mientras que solo cerca del 3% corresponde al agua dulce, y de esta, una parte muy limitada está disponible para el uso directo, esto muestra cuán valiosa y necesaria es el agua potable para garantizar la salud y la supervivencia de todos los seres vivos.

Además, como se señaló anteriormente, la Constitución de nuestro país considera el agua potable como un derecho básico y un recurso estratégico de uso público. En el artículo 12 se señala que el acceso al agua es un derecho humano fundamental que no puede ser renunciado, y además se prohíbe su privatización. Esta norma también establece que es responsabilidad del Estado administrar y cuidar este recurso esencial, asegurando que esté disponible, sea de buena calidad y accesible para toda la población. Por lo que este mandato constitucional deja implícito que el Estado debe implementar políticas, programas y sistemas de gestión eficientes para garantizar el suministro continuo de agua potable, especialmente en comunidades rurales y sectores vulnerables.

#### **2.2.4. Calidad del agua**

La calidad del agua hace referencia a las condiciones físicas, químicas y biológicas que determinan si el agua es apta para un uso específico, como el consumo humano, el riego o la recreación. Entre estos requisitos, se encuentra que esté libre de microorganismos patógenos que puedan causar enfermedades, no contenga sustancias químicas que afecten de forma negativa a la salud, que no se turbia, no sea salada, y no tenga olores ni sabores desagradables. Estos factores son fundamentales para garantizar un abastecimiento de agua seguro y confiable para las personas, (Ñahui Salvatierra, 2023).

Según el CPE INEN 5, (1997) es necesario definir los niveles máximos que pueden tener ciertos elementos y compuestos en el agua potable para asegurar que sea segura y apta para el consumo en los hogares. Estos límites están especificados en la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 1108, titulada "Agua Potable. Requisitos", la cual debe cumplirse obligatoriamente para garantizar la calidad del agua que llega a la población.

### 2.2.4.1. Calidad física

- a) **Turbiedad.** - Es una medida de la claridad del agua afectada por partículas suspendidas. Por lo cual es un indicador importante de la calidad del agua en procesos de tratamiento y cuerpos de agua naturales. Estudios han demostrado que el aumento de la turbidez del agua cruda puede afectar negativamente la eficiencia de los procesos convencionales de tratamiento de agua, (Montoya et al., 2011).
- b) **Sólidos y residuos.** - Esta propiedad hace referencia a todos los residuos que permanecen en el agua, luego de pasar por un proceso de secado y evaporación del agua a cierta temperatura establecida. Estos se dividen principalmente en sólidos disueltos, como sales, minerales, metales y compuestos orgánicos; y en sólidos suspendidos, que son partículas no disueltas que pueden ser retenidas mediante filtración, (IberoSpec, 2025).
- c) **Color.** - El color del agua puede deberse a taninos, lignina, ácidos húmicos, materia orgánica, metales como hierro y manganeso, así como a factores como el pH, la temperatura y la solubilidad de compuestos. Se llama color aparente al de agua sin filtrar y color verdadero al de agua ya filtrada, (OPS/CEPIS/PUB/04.109, 2004).



**Gráfico 3**

*Sólidos en suspensión y su influencia directamente en el color y turbidez*

- d) **Olor y sabor.** - Estas propiedades pueden originarse por compuestos orgánicos de microorganismos, algas o desechos. El agua puede presentar sabores como amargo, dulce o salado. La presencia de olores puede indicar contaminantes perjudiciales para la salud, (OPS/CEPIS/PUB/04.109, 2004).

- e) **Temperatura.** - La temperatura depende del ambiente y afecta procesos como la actividad biológica, la absorción de oxígeno, la precipitación de compuestos, la desinfección y la floculación, por lo que es un parámetro clave para evaluar la calidad del agua, (OPS/CEPIS/PUB/04.109, 2004).

#### **2.2.4.2. Calidad química**

INEN 1108, (2014) describe que los compuestos químicos presentes en el agua se dividen en cuatro grupos: Compuestos que afectan la potabilidad, compuestos peligrosos para la salud, compuestos tóxicos indeseables y compuestos químicos indicadores de contaminación.

#### **2.2.4.3. Calidad biológica**

El agua potable debe ser segura para el consumo humano mediante múltiples barreras de protección. Los riesgos microbiológicos principales provienen del agua contaminada con materia fecal, que puede contener bacterias, virus y otros patógeno, (Rivadenerira, 2023).

El monitoreo de patógenos específicos en el agua es limitado y se utiliza principalmente para confirmar brotes de contaminación. La calidad de agua puede cambiar rápidamente, especialmente tras lluvias, lo que puede aumentar la contaminación microbiana, por o que los resultados de análisis deben ser interpretados con precaución, (OMS, 2011).

#### **2.2.4.4. Cloro residual**

La cloración de aguas contaminadas tiene como principal objetivo eliminar microorganismos dañinos y, como beneficio adicional, mejora la calidad de agua al reaccionar con cloro con diversas sustancias. Sin embargo, puede alterar negativamente el sabor y el olor del agua debido a la formación de compuestos orgánicos. EL cloro se aplica como hipoclorito y, tas una hidrolisis, se convierte en cloro libre que reacciona con el amoniaco y compuestos nitrogenados, generando cloro combinado. El cloro residual total incluye cloro libre y combinado tras tratamiento, CPE INEN 5, (1997).

El cloro en el agua presenta diferentes formas según el pH: en pH menos a 4 se encuentra como cloro molecular; entre 5.0 y 6.0 en la forma de ácido hipocloroso, y en pH sobre 6.0, como iones hipoclorito, predominando por encima de 7.5. La dosificación del agua es mas efectiva con un pH bajo. Se distingue entre Cloro Libre que incluyen HOCl y OCl-, y Cloro Combinado que abarca las cloraminas producidas por la interacción con compuestos nitrogenados. La suma de todas las formas de cloro se denomina cloro total, y el cloro residual es la suma de las concentraciones de cloro libre y combinado después de la desinfección, (AVILA, 2019).

El valor admisible de cloro residual libre, en cualquier punto de la red de distribución del agua, deberá estar en lo posible de acuerdo con la siguiente tabla.

**Tabla 1**

*Mínimas concentraciones residuales de cloro requeridas para una desinfección eficaz del agua.*

PH del agua	Cloro libre residual (mg/L) tiempo mínimo de contacto 10 min.	Cloro libre residual (mg/L) tiempo mínimo de contacto 60 min.
6-7	0.2	1
7-8	0.2	1.5
8-9	0.4	1.8
9-10	0.8	no se recomienda
más de 10	0.8 (con mayor periodo de contacto)	no se recomienda

*Nota. Tomado de CPE INEN 5, (1997)*

## **2.3. SISTEMA DE AGUA POTABLE**

Un sistema de agua potable es el conjunto de instalaciones y procesos encargados de proporcionar agua limpia y segura a la población. Este sistema tiene como finalidad captar el agua desde fuentes naturales, tratarla para eliminar impurezas y contaminantes, almacenarla de forma adecuada y distribuirla a los hogares, instituciones y comercios, (Arqhys, 2012).

Los sistemas de agua potable pueden operar de tres formas: por gravedad, mediante bombeo o de manera mixta. En los sistemas por gravedad, el agua fluye desde el punto de captación hasta los usuarios aprovechando la inclinación natural del terreno. En cambio, los sistemas que funcionan por bombeo utilizan equipos electromecánicos, como bombas, para impulsar el agua hacia su destino. Finalmente, los sistemas mixtos combinan ambos métodos, es decir, aprovechan tanto la pendiente del terreno como el uso de equipos mecánicos para lograr el transporte del agua, (Poveda Narvaez & Vizuite Astudillo, 2024).

Por lo cual, garantizar agua potable no solo es una cuestión técnica, sino también de responsabilidad social y ambiental, ya que se busca que el agua se use de forma eficiente y que las fuentes se protejan para que estén disponibles en el futuro. Y al mismo tiempo, se debe asegurar que todas las personas, sin importar dónde vivan o su situación económica, tengan acceso a agua limpia y segura.

### **2.3.1. Captación**

Un sistema de captación de agua potable es el conjunto de obras e instalaciones que permiten recolectar el agua desde fuentes naturales, ya sea subterránea o superficial, para luego iniciar su proceso de tratamiento y distribución. Uno de los aspectos más importantes de estas obras es que deben estar diseñadas para evitar la contaminación del recurso desde el primer momento. Cada sistema de captación se adapta a las condiciones del lugar donde se construye, ya que depende de factores como el tipo de fuente, el caudal disponible, la calidad del agua y la cantidad de personas que van a ser abastecidas, (Siguencia Fajardo, 2020).

## Gráfico 4

### Obra de Captación



Según el CPE INEN 5, (1997) la estructura de captación debe contar con una capacidad suficiente para derivar al sistema de agua potable un caudal mínimo que sea 1,2 veces el caudal máximo diario esperado al final del período de diseño. Las obras de captación difieren se diferencian según el tipo de fuente de agua, su ubicación y la escala del proyecto.

**Tabla 2**

*Caudales de diseño para sistema de Agua Potable.*

ELEMENTO	CAUDAL
Captación de aguas superficiales	Máximo diario + 20 %
Captación de aguas subterráneas	Máximo diario + 5 %
Conducción de aguas superficiales	Máximo diario + 10 %
Conducción de aguas subterráneas	Máximo diario + 5 %
Red de distribución	Máximo diario + incendio
Planta de tratamiento	Máximo diario + 10 %

*Nota. Tomado de CPE INEN 5, (1997)*

La elección del tipo de obra de captación debe basarse en los caudales necesarios, el tipo de servicio de abastecimiento, los requisitos sanitarios y epidemiológicos, los posibles usos adicionales del agua, la facilidad para realizar inspecciones regulares, así como en las condiciones hidrológicas, considerando los niveles máximos y mínimos establecidos en la tabla siguiente.

**Tabla 3**

*Niveles Máximos y Mínimos de Agua.*

CATEGORÍAS POR GARANTÍA DE ABASTECIMIENTO	GARANTÍA DE NIVELES DE AGUA EN LA FUENTE DE ABASTECIMIENTO EN (%)	
	MÍNIMOS	MÁXIMOS
I	95	1
II	90	2
III	90	3

*Nota. Tomado de CPE INEN 5, (1997)*

### **2.1.1. Conducción**

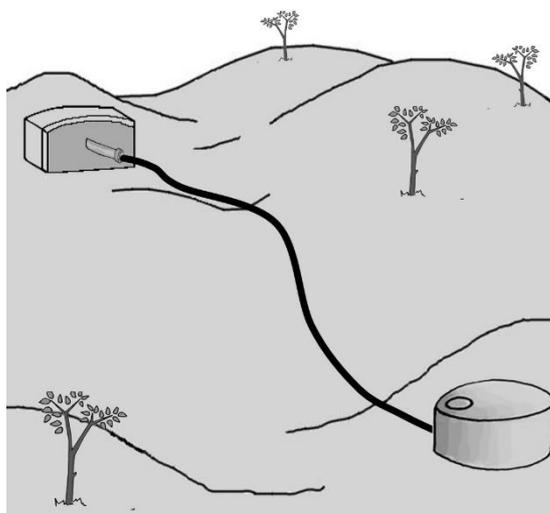
La línea de conducción es el sistema formado por tuberías y elementos de control que transporta el agua desde la fuente de abastecimiento hasta el punto donde se inicia su distribución, por lo que el sistema de conducción debe utilizar de manera eficiente la energía disponible para transportar el caudal necesario, (OMS, 2004).

Según el CPE INEN 5, (1997) las obras de conducción deben diseñarse para garantizar: i) El transporte desde la fuente de las cantidades de agua previstas y su entrega ininterrumpida a los usuarios; ii) La protección contra el ingreso de cuerpos flotantes, basuras, etc.; iii) La protección contra el ingreso de aire en la conducción

a presión; iv) Limitar las sobrepresiones producidas en el funcionamiento en régimen transitorio; v) La protección de la conducción de la contaminación producida por las aguas superficiales y por el aire; vi) La posibilidad de operaciones de mantenimiento, durante los tiempos previstos y para las distintas categorías de garantías de abastecimiento y características de los usuarios.

### **Gráfico 5**

*Línea de Conducción por gravedad*



Este sistema puede transportar el agua mediante gravedad, usando un sistema de bombeo o en su defecto las dos vías, dependiendo de las condiciones del terreno. Cuando la captación de agua se ubica en una cota más alta que el tanque de almacenamiento, el agua puede conducirse aprovechando la pendiente, ya sea a través de un canal sin presión o mediante tuberías a presión. En cambio, si la captación está en un nivel inferior al del tanque, la planta de tratamiento u otro punto del sistema, se requiere el uso de bombas para impulsar el agua, (Aguirre Morales Freddy, 2015).

### **2.1.2. Potabilización**

El proceso de potabilización del agua busca principalmente eliminar microorganismos dañinos y otras sustancias que representen un riesgo para la salud de la población. Para que el agua sea considerada apta para el consumo, debe cumplir con los parámetros físicos, químicos y microbiológicos establecidos por las normativas actuales. Este tratamiento se lleva a cabo a través de diversas

instalaciones que, en conjunto, conforman lo que se conoce como una planta potabilizadora, (OMS, 2011).

Estas plantas utilizan diversos procesos para asegurar que el agua sea completamente segura para el consumo humano. Entre estos procesos se encuentran la mezcla rápida, donde se añaden productos químicos que ayudan a agrupar las impurezas. La floculación, que favorece la formación de partículas más grandes llamadas flóculos, la sedimentación, donde estos flóculos se depositan en el fondo de tanques de reposo. La filtración, que elimina las partículas restantes a través de materiales como arena y grava; y finalmente, la desinfección, etapa en la que se aplican sustancias como cloro u ozono para eliminar microorganismos patógenos, (Bonton et al., 2012).

La planta potabilizadora debe diseñarse en función del gasto máximo diario, asegurando que pueda cubrir la demanda de agua en los momentos de mayor consumo. Para ello, se analizan las características físicas, químicas y bacteriológicas del agua de la fuente, lo que permite determinar el tipo y capacidad del tratamiento necesario, (Castillo Caldas, 2019).

Los procesos en una planta potabilizadora dependen de qué tan contaminada esté el agua y de cuánta se necesite tratar. Por eso, su diseño se hace siguiendo normas y métodos técnicos que aseguran que el agua sea segura para el consumo y que la planta funcione de forma eficiente para atender a la población. En Ecuador, se utilizan normativas como la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108, que establece los requisitos para el agua potable. Además, la Norma INEN 2200 regula los métodos de muestreo y análisis para asegurar que el agua cumpla con los estándares establecidos.

### **2.1.3. Almacenamiento**

Una vez que el agua ha sido tratada en la planta potabilizadora, se transfiere a tanques de almacenamiento diseñados para mantener la calidad del agua y garantizar su disponibilidad, para de esta manera garantizar las variaciones horarias de consumo. Ya que en zonas donde la demanda de agua varía a lo largo del día, el almacenamiento permite equilibrar el suministro, proporcionando agua durante los picos de consumo.

Los tanques de almacenamiento aseguran el suministro a cada hogar, incluso en caso de interrupciones en la planta de tratamiento, la captación o la línea de conducción, entre otros motivos, (Arztzte Cuatle, 2014).

De igual manera el agua almacenada debe ser monitoreada regularmente para asegurar que se mantenga en condiciones aptas para el consumo, esto incluye el control de turbidez, nivel de cloro y la temperatura.

Los tanques de almacenamiento se clasifican en: i) Por los materiales: Acero, concreto, mampostería, ferro cemento. ii) Por la forma: Esférico, semiesférico, rectangulares, cilíndrico. iii) Por la posición relativa con respecto al terreno: Elevados, enterrados, semienterrados y superficiales.

#### **2.1.4. Distribución**

Una red de distribución de agua potable es un sistema de tuberías, válvulas y accesorios diseñado para transportar agua tratada desde su fuente o depósito hasta los puntos de consumo, como viviendas, industrias y espacios públicos. El proceso de distribución inicia en el tanque de almacenamiento y las tuberías que conforman la red tienen diferentes diámetros, siendo enterradas en la vía pública, en terrenos de propiedad municipal. A partir de allí, se conectan tuberías de menor diámetro que transportan el agua hasta los edificios, (OPS/CEPIS/05.145, 2005).

Las redes de distribución suelen incluir los siguientes elementos: i) Tuberías principales y secundarias. Conducen el agua desde los tanques de almacenamiento hasta las acometidas domiciliarias. ii) Válvulas: Permiten controlar el flujo del agua y sectorizar la red en caso de emergencias o mantenimiento. iii) Estaciones de bombeo: Ayudan a mantener la presión necesaria en la red. iii) Tanques de almacenamiento intermedios: Los cuales garantizan un suministro continuo.

## **2.2. ELEMENTOS PRINCIPALES PARA EL DISEÑO DE UNA LÍNEA DE CONDUCCIÓN**

### **2.2.1. Topografía**

Cadena y Castañeda (2024) describen que el levantamiento topográfico con RTK (Real-Time Kinematic) es una técnica moderna que permite medir puntos del

terreno con gran precisión, con un margen de error reducido a nivel centimétrico, y en tiempo real. Es importante definir un sistema de coordenadas, que puede ser local, geodésico o cartesiano antes de comenzar con el procedimiento. Esto ayuda a que todas las mediciones sean claras y puedan usarse fácilmente en planos o mapas. Para hacer el levantamiento se usan dos equipos principales: una antena base, que se queda fija en un punto conocido, y una antena móvil, llamada rover, que se mueve por todo el terreno. Estos dos aparatos se comunican entre sí por radio para corregir los datos y asegurar que las mediciones sean muy exactas.

La antena base se debe colocar en un lugar alto y sin obstáculos para recibir bien las señales de los satélites. Una vez que está lista, el rover recorre el área y toma puntos importantes como las fuentes de agua, tuberías existentes o lugares donde se planean nuevas conexiones.

Además, esta tecnología permite crear mapas del terreno en computadora, conocer las pendientes y saber si hay zonas más altas o bajas al realizar un levantamiento altimétrico, lo cual es muy importante para diseñar correctamente el sistema de conducción de agua y evitar errores durante la construcción.

### **2.2.2. Demanda**

La demanda de agua es un factor crucial en el diseño de sistemas de distribución de agua potable. Se utiliza para determinar los caudales de diseño, los diámetros de las tuberías y los volúmenes de almacenamiento necesarios para satisfacer las necesidades de la población, (Huaquisto Cáceres & Chambilla Flores, 2019).

Esto significa que primero se necesita saber cuánta gente vive en la comunidad y cuánto podría crecer la población en los próximos años. También se estudia cuánta agua usan normalmente las personas, no solo en sus casas, sino también en actividades como la agricultura o los negocios. Por lo cual, si no se calcula bien, se corre el riesgo de que el sistema no funcione correctamente o que falte agua cuando más se necesite.

### 2.2.3. Presión

La presión del agua es otro aspecto importante, ya que debe ser lo suficientemente fuerte como para que el agua llegue bien a todos los puntos donde se va a usar, pero no tan alta como para dañar las tuberías.

Según Del Teso March et al., (2022) la gestión de la presión es crucial en el diseño de sistemas de distribución de agua potable. Afecta el consumo de energía, las pérdidas de agua y la eficiencia general del sistema. Para obtener presiones óptimas se necesita que el dimensionamiento de las tuberías sea óptimo, lo cual se puede lograr mediante métodos computacionales que consideran condiciones hidráulicas como las velocidades admisibles y las presiones requeridas.

### 2.2.4. Tubería

(Comisión Nacional del Agua) La tubería, compuesta por tubos unidos, asegura la conducción de un fluido, manteniendo la pureza del agua sin alterar su sabor u olor, y previniendo la infiltración de contaminantes.

#### 2.2.4.1. Tubería de policloruro de Vinilo (PVC)

Los tubos de PVC, fabricados en color blanco, ofrecen ventajas como hermeticidad, baja fricción, resistencia a la corrosión, ligereza y facilidad de instalación.

### Gráfico 6

*Tubería de policloruro de vinilo PVC*

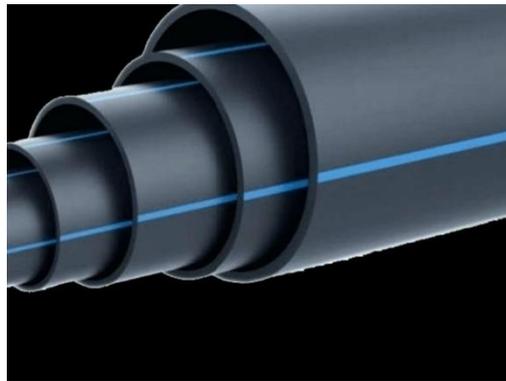


#### ***2.2.4.2. Tubería de Polietileno de Alta Densidad (PEAD)***

Los tubos de polietileno de alta densidad (PEAD) comparten las propiedades del PVC y añaden beneficios como Termofusión, compresibilidad y rápida instalación, además de ser duraderos y no alteran la calidad del agua.

#### **Gráfico 7**

*Tubería de polietileno de alta densidad PAED*



#### ***2.2.4.3. Tubería de Fibrocemento***

Las tuberías de fibrocemento están compuestas por cemento, fibras de asbesto y sílice, y su selección depende de la agresividad del agua y la presencia de sulfatos.

#### **Gráfico 8**

*Tubería de fibrocemento*



#### ***2.2.4.4. Tubería de Hierro Fundido (HF)***

Aunque ha sido reemplazada en redes de distribución por su costo, el hierro fundido todavía se usa en estaciones de bombeo y otros lugares que requieren robustez y resistencia al impacto. También se fabrican piezas especiales y válvulas de este material, adecuándose a diversas tuberías.

#### **Gráfico 9**

*Tubería de Hierro Fundido*



#### ***2.2.4.5. Tubería de Concreto***

Usada comúnmente en líneas de conducción, sobre todo en grandes redes. La tubería para agua potable es de concreto presforzado y puede incluir un núcleo de acero que le otorga mayor resistencia.

#### **Gráfico 10**

*Tubería de Concreto*



#### ***2.2.4.6. Tubería de Acero***

Ideal para altas presiones y grandes diámetros, se utiliza tanto expuestas como enterrada, siendo esta última protegida por recubrimientos.

## Gráfico 11

### *Tubería de Acero*



### 2.2.5. Materiales

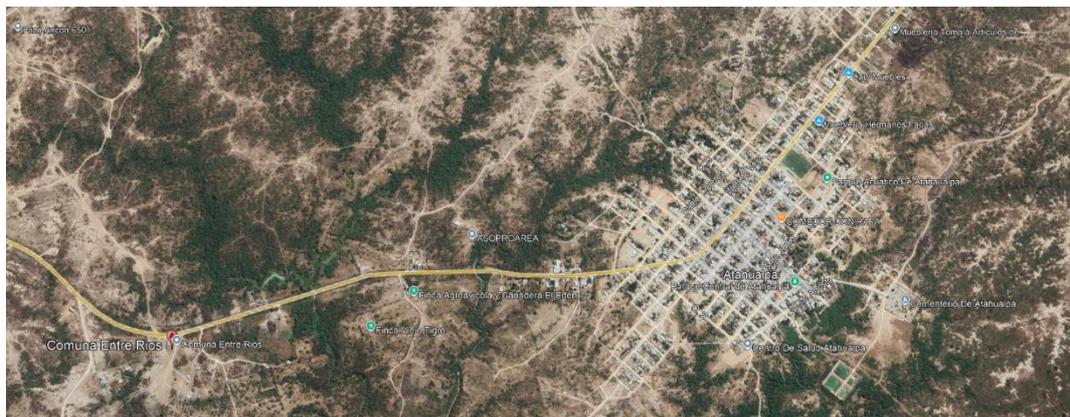
La elección del material de las tuberías es muy importante y depende de varios factores, como la presión del agua, si el terreno puede causar corrosión, el costo de los materiales y cuánto tiempo se espera que duren. Todo esto se analiza según las condiciones del lugar donde se va a construir la línea de conducción.

## 2.3. ÁREA DE ESTUDIO

El recinto Ente Ríos, situado en la Parroquia Atahualpa, Provincia de Santa Elena, abarca 200 hectáreas de tierras ancestrales. Fundado en 1832 con 120 familias en sus inicios, hoy solo residen 8 familias (40 personas). De sus tierras, 20 hectáreas requieren urgente abastecimiento de agua potable para mejorar la situación actual.

## Gráfico 12

### *Comuna Entre Ríos – Parroquia Atahualpa*



## 2.4. PARÁMETROS DE DISEÑO

### 2.4.1. Periodo de diseño

El periodo de diseño es el tiempo que se espera que el sistema de agua potable funcione bien y sin problemas para la comunidad. Normalmente, estos sistemas se planifican para un periodo de 20 años, pensando en que puedan cubrir las necesidades de la población durante todo ese tiempo, (CPE INEN 5, 1997).

**Tabla 4**

*Vida útil de distintos elementos.*

No	COMPONENTES	V. UTIL (años)
1	Diques grandes y túneles	50 a 100
2	obras de captación	25 a 50
3	Pozos	10 a 25
4	Conducciones de hierro dúctil	40 a 50
5	Conducciones de asbesto cemento o PVC	20 a 30
6	Planta de tratamiento	30 a 40
7	Tanque de almacenamiento	30 a 40
	Tuberías principales y secundarias de la red:	
8	De hierro dúctil	40 a 50
	De asbesto, cemento o PVC	20 a 25

*Nota. Tomado de CPE INEN 5, (1997)*

## 2.4.2. Población de diseño

Arellano et al., (2018) define a la población de diseño como un factor crucial en la planificación de los sistemas de agua potable, representa la cantidad de habitantes que serán atendidos por el sistema, considerando el crecimiento futuro. Además, destaca que el consumo real de agua a menudo difiere de los estándares de diseño establecidos, lo que destaca la necesidad de datos actualizados y específicos de la población en la planificación del sistema de agua.

La población de diseño se calcula tomando en cuenta cuántas personas viven actualmente en la comunidad, incluyendo también a la población flotante, que son aquellas personas que no viven ahí todo el tiempo, pero igual usan el servicio de agua. Luego, se estima cuántas personas habrá en el futuro usando métodos de proyección, como el crecimiento aritmético, geométrico u otros, para asegurarse de que la línea de conducción funcione bien durante muchos años.

Para calcular la población futura, se toman en cuenta varios aspectos como el crecimiento económico, la situación social y los cambios en la organización del territorio; además, se usan como base los datos de los censos nacionales, que nos dicen cuántas personas viven en la zona y cómo ha cambiado la población con el tiempo, (CPE INEN 5, 1997).

En caso de faltar datos, se adoptará en la proyección geométrica, los índices de crecimiento indicado en la siguiente tabla:

**Tabla 5**

*Tasa de crecimiento poblacional*

<b>REGIÓN GEOGRÁFICA</b>	<b>r (%)</b>
SIERRA	1
COSTA, ORIENTE Y GALÁPAGOS	1.5

*Nota. Tomado de CPE INEN 5, (1997)*

### **2.4.3. Población actual**

La población actual es el número de personas que viven en la comunidad en el momento en que se hace el estudio del proyecto. Lo ideal es que esta información se obtenga mediante un censo, es decir, contando a todas las personas, (CPE INEN 5, 1997).

Si no hay un censo, se puede hacer un muestreo, que consiste en contar solo a una parte representativa de la población. También es importante considerar si la gente está migrando, ya que eso puede cambiar la cantidad de personas que usarán el sistema de agua.

### **2.4.4. Población futura**

La población futura es la cantidad de personas que se espera que usen el sistema de agua potable cuando el proyecto esté terminado. Para calcular este número se pueden usar modelos matemáticos, que son métodos que ayudan a estimar cómo crecerá la población. Existen muchos tipos de modelos, algunos son sencillos y otros más complejos, dependiendo de qué tan exacto se requieren los resultados.

En general, los métodos de estimación de la población futura que van a describirse, no pueden dar una gran exactitud y deben tenerse en cuenta que dicha exactitud, disminuye cuando: El periodo de tiempo de la previsión aumenta, la población de la zona disminuye, aumenta la velocidad de variación de la población, (Criollo Chango, 2015).

#### ***2.4.4.1. Método aritmético***

La proyección aritmética es un modelo lineal que se utiliza comúnmente para estimar el crecimiento poblacional, este método supone que la población aumenta o disminuye a un ritmo constante a lo largo del tiempo, es decir, cada año se suma una cantidad fija de habitantes. Aunque es una técnica sencilla, resulta útil para estimaciones preliminares en estudios de planificación, siempre que el comportamiento demográfico sea relativamente estable.

Este método esta expresado por la siguiente ecuación:

**Ec. 1 Población Futura Aritmética,**

$$P_f = P_a * (1 + r * n)$$

Donde:

$P_a$ : Población actual.

$r$ : Índice de crecimiento poblacional.

$n$ : Periodo de diseño.

$P_f$ : Población futura.

**2.4.4.2. Método geométrico**

La proyección geométrica se basa en un modelo exponencial que asume que el crecimiento poblacional ocurre en proporción al tamaño actual de la población. En otras palabras, mientras mayor sea la población existente, mayor será su crecimiento futuro. Este modelo es adecuado cuando el crecimiento es acumulativo y refleja de forma más realista muchos escenarios demográficos, especialmente en comunidades con tasas de natalidad y migración constantes, (Caralyn Zehnder, 2024).

Este método esta expresado por la siguiente ecuación:

**Ec. 2 Población Futura Geométrica**

$$P_f = P_a * (1 + r)^n$$

Donde:

$P_a$ : Población actual.

$r$ : Índice de crecimiento poblacional.

$n$ : Periodo de diseño.

$P_f$ : Población futura.

#### **2.4.4.3. Método exponencial**

La proyección exponencial representa un modelo de crecimiento poblacional que plantea que el aumento en el número de habitantes ocurre a una velocidad proporcional al tamaño de la población existente, lo que genera un crecimiento cada vez más acelerado con el paso del tiempo. Este enfoque parte de la idea de que, a mayor cantidad de población, mayor será el ritmo de crecimiento, lo cual lo hace útil para representar escenarios de rápida expansión demográfica, (Strang Gilbert, 2022).

#### **Ec. 3 Población Futura Exponencial**

$$P_f = P_a * e^{r*n}$$

Donde:

$P_a$ : Población actual.

$r$ : Índice de crecimiento poblacional.

$n$ : Periodo de diseño.

$e$ : Coeficiente exponencial.

$P_f$ : Población futura.

#### **2.4.5. Área de diseño**

Se procederá a dividir en áreas de aportación en función de la topografía de la zona, tomando en cuenta aspectos urbanísticos de acuerdo con el uso del suelo, incluyendo zonas en futuro desarrollo.

#### **2.4.6. Niveles de servicio**

Para la zona del proyecto, se deben considerar factores tales como el uso del agua, costo del servicio, hábitos de consumo y disponibilidad de agua en la fuente de abastecimiento. En la siguiente tabla, se presentan los diferentes niveles de servicio aplicables, (CPE INEN 5, 1997).

**Tabla 6**

*Niveles de servicio para sistemas de abastecimiento de agua disposición de excretas y residuos líquidos.*

<b>NIVEL</b>	<b>SISTEMA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
0	AP _____ DE	Sistemas individuales. - Diseñar de acuerdo con las disposiciones técnicas, usos previos del agua, preferencias y capacidad económicas del usuario.
I a	AP _____ DE	Grifos públicos. Letrinas sin arrastre de agua
I b	AP _____ DE	Grifos públicos más unidades de agua para lavado de ropa y baño Letrinas con arrastre de agua
II a	AP _____ DE	Conexiones domiciliarias, con un grifo por casa Letrina con o sin arrastre de agua
II b	AP _____ DLR	Conexiones domiciliarias, con más de un grifo por casa Sistema de alcantarillado sanitario.

Simbología utilizada:

AP: Agua potable

DE: Disposiciones de excretas

DRL: Disposición de residuos líquidos.

*Nota. Tomado de CPE INEN 5, (1997)*

### 2.4.7. Dotación

La dotación de agua se refiere al volumen de agua asignado por habitante para cubrir sus necesidades diarias en condiciones promedio anuales, incluyendo las pérdidas del sistema. Este valor contempla todos los usos habituales del agua, como el consumo directo, el aseo personal, el lavado de ropa, la limpieza del hogar y la preparación de alimentos, entre otros, (Arellano et al., 2018).

**Tabla 7**

*Dotaciones recomendadas*

<b>POBLACIÓN (Habitantes)</b>	<b>CLIMA</b>	<b>DOTACIÓN MEDIA FUTURA (l/hab/día)</b>
Hasta 5000	Frío	120 – 150
	Templado	130 -160
	Cálido	170 – 200
5000 a 50000	Frío	180 – 200
	Templado	190 – 220
	Cálido	200 – 230
más de 50000	Frío	> 200
	Templado	> 220
	Cálido	> 230

*Nota. Tomado de CPE INEN 5, (1997)*

## 2.4.8. Variaciones de los consumos

### 2.4.8.1. Caudal medio diario ( $Q_{md}$ )

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda del Ecuador, (2012) describe que el caudal medio diario representa el promedio de consumo de agua por día durante un año, y se calcula a partir de la dotación media futura multiplicada por la población proyectada al final del periodo de diseño. Este valor se divide entre 86.400 (número de segundos en un día) para obtener el caudal en litros por segundo (L/s). se calculará por medio de la siguiente expresión:

#### Ec. 4 Caudal medio diario

$$Q_{md} = \frac{f * P_f * D}{86400}$$

Donde:

$f$ : Factor de fugas de agua (1.10-1.20).

$P_f$ : Población futura.

$D$ : Dotación.

$Q_{md}$ : Caudal medio diario.

### 2.4.8.2. Caudal máximo diario ( $Q_{MD}$ )

El caudal máximo diario ( $Q_{MD}$ ) corresponde al mayor volumen de agua consumido en un periodo continuo de 24 horas dentro de un año, excluyendo cualquier demanda extraordinaria como los consumos por incendios. Este caudal se estima multiplicando el caudal medio diario por un factor de mayoración diario ( $K_{MD}$ ), el cual suele oscilar entre 1.3 y 1.5, dependiendo de las características de consumo de la población, (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda del Ecuador, 2012).

#### Ec. 5 Caudal Máximo Horario

$$Q_{MD} = Q_{md} * K_{MD}$$

Donde:

$Q_{md}$ : Caudal medio diario.

$KMD$ : Factor de mayoración máximo diario (1.3 – 1.5).

$QMD$ : Caudal máximo diario.

#### **2.4.8.3. Caudal máximo horario ( $QMH$ )**

El caudal máximo horario (CMH) representa el mayor consumo de agua registrado durante una hora específica del día de mayor demanda a lo largo de un año, sin considerar los consumos por incendios. Este valor se estima multiplicando el caudal medio diario futuro por un factor de mayoración horario (KMH), que suele estar entre 2.0 y 2.3, (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda del Ecuador, 2012).

#### **Ec. 6 Caudal máximo horario**

$$QMH = Q_{md} * KMH$$

Donde:

$Q_{md}$ : Caudal medio diario.

$KMH$ : Factor de mayoración máximo horario (2.0 – 2.3).

$QMH$ : Caudal máximo Horario.

## **2.5. HIDRÁULICA**

### **2.5.1. Flujo uniforme en tuberías**

Según Ochoa (2019) en un flujo permanente, tanto la presión como la velocidad media del agua se mantienen constantes en el tiempo y en el espacio. Este tipo de flujo es el más sencillo de analizar, por lo que se utiliza frecuentemente en el diseño de sistemas de tuberías.

Uno de los principios fundamentales aplicados es la ecuación de continuidad, la cual define el caudal como la cantidad de líquido que atraviesa una

sección transversal por unidad de tiempo. En términos prácticos, esta ecuación establece que, en un nodo del sistema, la suma de los caudales que entran debe ser igual a la suma de los que salen, lo que permite evaluar y mantener el equilibrio del flujo en la red.

**Ec. 7 Ecuación de Caudal**

$$Q = A * V$$

Donde:

$A$ : Sección transversal de la tubería (m<sup>2</sup>).

$V$ : Velocidad media (m/s).

$Q$ : Caudal (m<sup>3</sup>/s).

Por otra perspectiva, la ecuación de la energía, aplicada al flujo en tuberías, establece que el movimiento del agua está inevitablemente asociado a pérdidas de presión, principalmente causadas por la fricción entre el agua y las paredes internas de la tubería.

**Ec. 8 Ecuación de la Energía**

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2G} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2G} + \sum hf$$

Donde:

$Z$ : Carga de posición (m), también considerada carga hidrostática.

$P$ : Presión estática a la que está sometido el fluido, kg/m<sup>2</sup>.

$V$ : Velocidad m/s.

$\gamma$ : Peso específico del fluido, kg/m<sup>3</sup>.

$G$ : Aceleración gravitacional 9.81 m/s<sup>2</sup>

$\sum hf$ : Son las pérdidas de energía que existen en el recorrido, más las pérdidas locales de energía provocados por distintos dispositivos.

## 2.5.2. Pérdidas de energía por fricción en la conducción

La pérdida de carga se refiere a la reducción de presión que ocurre entre dos puntos dentro de un sistema hidráulico, esta se divide en dos tipos: la pérdida por fricción, también llamada pérdida continua, lineal o por longitud, y la pérdida localizada, conocida como pérdida en los accesorios o elementos que restringen el flujo, como válvulas, codos y uniones, (Romero Lucena Eva, 2015).

### 2.5.2.1. Ecuación de Darcy-Weisbach

Para calcular la pérdida de presión por fricción en las tuberías de agua, se utiliza comúnmente la ecuación de Darcy-Weisbach, que requiere conocer el factor de fricción ( $f$ ), también conocido como factor de Darcy.

**Ec. 9** Ecuación de Darcy-Weisbach – Pérdidas de Presión por fricción.

$$hf = f * \frac{L}{D} * \frac{v^2}{2g}$$

Donde:

$f$ : Factor de fricción de Darcy (adimensional).

$L$ : Longitud del tramo de tubería (m).

$D$ : Diámetro hidráulico del tramo de tubería (m).

$v$ : Velocidad del fluido (m/s).

$g$ : Aceleración de la gravedad (9,81 m/s<sup>2</sup>).

$hf$ : Pérdida de carga por rozamiento (metros de columna de agua).

### 2.5.2.2. Ecuación de Hazen-Williams

El método de Hazen-Williams es ampliamente utilizado debido a su fórmula sencilla y la facilidad de cálculo. A diferencia de otros métodos, en este caso, el coeficiente de rugosidad "C" no depende ni de la velocidad del flujo ni del diámetro de la tubería, lo que simplifica considerablemente los

cálculos y lo hace práctico para muchas aplicaciones en el diseño de sistemas de distribución de agua, (Rodríguez-Procel & Muñoz, 2021).

Sin embargo, sólo es válido para tuberías de fundición y de acero, siendo el fluido circulante agua, y con temperaturas entre 5 °C y 25 °C.

**Ec. 10 Ecuación de Hazen-Williams – Pérdidas de Presión por fricción.**

$$h = 10.674 * \frac{Q^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.78}} * L$$

Donde:

$Q$ : Caudal (m<sup>3</sup>/s).

$C$ : Coeficiente de rugosidad (adimensional).

$D$ : Diámetro interno de la tubería (m).

$L$ : Longitud de la tubería (m).

$h$ : Pérdida de carga o de energía (m).

### **2.5.2.3. Pérdidas locales**

Para calcular las pérdidas locales de energía se utiliza la expresión general:

**Ec. 11 Ecuación de Pérdidas Locales**

$$h_x = k_x * \frac{v^2}{2g}$$

Donde:

$k_x$ : Coeficiente de pérdida que depende del accesorio que lo genera.

$v$ : Velocidad del fluido (m/s).

$g$ : Aceleración de la gravedad (9,81 m/s<sup>2</sup>).

$h_x$ : Pérdida de carga por accesorios (m)

**Tabla 8***Valores de  $k_x$  según el accesorio*

<b>ACCESORIO</b>	<b>COEFICIENTE <math>k_x</math></b>
Ampliación Gradual	0.30
Boquillas	2.75
Compuerta abierta	1.00
Controlador de caudal	2.50
Codo de 90°	0.90
Codo de 45°	0.40
Codo de 22° 30''	0.20
Rejilla	0.75
Curva de 90°	0.40
Curva de 45°	0.20
Curva de 22° 30''	0.10
Entrada normal en tubo	0.50
Entrada de borda	1.00
Entrada abocinada	0.04
Válvula de compuerta abierta	0.20

Válvula de ángulo abierta	5.00
Válvula de globo, abierta	10.00
Salido tubo	1.00
Te, pasaje directo	0.60
Te, salida de lado	1.30
Te, salida bilateral	1.80
Válvula de pie	1.75
Válvula de retención	2.50

---

*Nota. Tomado de Criterios de Diseño para redes de Agua Potable Empleando Tubería de PVC*

### **2.5.3. Diámetro**

Zambrano, (2019) menciona que, para determinar los diámetros de las tuberías, se deben evaluar diversas alternativas, considerando principalmente criterios económicos. Se presenta un modelo que permite calcular el diámetro necesario para transportar el caudal de diseño a lo largo de una topografía que favorezca el flujo hacia el punto de descarga.

Es fundamental seleccionar un diámetro que garantice que la pérdida de carga en la tubería sea igual al desnivel entre el punto de partida y el de llegada. El cálculo del diámetro dependerá de la velocidad de flujo en la tubería, lo cual se puede determinar mediante la ecuación de continuidad:  $Q=V \times A$

Siendo:

$$A = \frac{\pi * D^2}{4}$$

Reemplazando  $A$  en la ecuación Ec. 7 tenemos que:

$$Q = \frac{\pi * D^2}{4} * v$$

**Ec. 12** *Diámetro de Tubería*

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * v}}$$

Donde:

$V$ : Velocidad media (m/s).

$Q$ : Caudal (m<sup>3</sup>/s).

$D$ : Diámetro (m).

#### **2.5.4. Caudal de impulsión**

El cálculo para la conducción a impulsión se realiza siguiendo los lineamientos establecidos en las normas de diseño para sistemas de agua potable y eliminación de excretas y residuos líquidos. En estos sistemas, el caudal de diseño se determina considerando el consumo máximo diario y las horas de impulsión necesarias, (CPE INEN 5, 1997).

Esta relación se expresa mediante la siguiente fórmula, la cual permite dimensionar adecuadamente el sistema para satisfacer las necesidades de la población.

**Ec. 13** *Caudal de impulsión*

$$Q_b = 1.05QMD * \frac{24 \text{ horas}}{\text{No. horas de bombeo al día}}$$

Donde:

$QMD$ : Caudal máximo diario (m<sup>3</sup>/s).

$Q_b$ : Caudal de impulsión (m<sup>3</sup>/s).

## 2.6. ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS

### 2.6.1. Válvulas de aire

En situaciones donde se presentan picos altos con cambios de pendiente de negativa a positiva, es necesario instalar válvulas de aire para permitir la entrada y salida de este gas. Las válvulas de aire son esenciales no solo en estos picos, sino también en otros puntos críticos, como la salida de las bombas, en pendientes prolongadas y uniformes, en tramos de conducción con pendientes ascendentes o descendentes, y en la salida de los tanques de almacenamiento, (Mcpherson et al., 2012).

#### Gráfico 13

*Válvulas de Aire*



Una de las principales ventajas de estas válvulas es su funcionalidad trifuncional, ya que permiten: la entrada de aire cuando la tubería se vacía, la salida de aire cuando se llena la tubería y la salida continua de aire durante el funcionamiento normal del sistema.

### 2.6.2. Válvulas de purga

Las válvulas de purga, también conocidas como válvulas de drenaje, son fundamentales para asegurar el funcionamiento adecuado de las tuberías. Estas válvulas deben cumplir dos funciones principales: i) Vaciado completo de la tubería en caso de realizar reparaciones o mantenimiento en la instalación. ii) Eliminación de sedimentos acumulados dentro de la tubería, lo que ayuda a mantener la eficiencia del sistema, (Olortegui-Artica et al., 2024).

## **Gráfico 14**

### *Tubería de Purga de Agua*



Estas válvulas de desagüe se colocan estratégicamente en los puntos más bajos del trazado de la tubería, donde existe mayor probabilidad de acumulación de sedimentos que puedan obstruir el flujo del agua. Su correcta ubicación facilita las labores de limpieza y mantenimiento del sistema.

Además, el diámetro de la derivación para estas válvulas se determina en función del diámetro de la tubería principal, según lo establecido en normativas técnicas o tablas de diseño.

### **2.6.3. Tanque rompe presiones**

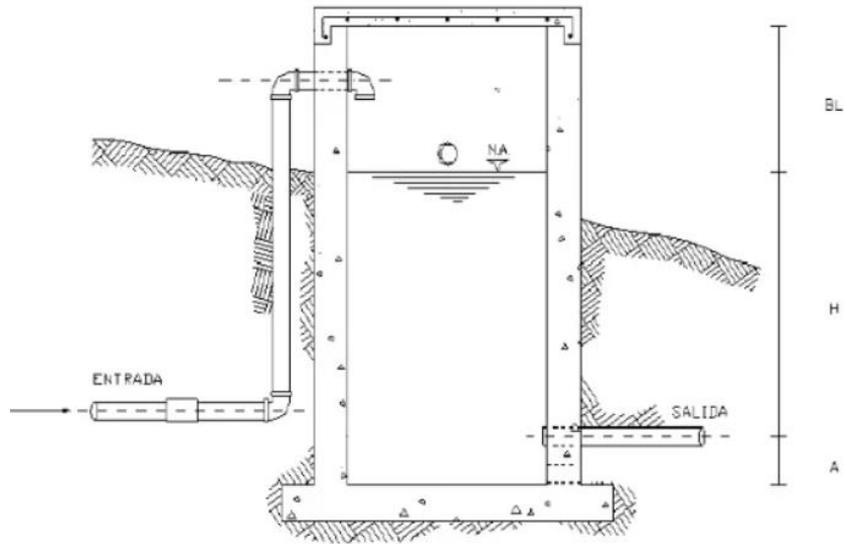
Las cámaras rompe-presión son estructuras utilizadas en sistemas de conducción de agua potable para reducir la presión en tuberías, especialmente en terrenos escarpados donde las altas presiones pueden causar daños. Estas cámaras son una alternativa a otros métodos de disipación de energía, como válvulas y tanquillas, (Segura Alfonso, 2014).

Existen 2 Tipos: i) Para la línea de conducción (Caja Rompe Presión - CRP TIPO 6) y ii) Para la red de distribución.

Partes principales CRP tipo 6: i) Tubería de entrada, ii) Tubería de salida, iii) Canastilla y iv) Tubería de rebose y desagüe.

## Gráfico 15

### Cámara Rompe Presión - TIPO 6



#### 2.6.4. Golpe de ariete

El golpe de ariete es un fenómeno hidráulico que ocurre cuando el flujo de agua en una tubería cambia bruscamente, como en el caso del cierre repentino de una válvula. Esta interrupción repentina genera una onda de presión que se desplaza a gran velocidad y puede causar sobrecargas o daños en las paredes del conducto, comprometiendo la integridad del sistema, (Twyman Q, 2018).

## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA**

### **3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1.1. Tipo**

Uno de los enfoques a nivel de ingeniería que nos permite identificar cuáles de las diferentes propuestas son factibles para un sistema de agua potable es el cualitativo, que pretende evaluar las diferentes características del sistema de agua potable para su selección.

#### **3.1.2. Nivel**

Método de investigación descriptiva que analiza características y cualidades del sistema de agua potable tomando en cuenta las necesidades de los habitantes de la comuna.

### **3.2. MÉTODO, ENFORQUE Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.2.1. Método**

Esto se complementa con un enfoque cuantitativo donde se opta por el levantamiento de información de campo para el análisis del sistema de agua potable.

#### **3.2.2. Enfoque**

El análisis de la factibilidad contempla el diseño de una tubería de impulsión, reservorio, y distribución las mismas que darán servicio desde la válvula de desagüe en la tubería Atahualpa – Ancón hasta el reservorio y desde este una tubería de distribución al centro de consumo. A través de un modelo hidráulico y las ecuaciones de Hazen - Williams, se evaluará el comportamiento, optimizando la eficiencia y resiliencia del sistema. Ésta propuesta combina cálculos Aa mano, digital e informáticos, utilizando el software WaterCAD para modelar y optimizar sistemas de distribución, empleando simulaciones hidráulicas que ayudan a identificar problemas y planificar mejoras.

### 3.2.3. Diseño

El diseño opta por un método experimental dando diferentes opciones para las propuestas planteadas en el sistema de agua potable, partiendo de una muestra, diseño, evaluación y resultados.

## 3.3. METODOLOGÍA OE1:

### 3.3.1. Realizar el levantamiento topográfico considerando la planimetría y altimetría del terreno donde se ubicarán las tuberías de conducción del área de estudio para determinar los puntos de conexión y la línea de conducción.

Para determinar las propuestas existentes de un sistema de agua potable tuvimos la necesidad de realizar un levantamiento topográfico que abarca Planta Atahualpa, Atahualpa, Comuna Entre Ríos, Recinto Entre Ríos (Cucurucho); utilizando el equipo GNSS RTK.

#### Gráfico 16

*Planta Atahualpa*

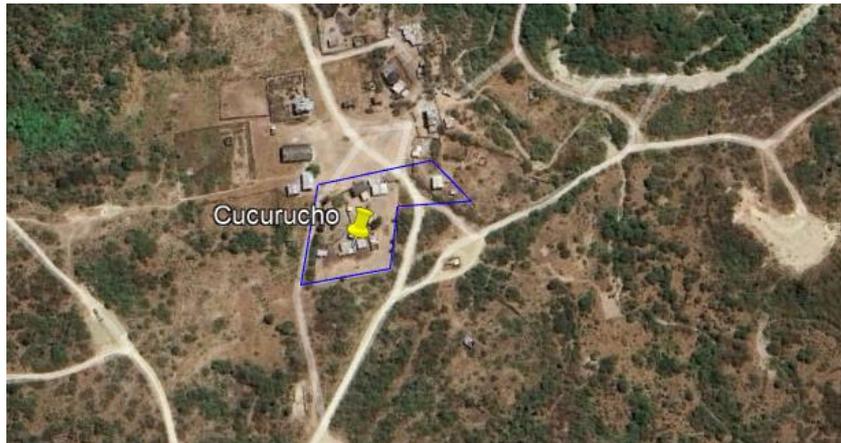


El levantamiento topográfico que incluye planimetría y altimetría comprende un área de 55,3 hectáreas comprendidas desde Planta Atahualpa hasta el recinto Entre Ríos (Cucurucho). El sistema de agua potable beneficiará al recinto Entre Ríos (Cucurucho) por lo tanto determinamos la zona de estudio.

Debido a la topografía del terreno determinamos que es necesario un bombeo, ya que la diferencia de alturas entre el punto de captación y las zonas de consumo que genera presiones bajas, aumentando la posibilidad de agregar una bomba de impulsión.

### Gráfico 17

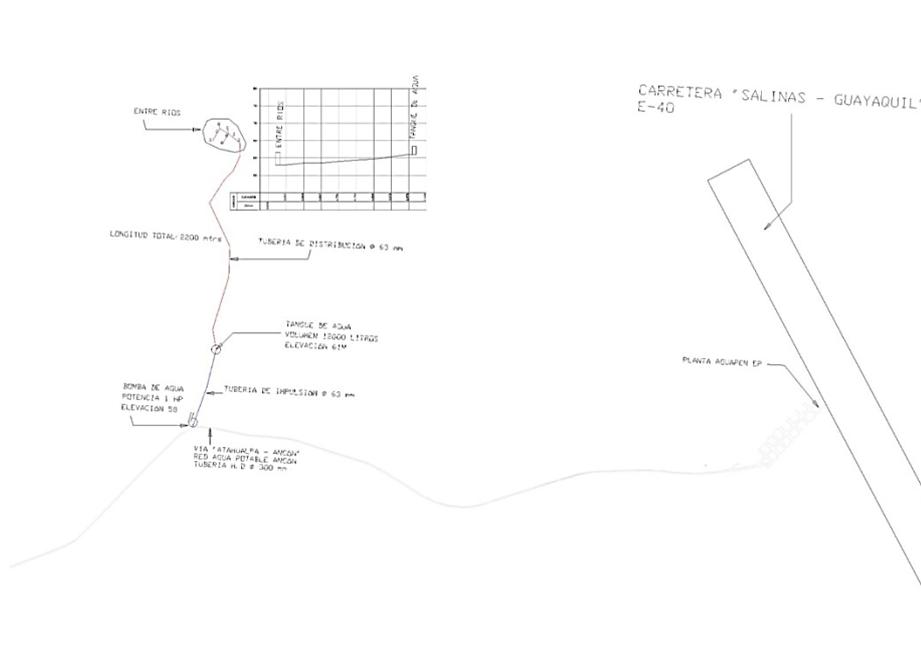
*Reciento Entre Ríos (Cucurucho)*



Con los datos derivados de la topografía procedemos a implantarlas en el software CivilCAD esto nos ayudará a determinar las curvas de nivel y trazar las diferentes alternativas del sistema de agua potable, posteriormente añadir la información al software WaterCAD que nos ayuda a simular los sistemas de agua potable.

### Gráfico 18

*Topografía Planta Atahualpa – Recinto Entre Ríos (Cucurucho)*



### 3.4. METODOLOGÍA OE2:

La agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) son instrumentos fundamentales para abordar las prioridades en los países. El ODS 6 se centra en asegurar el acceso y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos. En América Latina y el Caribe, el crecimiento demográfico y social ha elevado la demanda de recursos hídricos, poniendo en manifiesto problemas estructurales que afectan negativamente la calidad y disponibilidad del agua potable y los servicios de saneamiento, tanto en zonas urbanas como rurales. Las Metas del ODS se basan en el acceso universal que garantiza la disponibilidad y asequibilidad de agua potable, saneamiento adecuado el cual ofrece servicios de higiene apropiados para todos, mejora la Calidad del Agua al disminuir contaminación y potenciar a reciclaje de aguas residuales y uso eficiente de recursos hídricos incrementando la sostenibilidad en la extracción y el suministro de agua dulce. (Hernández, 2022)

#### 3.4.1. Determinar la población actual y futura, dotación de agua, la demanda de agua y caudal de diseño. recopilando datos demográficos actualizados de la comuna entre ríos y aplicando metodologías de proyección poblacional.

##### 3.4.1.1. *Periodo de diseño*

Los sistemas de agua potable deben diseñarse conforme a la normativa INEN para asegurar su viabilidad económica a largo plazo. Utilizando tuberías PVC con un coeficiente de 150 y obras de captación (reservorios, cisternas). Las propuestas a presentarse se calcularán con una vida útil de 26 años, contempla la selección de instalaciones y equipos resilientes, considerando factores como corrosión sismicidad, y garantiza una presión remanente mínima en la red.

#### Tabla 9

##### *Tasas de Crecimiento Poblacional*

---

Región Geográfica	r (%)
-------------------	-------

---

---

<b>Sierra</b>	<b>1,0</b>
<b>Costa, Oriente y Galápagos</b>	<b>1,5</b>

---

*Nota. Tomado de CPE INEN 5, (1997)*

La proyección de diseño es crucial para estimar futuros habitantes, influenciando el dimensionamiento del sistema de abastecimiento de agua y su distribución.

### **3.4.1.2. Cálculo de población aritmética**

#### **3.4.1.2.1. Método lineal**

$$P_{abf} = P_{abo}(1 + i * t)$$

En donde:

$P_{abf}$  = Población Futura

$P_{abo}$  = Población Inicial

$i$  % = Tasa de crecimiento poblacional (r%)

$t$  = Periodo de Diseño

$$P_{abf} = 40(1 + (0.015 \times 26))$$

$$P_{abf} = 55.6 \text{ habitantes}$$

$$P_{abf} = 56 \text{ habitantes}$$

### **3.4.1.3. Cálculo de población geométrica**

#### **3.4.1.3.1. Método geométrico**

$$P_{abf} = P_{abo}(1 + i)^t$$

En donde:

$P_{abf}$  = Población Futura

$P_{ab0}$  = Población Inicial

$i$  % = Tasa de crecimiento poblacional (r%)

$t$  = Periodo de Diseño

$$P_{abf} = 40(1 + 0.015)^{26}$$

$$P_{abf} = 58.91 \text{ habitantes}$$

$$P_{abf} = 59 \text{ habitantes}$$

#### 3.4.1.4. Cálculo de población exponencial

##### 3.4.1.4.1. Método exponencial

$$P_{abf} = P_{ab0} * e^{i*t}$$

En donde:

$P_{abf}$  = Población Futura

$P_{ab0}$  = Población Inicial

$i$  % = Tasa de crecimiento poblacional (r%)

$t$  = Periodo de Diseño

$$P_{abf} = 40 * e^{0.015*26}$$

$$P_{abf} = 59.08 \text{ habitantes}$$

$$P_{abf} = 59 \text{ habitantes}$$

**Tabla 10**

*Proyecciones de Diseño*

t	Año	Población Aritmética	Población Geométrica	Población Exponencial
0	2025	40,0	40,0	40,0
1	2026	40,6	40,6	40,6
2	2027	41,2	41,2	41,2

3	2028	41,8	41,8	41,8
4	2029	42,4	42,5	42,5
5	2030	43,0	43,1	43,1
6	2031	43,6	43,7	43,8
7	2032	44,2	44,4	44,4
8	2033	44,8	45,1	45,1
9	2034	45,4	45,7	45,8
10	2035	46,0	46,4	46,5
11	2036	46,6	47,1	47,2
12	2037	47,2	47,8	47,9
13	2038	47,8	48,5	48,6
14	2039	48,4	49,3	49,3
15	2040	49,0	50,0	50,1
16	2041	49,6	50,8	50,8
17	2042	50,2	51,5	51,6
18	2043	50,8	52,3	52,4
19	2044	51,4	53,1	53,2
20	2045	52,0	53,9	54,0
21	2046	52,6	54,7	54,8
22	2047	53,2	55,5	55,6
23	2048	53,8	56,3	56,5
24	2049	54,4	57,2	57,3
25	2050	55,0	58,0	58,2
26	2051	55,6	58,9	59,1

*Nota. Proyecciones de Diseño a 26 años.*

**Tabla 11**

*Resumen del Crecimiento Poblacional*

CALCULO DE POBLACIÓN	HABITANTES
ARITMÉTICO	56
GEOMÉTRICO	59

---

*Nota. Resumen de Tabla de Crecimiento Poblacional a 26 años*

El modelo exponencial describe un aumento rápido y continuo de la población, siendo más razonable en comparación con enfoques anteriores. Aunque su uso puede ser efectivo a corto plazo, podría llevar a proyecciones poco realistas a largo plazo. La curva exponencial, que representa un crecimiento persistente y sin un límite superior, se aplica a áreas en expansión rápida.

La población de diseño para la comuna entre ríos es 59 habitantes  $\approx$  60 habitantes, valor que será utilizado para los cálculos del sistema de agua potable.

#### **3.4.1.5. Dotación**

La dotación de agua en redes de agua potable es la cantidad asignada por habitante o unidad de unos para satisfacer necesidades básicas. Es fundamental para el diseño de redes de distribución, ya que establece el caudal requerido para la demanda diaria. Diversos factores influyen en esta dotación:

Tipos de usuario:

Residencial: Varía con el nivel socioeconómico.

Comercial: Dependiendo del negocio (tiendas, restaurantes).

Industrial: Puede ser significativamente mayor.

Institucional: Incluye escuelas, hospitales, etc.

#### **3.4.1.6. Niveles de servicio para un sistema de abastecimiento de agua**

Simbologías:

AP: Agua Potable

DE: Disposición de excretas

DRL: Disposición de residuos líquidos

**Tabla 12***Niveles de Servicio para sistema de abastecimiento de agua*

NIVEL	SISTEMA	DESCRIPCIÓN
0	AP	Sistemas individuales.
	DE	Diseñar de acuerdo con las disponibilidades técnicas, usos previos del agua, preferencias y capacidad económicas del usuario.
Ia	AP	Grifos públicos.
	DE	Letrinas sin arrastre de agua.
Ib	AP	Grifos públicos mas unidades de agua para lavado de ropa y baño.
	DE	Letrinas con o sin arrastre de agua.
IIa	AP	Conexiones domiciliarias con un grifo por casa.
	DE	Letrinas con o sin arrastre de agua.
IIb	AP	Conexiones domiciliarias, con más de un grifo por casa.
	DRL	Sistema al alcantarillado sanitario.

*Nota. Tomado de CPE INEN 5, (1997)*

### 3.4.1.7. Dotaciones de agua para diferentes niveles de servicio

**Tabla 13**

*Dotaciones de agua para diferentes niveles de servicio*

NIVEL DE SERVICIO	CLIMA FRIO	CLIMA CÁLIDO
Ia	25	30
Ib	50	65
IIa	60	85
IIb	75	100

*Nota. Tomado de CPE INEN 5, (1997) (FORMATO APA)*

La comuna Entre Ríos tiene un clima cálido y el sistema de agua potable está destinada a redes domiciliarias por lo tanto el nivel de servicio es Ib que equivale a una dotación de **65** lit/hab/día.

### 3.4.1.8. Porcentaje de fugas a considerar en el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable

Para determinar los caudales es necesario tomar en cuenta un porcentaje en fugas descritas en la siguiente tabla.

**Tabla 14**

*Porcentaje de fugas a considerar en el diseño de sistema de abastecimiento de agua potable*

NIVEL DE SERVICIO	PORCENTAJE DE FUGAS
Ia y Ib	10%
IIa y Iib	20%

*Nota. Tomado de CPE INEN 5, (1997)*

### 3.4.1.9. Variaciones de consumo

Un sistema eficiente considera las fluctuaciones del consumo a lo largo del año, incluyendo los cambios diarios. Es necesario calcular los máximos diarios y los máximos horarios mediante coeficientes para variaciones diarias y horarias.

Comprender las variaciones del consumo mensual diario y horario es crucial para diseñar un sistema que satisfaga la demanda de la población.

### 3.4.1.10. Caudal medio diario

$$Q_m = f * \left( \frac{P_{abf} * \text{Dotacion Diaria}}{86400 \text{seg}} \right)$$

Donde:

$Q_m$  = Caudal medio diario

$f$  = Factor de fugas (Ib=10%)

$P_{abf}$  = Población futura

$\text{Dotacion Diaria}$  = Dotación de agua.

$$Q_m = 1.1 * \left( \frac{60 \text{ hab} * 65 \text{ lts} * \text{hab} * \text{dia}}{86400 \text{ seg}} \right)$$

$$Q_m = 0.04965 \frac{\text{lts}}{\text{seg}}$$

$$Q_m = 0.05 \frac{\text{lts}}{\text{seg}}$$

### 3.4.1.11. Caudal máximo diario

Para los niveles de servicio en área rural el factor de mayoración máximo diario KMD adopta el valor de 1.25.

$$QMD = KMD * Q_m$$

Donde:

$QMD$  = Caudal máximo diario

$KMD$  = Factor de mayoración máximo diario

$Q_m$  = Caudal medio diario

$$QMD = 1.25 * 0.05 \frac{lbs}{seg}$$

$$QMD = 0.0625 \frac{lit}{seg}$$

$$QMD = 0.063 \frac{lbs}{seg}$$

#### 3.4.1.12. Caudal máximo horario

Para los niveles de servicio en área rural el factor de mayoración máximo diario KMH adopta el valor de 3.

$$QMH = KMH * Q_m$$

Donde:

$QMD$  = Caudal máximo diario

$KMD$  = Factor de mayoración máximo diario

$Q_m$  = Caudal medio diario

$$QMH = 3 * 0.05 \frac{lbs}{seg}$$

$$QMH = 0.15 \frac{lit}{seg}$$

### 3.5. METODOLOGÍA OE3

**3.5.1. Elaborar tres alternativas de diseño de la tubería de conducción y distribución del agua potable incluyendo los componentes y accesorios para el funcionamiento del sistema considerando eficiencia hidráulica, costos y factibilidad de mantenimiento.**

### 3.5.1.1. Caudal efluente

$$Q_e = 2 * QMD$$

$QMD$  = Caudal máximo diario

$Q_e$  = Caudal Efluente

$$Q_e = 2 * 0.063 \frac{\text{lit}}{\text{seg}}$$

$$Q_e = 0.13 \frac{\text{lit}}{\text{seg}}$$

### 3.5.1.2. Caudal de bombeo

$$Q_b = 1.05 * QMD \frac{24 \text{ horas}}{\# \text{ horas de bombeo}}$$

$QMD$  = Caudal máximo diario

$Q_b$  = Caudal de bombeo

$$Q_b = 1.05 * \frac{0.063 \text{ lit}}{\text{seg}} * \frac{24 \text{ horas}}{6 \text{ horas}}$$

$$Q_b = 0.265 \frac{\text{lit}}{\text{seg}}$$

$$Q_b = 0.27 \frac{\text{lit}}{\text{seg}}$$

### 3.5.1.3. Planta de tratamiento

$$Q_t = 1.1 * QMD$$

$QMD$  = Caudal máximo diario

$Q_t$  = Caudal de Planta de Tratamiento

$$Q_t = 1.1 * 0.063 \frac{\text{lit}}{\text{seg}}$$

$$Q_t = 0.069 \frac{\text{lit}}{\text{seg}}$$

#### 3.5.1.4. Red de distribución

$$Qd = QMH$$

$QMH$  = Caudal máximo horario

$Qd$  = Caudal de Distribución

$$Qd = 0.15 \frac{\text{lit}}{\text{seg}}$$

#### 3.5.1.5. Volumen de almacenamiento

$$V = 0.5 * \frac{Qb * 86400}{1000}$$

$$V = 0.5 * \frac{0.26 * 86400}{1000}$$

$$V = 11.43m^3$$

$$V = 12m^3$$

#### 3.5.1.6. Volumen de captación

$$V = 0.5 * \frac{QMD * 86400}{1000}$$

$$V = 1.2 * \frac{0.063 * 86400}{1000}$$

$$V = 6.53m^3$$

$$V = 7m^3$$

#### 3.5.1.7. Diámetro de tubería de distribución

$$Q = A * V$$

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

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V}}$$

Las velocidades aceptables para tuberías PVC deben ser mayor o igual de 0.30 m/s y menor o igual de 5 m/s. En este caso optamos por una velocidad de 1m/s

$$D = \sqrt{\frac{4 * 0.00015}{\pi * 1}}$$

$$D = 0.014m$$

$$D = 63mm$$

Diámetro asumido de 63 mm

### 3.5.1.8. Diámetro de succión de bomba

$$Ds = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V}}$$

Las velocidades tienen que ser mayor 0.6 m/s y menor de 0.9 m/s. En este caso se optó por una velocidad de 0.7m/s

$$Ds = \sqrt{\frac{4 * 0.00027}{\pi * 0.7}}$$

$$D = 0.022m$$

$$D = 22mm$$

Este diámetro debe ser mayor al diámetro de impulsión adoptando un diámetro de 90mm

### 3.5.1.9. Diámetro de impulsión de bomba

$$D_I = K_3 \left( \frac{\text{horas}}{24} \right)^{0.25} \sqrt{Qb}$$

$$D_I = 1.3 \left( \frac{6}{24} \right)^{0.25} \sqrt{0.00027 \frac{\text{lit}}{\text{seg}}}$$

$$D_I = 0.01495m$$

$$D_I = 14.95mm$$

Adoptamos el diámetro de impulsión a 63mm ya que el diámetro de succión debe ser mayor al diámetro de impulsión.

### 3.5.2. Cálculo de potencia de bomba para propuesta 1

Presentación del diseño del Sistema de Agua Potable que va desde la Comuna Entre Ríos hasta el recinto Entre Ríos (Cucurucho).

#### 3.5.2.1. Cálculo de pérdida de carga

$$H_f = 10.674 * \frac{Q_b^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.871}} * L$$

$$H_f = 10.674 * \frac{0.00027^{1.852}}{150^{1.852} * 0.063^{4.871}} * 2200$$

$$H_f = 0.38m$$

#### 3.5.2.2. Cálculo de altura dinámica total

$$HM = H_{estatica} + H_f$$

$$HM = 21m + 0.38m$$

$$HM = 21.38 m$$

#### 3.5.2.3. Cálculo de potencia de bomba

$$P_b = \frac{H_m * \gamma * Q_b}{76 * n}$$

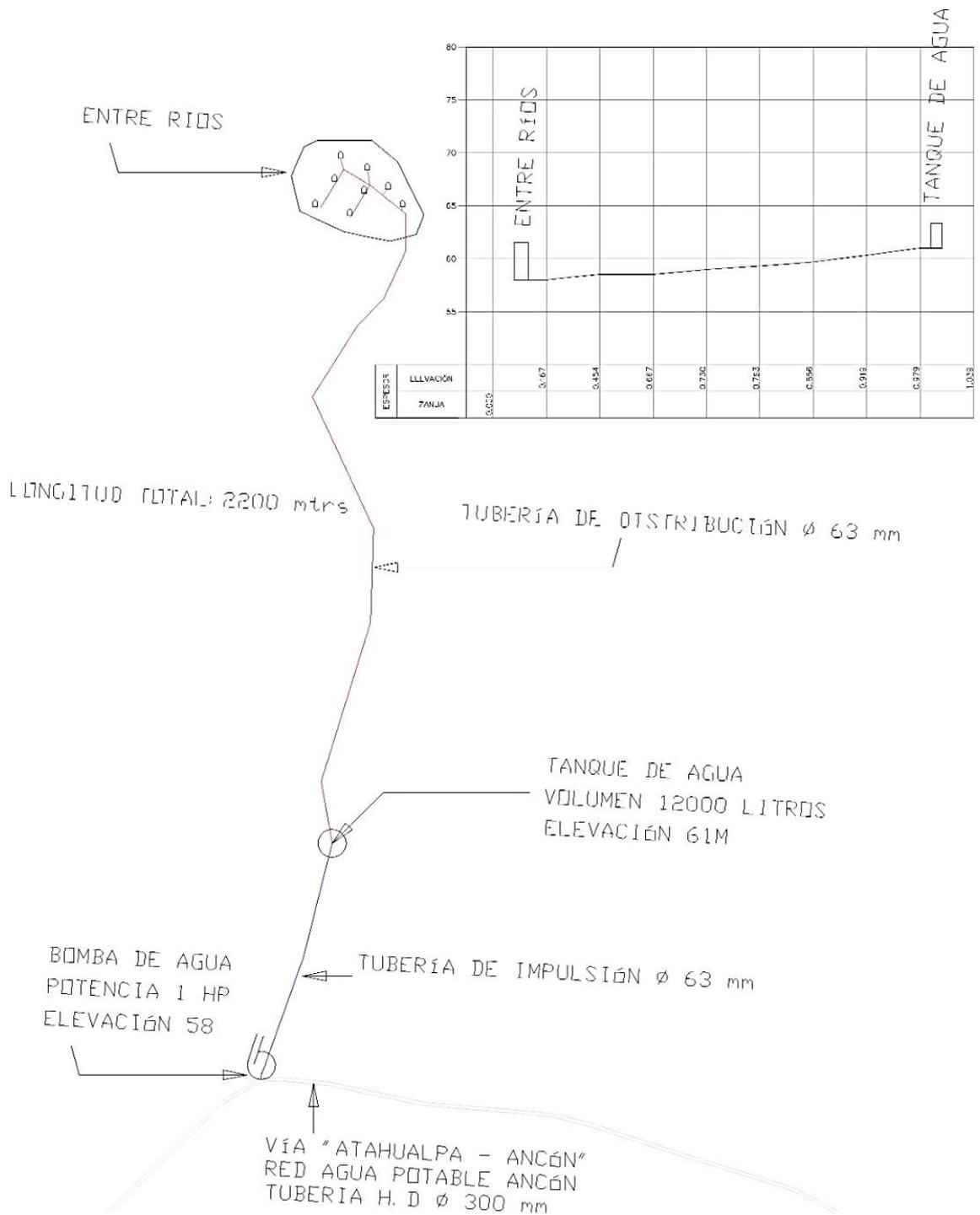
$$P_b = \frac{21.38 * 1000 * 0.00027}{76 * 0.73}$$

$$P_b = 0.10$$

$$P_b = 1 Hp$$

## Gráfico 19

### Sistema de Agua Potable – Propuesta 1



Nota: Gráfico del sistema de Agua Potable – Propuesta 1; Diseñado por Carrera y Balón; Software WaterCAD.

### 3.5.3. Cálculo de potencia de bomba para propuesta 2

Presentamos el diseño del Sistema de Agua Potable que va desde la salida de la Cabecera Parroquial Atahualpa hasta el recinto Entre Ríos (Cucurucho).

#### 3.5.3.1. Cálculo de pérdida de carga

$$H_f = 10.674 * \frac{Q_b^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.871}} * L$$

$$H_f = 10.674 * \frac{0.00027^{1.852}}{150^{1.852} * 0.063^{4.871}} * 4500$$

$$H_f = 0.78m$$

#### 3.5.3.2. Cálculo de altura dinámica total

$$HM = H_{estatica} + H_f$$

$$HM = 4m + 0.78m$$

$$HM = 4.78 m$$

#### 3.5.3.3. Cálculo de potencia de bomba

$$P_b = \frac{H_m * \gamma * Q_b}{76 * n}$$

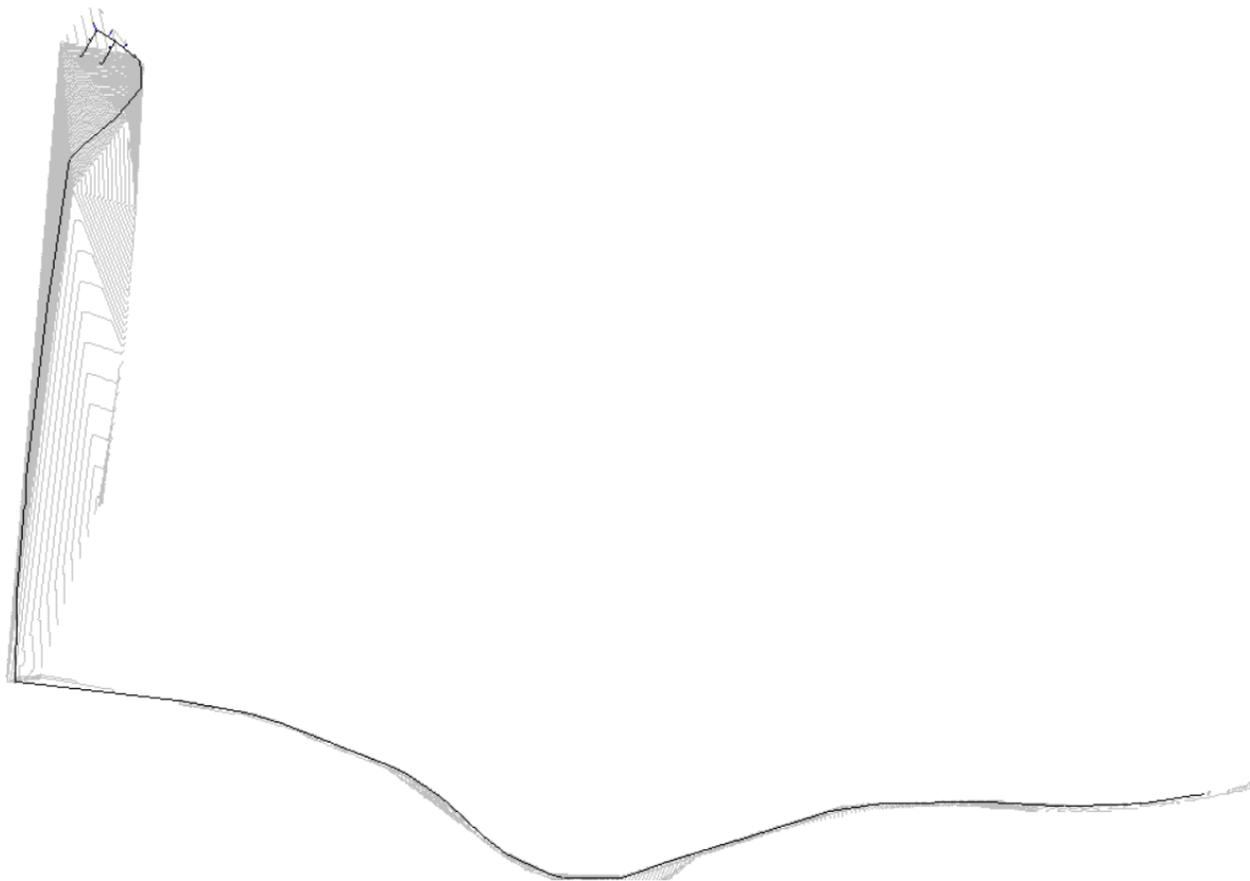
$$P_b = \frac{4.78 * 1000 * 0.00027}{76 * 0.73}$$

$$P_b = 0.023$$

$$P_b = 1 Hp$$

## Gráfico 20

*Sistema de Agua Potable – Propuesta 2*



*Nota: Gráfico del sistema de Agua Potable – Propuesta 2; Diseñado por Carrera y Balón; Software WaterCAD.*

### 3.5.4. Cálculo de potencia de bomba para propuesta 3

Presentamos el diseño del Sistema de Agua Potable que va desde la planta potabilizadora de la empresa AGUAPEN EP. de la Parroquia Atahualpa hasta el recinto Entre Ríos (Cucurucho).

#### 3.5.4.1. Cálculo de pérdida de carga

$$H_f = 10.674 * \frac{Q_b^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.871}} * L$$
$$H_f = 10.674 * \frac{0.00027^{1.852}}{150^{1.852} * 0.063^{4.871}} * 10700$$
$$H_f = 1.85m$$

#### 3.5.4.2. Cálculo de la altura dinámica total

$$HM = H_{estatica} + H_f$$

$$HM = 25m + 1.85m$$

$$HM = 26.85 m$$

#### 3.5.4.3. Cálculo de potencia de bomba

$$P_b = \frac{H_m * \gamma * Q_b}{76 * n}$$

$$P_b = \frac{26.85 * 1000 * 0.00027}{76 * 0.73}$$

$$P_b = 0.13$$

$$P_b = 1 Hp$$

## Gráfico 21

*Sistema de Agua Potable – Propuesta 3*



*Nota: Gráfico del sistema de Agua Potable – Propuesta 1; Diseñado por Carrera y Balón; Software WaterCAD.*

# CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

## 4.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS OE.1

**4.1.1. Realizar el levantamiento topográfico considerando la planimetría y altimetría del terreno donde se ubican las tuberías de conducción del área de estudio para determinar los puntos de conexión y la línea de conducción.**

El levantamiento topográfico implica operaciones sobre el terreno con instrumentos específicos para generar representaciones gráficas. Se utilizó la nueva tecnología conocida como GNSS RTK, para planimetría y altimetría.

### **Gráfico 22**

*Ejecución del levantamiento topográfico con GNSS RTK*



La altimetría incluye trabajos de nivelación de primer orden, necesarios para el diseño de Agua Potable. La unión de planimetría y altimetría proporciona un plano con toda la información del terreno, crucial para la posterior ejecución del sistema diseñado (Sánchez, 2024).

Los datos recogidos del levantamiento topográfico en el terreno fueron procesados utilizando el software AutoCAD CIVIL 3D, generándose el plano con los desniveles pertinentes de la topografía del área de trabajo.

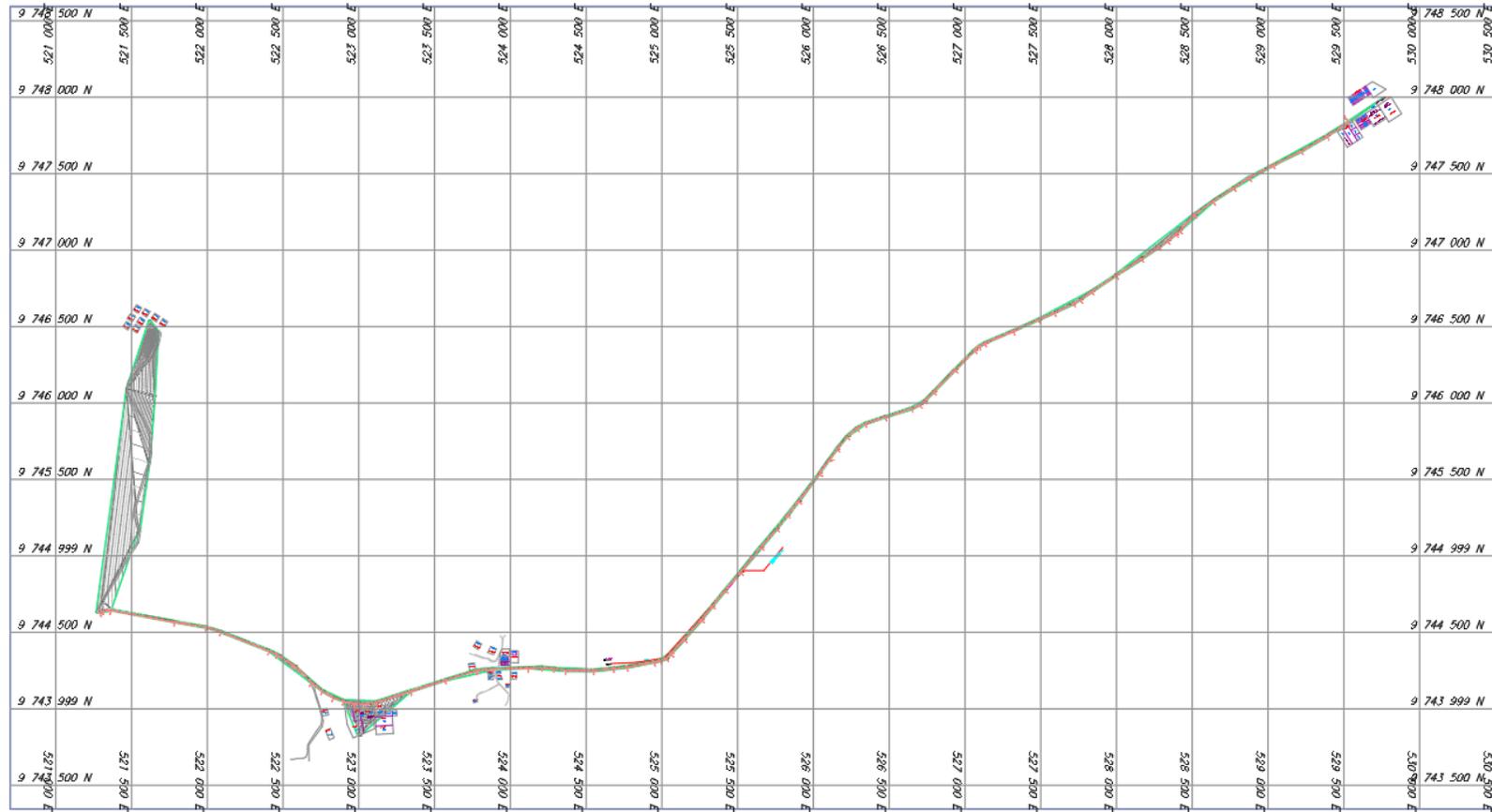
**Gráfico 23**

*Representación de las redes del diseño de agua potable en el software civil 3d*



## Gráfico 24

*Topografía Planta Atahualpa – Recinto Cucurucho.*



*Nota: Topografía; Diseñado por Carrera y Balón; Software AutoCAD Civil 3D.*

## 4.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS OE.2

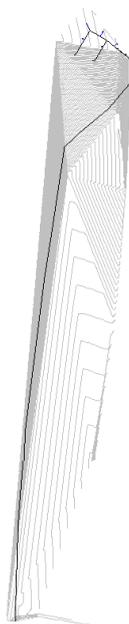
### 4.2.1. Elaborar tres alternativas de diseño de la tubería de conducción y distribución del agua potable incluyendo los componentes y accesorios para el funcionamiento del sistema considerando eficiencia hidráulica, costos y factibilidad de mantenimiento.

Se ha seleccionado la primera alternativa por su menor presupuesto y beneficios en presión, lo cual proporciona un mayor margen de seguridad. A diferencia de las dos alternativas 2 y 3, esta opción presenta un trazado de tubería que se adapta mejor a la topografía, evitando trabajar cerca de los límites permisibles de presión.

Se realizó un modelamiento hidráulico de la red de conducción y distribución con el software WaterCAD, importando curvas de nivel y diámetros de tuberías. El reservorio abastece a las comunas generando presiones adecuadas para la distribución de agua, el caudal de salida calculado es vital para el suministro de la comuna Ente Ríos, el grado hidráulico indican que no hay pérdidas de cargas significativas, lo que refleja un sistema en excelentes condiciones.

#### Gráfico 25

*Modelamiento hidráulico de línea de conducción seleccionada.*



## Gráfico 26

### Datos de Reservorio

	ID	Label	Elevation (m)	Zone	Flow (Out net) (L/s)	Hydraulic Grade (m)
234: CAPTACION	234	CAPTACION	55.27	<None>	0.539972391	55.27

*Nota: Datos del Software WaterCAD.*

A pesar de las variaciones en caudales, el coeficiente de Hazen Williams se mantiene en 150, sugiriendo rugosidad uniforme. Las velocidades de flujo obtenidas están por debajo del rango recomendado según la norma CPE INEN 5 9.2:1997, lo que motivó una evaluación de los diámetros interiores de tubería.

## Gráfico 27

### Resultados de modelamiento hidráulico.

	ID	Label	Length (Scaled) (m)	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Flow (L/s)	Velocity (m/s)
31: DISTRIBUC	31	DISTRIBUCION (Polyline)-27	64	63,0	PVC	150,0	-0,056249995	0,02
34: ADUCCION	34	ADUCCION (Polyline)-23	127	63,0	PVC	150,0	-0,150000000	0,05
37: DISTRIBUC	37	DISTRIBUCION (Polyline)-26	79	63,0	PVC	150,0	-0,018750000	0,01
39: ADUCCION	39	ADUCCION (Polyline)-21	80	63,0	PVC	150,0	0,150000000	0,05
42: DISTRIBUC	42	DISTRIBUCION (Polyline)-25	94	63,0	PVC	150,0	-0,018750000	0,01
44: DISTRIBUC	44	DISTRIBUCION (Polyline)-28	97	63,0	PVC	150,0	-0,131250002	0,04
45: ADUCCION	45	ADUCCION (Polyline)-22	109	63,0	PVC	150,0	-0,150000000	0,05
46: ADUCCION	46	ADUCCION (Polyline)-17	97	63,0	PVC	150,0	0,150000000	0,05
49: ADUCCION	49	ADUCCION (Polyline)-24	64	63,0	PVC	150,0	-0,150000000	0,05
51: ADUCCION	51	ADUCCION (Polyline)-19	177	63,0	PVC	150,0	0,150000000	0,05
54: ADUCCION	54	ADUCCION (Polyline)-20	262	63,0	PVC	150,0	0,150000000	0,05
55: ADUCCION	55	ADUCCION (Polyline)-18	505	63,0	PVC	150,0	0,150000000	0,05
93: CONDUCCI	93	CONDUCCION (Polyline)-16	202	63,0	PVC	150,0	0,539982920	0,17
245: IMPULSION	245	IMPULSION (Polyline)-15(1)	29	90,0	PVC	150,0	0,539982920	0,08
246: CONDUCC	246	CONDUCCION (Polyline)-15...	297	63,0	PVC	150,0	0,539982920	0,17

*Nota: Datos del Software WaterCAD.*

La tabla de datos de nodos proporciona información sobre su elevación y demanda de agua, obtenida mediante el levantamiento topográfico con el GNSS RTK. Se observan variaciones considerables en las necesidades hídricas según los nodos, influidas por la norma CPE INEN 5 9.2:1997. Además, se destaca que los nodos a mayor elevación presentan menor presión hidrostática, debido a la pérdida de presión a alturas mayores.

## Gráfico 28

### *Datos de Nodos*

	ID	Label	Elevation (m)	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
32: J-1	32	J-1	43,26	0,037500000	63,91	20,61
33: J-2	33	J-2	43,62	0,056250002	63,91	20,25
35: J-3	35	J-3	55,07	0,000000000	63,93	8,84
36: J-4	36	J-4	55,29	0,000000000	63,94	8,62
38: J-5	38	J-5	46,12	0,018750000	63,91	17,76
40: J-6	40	J-6	45,40	0,000000000	63,92	18,48
41: J-7	41	J-7	43,40	0,018750000	63,92	20,48
43: J-8	43	J-8	45,10	0,018750000	63,91	18,78
48: J-10	48	J-10	54,89	0,000000000	63,99	9,08
50: J-11	50	J-11	55,26	0,000000000	63,94	8,66
52: J-12	52	J-12	54,32	0,000000000	63,97	9,62
53: J-13	53	J-13	55,08	0,000000000	63,95	8,85
94: J-29	94	J-29	57,84	0,000000000	64,13	6,27

*Nota: Datos del Software WaterCAD.*

Se realizó el modelamiento hidráulico de la red de distribución de la Comuna Entre Ríos. Importando curvas de nivel y parámetros como diámetros de tubería caudal máxima.

#### 4.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS OE.3

4.2.1. Elaborar el presupuesto de la alternativa más factible a ejecutar del diseño de agua potable a partir del análisis detallado de costos de materiales, mano de obra y equipo necesario para su ejecución.

**Tabla 15**

*Desglose del Presupuesto*

#### UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA - PRESUPUESTO REFERENCIAL

**PROYECTO:** ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA COMUNIDADES MENORES A 1000 HABITANTES.

**UBICACIÓN:** Provincia Santa Elena - Parroquia Atahualpa - Comuna Entre Ríos - Recinto Cucurucho

**FECHA:** Mayo, 2025

RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
<b>1</b>	<b>TRABAJOS INICIALES</b>				
1.1	Caseta de guardianía, bodega	m2	12,00	39,12	\$ 469,44
					<b>\$ 469,44</b>
<b>2,00</b>	<b>SISTEMA DE AGUA POTABLE</b>				
2,01	TRAZADO Y REPLANTEO	m2	1.540,00	1,49	\$ 2.294,60

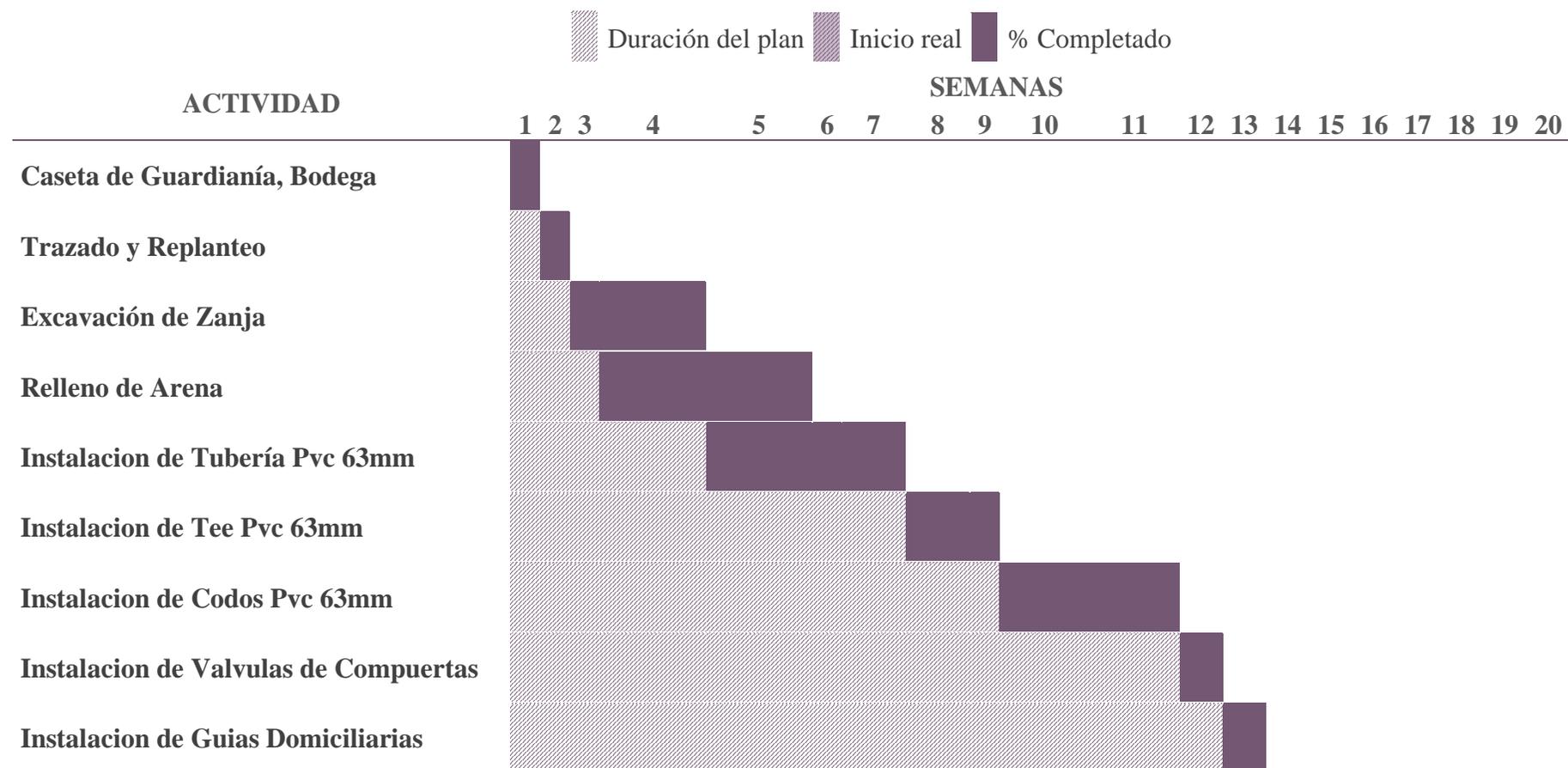
2,02	EXCAVACIÓN A MÁQUINA DE ZANJA PARA TUBERÍA	m3	1.540,00	3,68	\$ 5.667,20
2,03	DESALOJO DE MATERIAL OBTENIDO EN LAS ZANJAS	m3	1.540,00	3,50	\$ 5.390,00
2,04	RELLENO CON ARENA (REPLANTILLO DE TUBERÍA)	m3	154,00	28,59	\$ 4.402,86
2,05	RELLENO HIDRATADO Y COMPACTADO A MÁQUINA CON MATERIAL DE MEJORAMIENTO (INCLUYE TRANSPORTE)	m3	1386,00	18,76	\$ 26.001,36
2,06	TUBERÍA PRESIÓN PVC D=63MM	M	2200,00	18,99	\$ 38.060,00
2,07	VÁLVULA DE COMPUERTA BRONCE D=2"	U	2,00	75,32	\$ 150,64
2,08	GUÍAS DOMICILIARIAS 1/2"	U	8,00	99,61	\$ 796,88
2,09	TEE PRESIÓN PVC D=63MM	U	1,00	22,15	\$ 22,15
2,10	CODO PRESION PVC D=63MM	U	4,00	21,33	\$ 85,32
2,11	TANQUE DE PRESION 12000 lts	U	1,00	2.107,15	\$ 2.107,15
2,12	BOMBA DE AGUA 1 HP	U	2,00	250,12	\$ 500,24
					<b>\$ 85.478,40</b>
<b>3,00</b>	<b>MITIGACIÓN IMPACTO AMBIENTAL</b>				
3,01	AGUA PARA CONTROL DE POLVO	m3	75,00	3,31	\$ 248,25
3,02	SEÑAL HOMBRES TRABAJANDO	U	5,00	99,90	\$ 499,50
3,03	SEÑAL PELIGRO SALIDA DE VEHÍCULOS	U	5,00	154,38	\$ 771,90
3,04	CINTAS PLÁSTICAS REFLECTIVAS	U	15,00	45,99	\$ 689,85
					<b>\$ 2.196,20</b>
<b>TOTAL</b>					<b>\$ 88.157,34</b>

**SON: OCHENTA Y OCHO MIL CIENTO CINCUENTA Y SIETE DOLARES 34/100**

*Nota: Elaborado por Carrera y Balón*

**Tabla 16**

*Cronograma de instalaciones de redes de distribución de agua potable.*



**Instalacion de Tanque 12000 Lts**

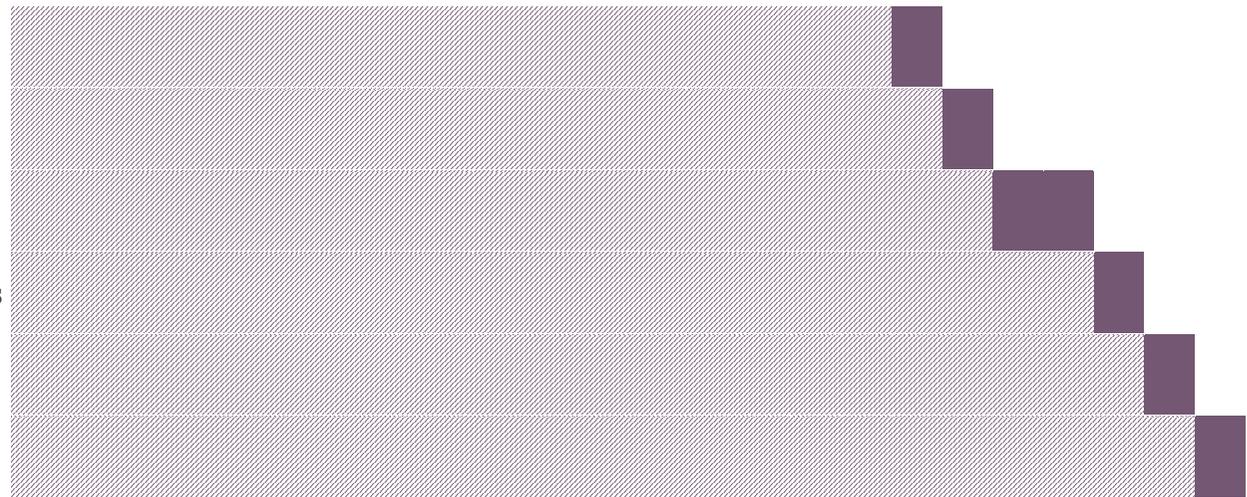
**Instalacion de Bonda de agua 1Hp**

**Relleno hidratado y Compactado**

**Desalojo de Material Obtenido en Zanjas**

**Desmonte de Bodega**

**Entrega de Obra**



*Nota: Elaborado por Carrera y Balón.*

# **CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

## **5.1. CONCLUSIONES**

El análisis de la factibilidad del suministro de agua potable para comunidades menores de 1000 habitantes, en la Comuna Entre Ríos ha sido creado para asegurar tener una cobertura del 100% de la población tenga acceso. De las tres alternativas de agua potable evaluadas, se eligió una opción eficiente y sostenible, que garantiza un avance considerable en la calidad de vida de sus residentes.

El sistema de abastecimiento de agua potable fue planificado para un lapso de 26 años considerando una población de 40 personas. En su desarrollo, se utilizó el Código Ecuatoriano de Construcción y se empleó el método exponencial. Esto facilitó la determinación de caudales específicos: 0.63 l/s para la tubería de conducción y 0.15 l/s para la tubería de distribución.

Este análisis se centra en el diseño más adecuado de la red de distribución de agua potable de la Comuna Entre Ríos, considerando su geografía específica y la demanda de agua existente. Para desarrollar un sistema que sea eficiente y fiable, se emplearon herramientas de modelado hidráulico y se siguieron rigurosamente las normativas técnicas actuales. El diseño se realizó utilizando los programas WaterCAD, AutoCAD, Civil 3D. Después de evaluar diversas hipótesis. La primera modelación surgió como la mejor alternativa, cumpliendo con todas las normativas vigentes.

Este proyecto no solo garantiza la calidad y la resistencia del sistema, conforme a la norma CPE INEN 5 9.2:1997, sino que su propósito central es elevar la calidad de vida de los residentes de la Comuna Entre Ríos. Se ha diseñado un plan para llevar a cabo la instalación de la red de agua, con una programación de 20 semanas y un presupuesto aproximado de \$88.157,34 dólares.

## **5.2. RECOMENDACIONES.**

Para la elección de la mejor propuesta del sistema de agua potable se recomienda evaluar el mismo optando por el más eficiente y sostenible.

Para garantizar que la Comuna Entre Ríos disponga de agua a mediano y largo plazo, la Empresa Pública Municipal Mancomunada Aguapen EP debe centrarse en dos aspectos esenciales: Proteger las fuentes de agua y fomentar el uso responsable del recurso hídrico entre los ciudadanos.

El Mantenimiento regular del sistema es fundamental. Esto implica trabajar en la reducción de la rugosidad de las tuberías para asegurar un flujo eficiente y garantizar el correcto funcionamiento de las válvulas. Asimismo, es vital respetar la ubicación de las obras hidráulicas de acuerdo a los planos originales para preservar la eficiencia de la línea de conducción.

Al planificar las redes de distribución, es crucial tener en cuenta que se requiere una población significativa para que los cálculos hidráulicos de los caudales sean adecuados. Si la población es reducida, las velocidades y presiones podrían situarse por debajo de los estándares establecidos.

Finalmente, es vital revisar y optimizar los diámetros de las tuberías propuestos por el software WaterCAD. Es necesario calcular diámetros que garanticen una presión y caudal óptimos en toda la red. También se recomienda llevar a cabo un análisis comparativo entre redes de conducción y distribución en malla o ramificadas para identificar cual opción es más apropiada y eficiente para la Comuna Entre Ríos.

Siguiendo la normativa CPE INEN 5 9.2:1997, se asegura un óptimo sistema de distribución de agua potable. Se eligen materiales y maquinarias en función del mercado, priorizando la calidad y la eficiencia, lo que resulta en un proyecto excepcional tanto en su diseño como en su presupuesto.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre Morales Freddy. (2015). *Abastecimiento de agua para comunidades rurales*.
- Andrade Velásquez, D. J. (2020). *Diseño de la nueva Línea de Conducción de agua potable para la ciudad de Cayambe, complementando al proyecto Huayco Machay, cantón Cayambe, provincia de Pichincha*. UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR.
- Arellano, A., Bayas, A., Meneses, A., & Castillo, T. (2018). Los consumos y las dotaciones de agua potable en poblaciones ecuatorianas con menos de 150 000 habitantes. *Sinergia*, 1(1), 23–32.
- Arqhys. (2012, December). *Sistema de agua potable*.
- Arztzte Cuatle, E. (2014). *GUÍA DE DISEÑO DE TANQUES DE REGULARIZACIÓN PARA AGUA POTABLE*. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.
- Bolaños Guerra, M. V. (2011). *Estudio de Factibilidad para el Desarrollo de un Plan Maestro de Redes de Distribución de Agua Potable del Sistema Urbano en la Ciudad de Urcuquí*. UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.
- Bonton, A., Bouchard, C., Barbeau, B., & Jedrzejak, S. (2012). Comparative life cycle assessment of water treatment plants. *Desalination*, 284, 42–54. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2011.08.035>
- Borja Naranjo, G. (2002). *EL AGUA POTABLE EN EL SECTOR RURAL: UN ANALISIS DE LAS FORMAS DE INTERVENCION SOCIAL Y DE LA POLITICA A PARTIR DE UN ESTUDIO DE CASO*.
- Cadena Coello Dagmar Adriana; Castañeda Jaya Katherine Viviana. (2024). *Análisis comparativo de eficiencia y precisión en levantamientos topográficos*

*planialtimétricos con teodolito, estación total y RTK. Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil.*

Cajas Zarate, I. M., & Macas Macas, A. F. (2019). *ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra Previo la obtención del Título de: Ingeniero civil. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.*

Caralyn Zehnder, K. M. S. M. C. M. A. V. & D. B. G. C. and S. U. (2024). *Modelos de crecimiento poblacional.*

Carranza Machado, J. C. (2018). *DISEÑO DE LA CÁMARA DE CAPTACIÓN, LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y RESERVORIO DE ALMACENAMIENTO, DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, PARA EL CASERÍO DE QUIHUAY, DISTRITO MACATE, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ÁNCASH - 2017.*

Castillo Caldas, C. A. (2019). *PREDISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE (PTAP) PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO DE LOS HABITANTES DEL MUNICIPIO DE MACHETÁ. UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS.*

Cedeño Castillo, C. V., & Esteves-Fajardo, Z. I. (2023). El acceso al agua en Ecuador: Impacto y posibles soluciones. *CIENCIAMATRIA*, 9(1), 496–507. <https://doi.org/10.35381/cm.v9i1.1077>

Chávez Melgar, S. I., & Ramírez Layana, N. I. (2022). *Estudios y diseños de la línea de impulsión del sistema de agua potable de la ESPOL. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.*

Cirelli, A. F. (2012). El agua: un recurso esencial. *Química Viva*, 11, 147–170.

CPE INEN 5. (1997). *CÓDIGO DE PRACTICA PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y RESIDUOS LÍQUIDOS EN EL ÁREA RURAL.* <https://doi.org/10.07-610>

Criollo Chango, J. C. (2015). *ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y SU INCIDENCIA EN LA CONDICION SANITARIA DE LOS HABITANTES DE*

*LA COMUNIDAD SHUYO CHICO Y SAN PABLO DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILI, PROVINCIA DE COTOPAXI.*

Del Teso March, R., Cabrera Marcet, E., Gómez Sellés, E., & Estruch Juan, E. (2022). Hacia un cambio de paradigma en el diseño de redes hidráulicas. *Ingeniería Del Agua*, 26(1), 47–61. <https://doi.org/10.4995/ia.2022.16672>

Echeverría Ruíz, C. D. R. (2017). Metodología para determinar la factibilidad de un proyecto. In *Revista* (Issue 13).

ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL ESTADO (2008). [www.lexis.com.ec](http://www.lexis.com.ec)

GAD Parroquial Atahualpa. (2019). *PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA PARROQUIA RURAL ATAHUALPA 2014 - 2019.*

GAD Parroquial Atahualpa. (2025). *Historia de la comunidad Entre Ríos, Santa Elena.*

Guaman Chuma, J., & Taris Tandalla, M. F. (2017). *DISEÑO DEL SISTEMA PARA EL ABASTECIMIENTO DEL AGUA POTABLE DE LA COMUNIDAD DE MANGACUZANA, CANTON CAÑAR, PROVINCIA DE CAÑAR.* UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO.

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>

IberoSpec. (2025, January 10). *Sólidos Suspendidos Totales (TSS) vs. Sólidos Disueltos Totales (TDS): Una comparativa esencial para el tratamiento de aguas residuales.*

INEC. (2018). *Agua, saneamiento e higiene.* [www.ecuadorencifras.gob.ec](http://www.ecuadorencifras.gob.ec)

INEN 1108. (2014). *NTE INEN 1108 - AGUA POTABLE. REQUISITOS.*

Jaime Bello, A. T., Martínez Jiménez, J. A., & Torres Quintero, J. E. (2020). Análisis de viabilidad y diseño para el abastecimiento de agua potable en la

- vereda Socota del municipio de Apulo (Cundinamarca, Colombia). *Revista Mutis*, 10(1), 79–96. <https://doi.org/10.21789/22561498.1604>
- Mcperson, D. L., Candidate, P. E., & Haeckler, C. (2012). *Untangling the Mysteries of Air Valves*.
- Mejillones Orrala, E. G. (2024). *ANÁLISIS DEL SISTEMA DE BASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNA ATRAVEZADO, PARROQUIA MANGLARALTO, PROVINCIA DE SANTA ELENA*. UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA.
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda del Ecuador. (2012). *Normas para el estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposiciones de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes*.
- Miranda, G. M., Rojas, O., Viceministro, B., Agua, D., Osorio, R., Subsecretario De Agua Potable, S., Yiseña, D., Rea, T., Técnico, E., Maate, D., Tiaguaro, Y., Pinos, B., Pinto, C., & Guerrón, A. (2020). *Costos asociados a servicios inadecuados de agua, saneamiento e higiene en el área rural del Ecuador*. extension://mjdgandcagmikhbjnilkmfnjeamfikk/[https://www.unicef.org/ecuador/media/11621/file/Ecuador\\_saneamiento\\_higiene.pdf](https://www.unicef.org/ecuador/media/11621/file/Ecuador_saneamiento_higiene.pdf).pdf?utm\_source=chatgpt.com
- Monge Freile, M. F., Moreira Moreira, D. D., Álvarez Sánchez, A. R., & Ramos Remache, R. A. (2020). Aprovechamiento de las galerías filtrantes de la Presa la Esperanza para el abastecimiento de la Parroquia Quiroga. *RIINN Ingeniería e Innovación*.
- Montoya, C., Loaiza, D., Torres, P., Cruz, C. H., & Escobar, J. C. (2011). *EFECTO DEL INCREMENTO EN LA TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA SOBRE LA EFICIENCIA DE PROCESOS CONVENCIONALES DE POTABILIZACIÓN*. 16, 137–148. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=149222630010>
- Ñahui Salvatierra, D. F. (2023). *Análisis de la calidad de agua para el consumo humano de los centros poblados del distrito de Yauli, Huancavelica - 2023*. UNIVERSIDAD CONTINENTAL.
- Ochoa Carlos. (2019). *Flujo uniforme y permanente*.

- Olortegui-Artica, C., Martínez-Solano, F. J., Sánchez-Briones, C., & Iglesias-Rey, P. L. (2024). Uso de las purgas programadas como herramienta para la mejora de la calidad del agua en la red de agua potable de la ciudad de Valencia. *Ingeniería Del Agua*, 28(2), 106–122. <https://doi.org/10.4995/ia.2024.20908>
- OMS. (2004). *GUÍA DE DISEÑO PARA LÍNEAS DE CONDUCCIÓN E IMPULSIÓN DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA RURAL*.
- OMS. (2011). *Guías para la calidad del agua de consumo humano*. <http://apps.who.int/>
- OPS/CEPIS/05.145. (2005). *GUÍA PARA EL DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN EN SISTEMAS RURALES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA*.
- OPS/CEPIS/PUB/04.109. (2004). *Tratamiento de agua para consumo humano*.
- Padrón Cruz, A. C., & Cantú Martínez, P. C. (2009). EL RECURSO AGUA EN EL ENTORNO DE LAS CIUDADES SUSTENTABLES. *CULCyT: Cultura Científica y Tecnológica*, 6.
- Pérez Cedeño, J. J., & Bautista Santillan, J. C. (2025). *DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNA LA CIÉNEGA EN CHANDUY*. UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA.
- Poveda Narvaez, W. M., & Vizuite Astudillo, M. E. (2024). *DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL RECINTO YUMES, CANTÓN PALESTINA EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS*. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE GUAYAQUIL.
- Rodríguez-Procel, W., & Muñoz, H. B. (2021). Hydraulic modeling and calibration of drinking water distribution networks. *Tecnología y Ciencias Del Agua*, 12(4), 1–41. <https://doi.org/10.24850/J-TYCA-2021-04-01>
- Romero Lucena Eva. (2015). *Incremento de dotación de agua dulce Jahuary–San Juan*.
- Salazar-Briones, C., Hallack-Alegría, M., Mungaray-Moctezuma, A., Lomelí, M. A., Lopez-Lambraño, A., & Salcedo-Peredia, A. (2018). Hydrological and

hydraulic modeling of an intra-urban river in a transboundary basin using a regional frequency analysis. *Tecnología y Ciencias Del Agua*, 9(4), 48–74. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2018-04-03>

Salinas Chamorro, Br. G. S. (2015). *Estudio de Pre-Factibilidad para el Proyecto de Agua y Saneamiento en Yukumaly, Mulukukú, R.A.A.N.*

Segura Alfonso, J. S. (2014). “*DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE MODELO DIDÁCTICO DE CÁMARA DE QUIEBRE DE PRESIÓN PARA LABORATORIO DE AGUAS.*”

Siguencia Fajardo, C. H. (2020). *DISEÑO DE LA CAPTACIÓN Y RESERVORIO DEL SISTEMA DE AGUA PARA LA PARROQUIA DE GUAYTACAMA, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI.* UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE QUITO.

Strang Gilbert, H. E. (2022). *Cálculo Vol. 1* (Vol. 1).

Suárez Rodríguez, V. K. (2021). *ANÁLISIS Y PROPUESTAS DE MEJORA DEL SISTEMA DE CAPTACION Y BOMBEO DE AGUA CRUDA A LA PLANTA DE AGUA POTABLE, AGUAPEN. EP UBICADA EN ATAHUALPA PROVINCIA DE SANTA ELENA.* UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA.

Twyman Q., J. (2018). WATER HAMMER IN A WATER DISTRIBUTION NETWORK. *PAIDEIA XXI*, 6, 53–68.

UNICEF. (2024). *Día Mundial del Agua: 1.000 niños mueren al día por su falta .*

Vera, C., & Camilloni, I. (2007). *EL CICLO DEL AGUA: CIENCIAS NATURALES.*

Zambrano Zambrano Marcos. (2019). *Estimación de pérdidas de carga en tuberías a presión mediante un modelo hidráulico de laboratorio.*

# ANEXOS

## SOCIALIZACIÓN DE TESIS.

**Gráfico 29**

*Socialización de Tesis con la Empresa Pública Mancomunada Aguapen Ep*



## REVISIÓN DE TESIS.

**Gráfico 30**

*Revisión de Tesis con docente de la UIC*



# LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

## Gráfico 31

*Nivelación de Equipo RTK*



## Gráfico 32

*Puntos iniciales de Levantamiento Topográfico*



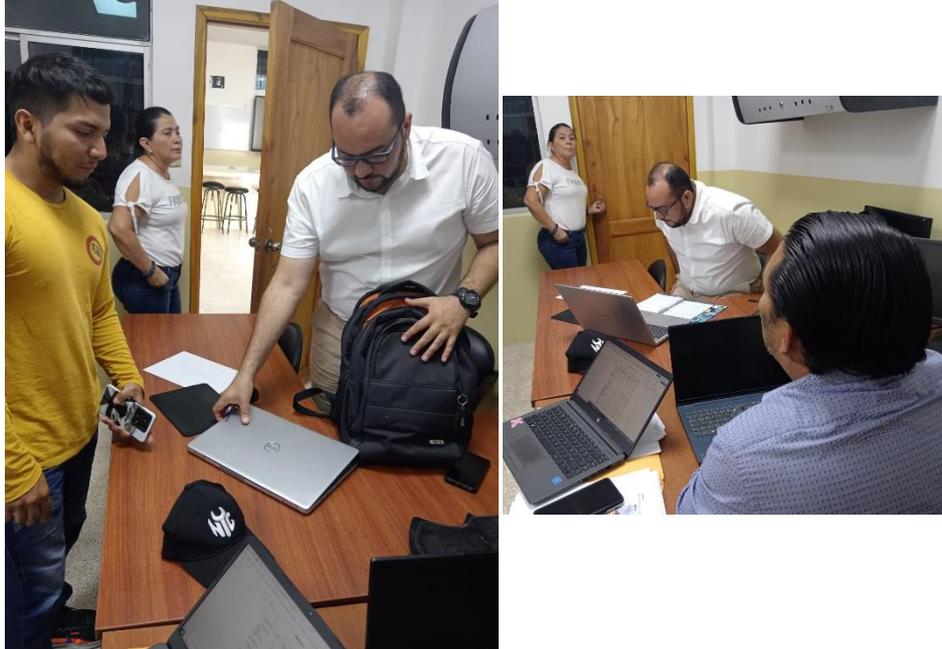
### Gráfico 33

*Puntos del Levantamiento Parroquia Atahualpa*



### Gráfico 34

*Revisión Tutoría final*



### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA COMUNIDADES MENORES A 1000 HABITANTES			
------------------	---	--	--	--

<b>RUBRO:</b>	Caseta de guardianía, bodega	<b>RENDIMIENTO</b>	2,0
		:	
<b>DETALLE:</b>	1.1	<b>UNIDAD:</b>	m2

#### EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDA D	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COST O D=C*R
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,35

**SUBTOTAL M =** 0,35

#### MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN (CATEGORIAS)	CANTIDA D	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COST O D=C/R
Carpintero	1,00	4,28	4,28	2,00	2,14
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,25	4,75	1,19	2,00	0,59
Peón		4,23	8,47	2,00	4,23
	2,00				

**SUBTOTAL N =** 6,97

#### MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTID AD A	PRECIO UNIT. B	COST O C=A*B
Cuartones semiduros	u	1,30	4,00	5,20
Tira semidura	u	1,00	3,00	3,00
Alambre recocido No. 18	kg	0,30	2,25	0,68
Tabla semidura	u	1,20	5,50	6,60
Lamina Zinc 10 pie	u	0,60	8,10	4,86
Puertas y ventanas de madera semidura	glb	0,30	8,20	2,46
Picaportes, argollas, candado	glb	0,10	4,10	0,41
Clavos	kg	0,40	1,93	0,77

**SUBTOTAL O =** 23,98

#### TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	DMT A	UNIDAD	CANTID AD B	TARIFA C	COST O C=A*B *C

**SUBTOTAL P =** 0,000

	TOTAL, COSTO DIRECTOS	31,29
	X=(M+N+O+P)	
	INDIRECTOS Y	25,00%
	UTILIDAD .....	7,82
	OTROS INDIRECTOS	
	..... %	
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	39,12
Santa Elena, 2025	<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 39,12</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA COMUNIDADES MENORES A 1000 HABITANTES		
<b>RUBRO:</b>	2,01	<b>RENDIMIENTO:</b>	35,20
<b>DETALLE:</b>	TRAZADO Y REPLANTEO	<b>UNIDAD:</b>	m2

**EQUIPOS**

DESCRIPCIÓN	CANTIDA D	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,02
Equipo topográfico	1,00	5,00	5,00	35,20	0,14
<b>SUBTOTAL M =</b>					<b>0,16</b>

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍAS)	CANTIDA D A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C/R
Topógrafo 2: Título exper. Mayor a 5 años (Estr. Oc. C1)	1,00	4,75	4,75	35,20	0,13
Cadenero	1,00	4,28	4,28	35,20	0,12
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,25	4,75	1,19	35,20	0,03
Peón	1,00	4,23	4,23	35,20	0,12
<b>SUBTOTAL N =</b>					<b>0,41</b>

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDA D A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Cuartones semiduros	u	0,10	4,00	0,40
Tira semidura	u	0,05	3,00	0,15
Alambre recocido No. 18	kg	0,03	2,25	0,07
<b>SUBTOTAL O =</b>				<b>0,62</b>

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	DMT A	UNIDAD	CANTIDA D B	TARIFA C	COSTO C=A*B* C
<b>SUBTOTAL P =</b>					<b>0,00</b>
TOTAL, COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					1,19
INDIRECTOS Y UTILIDAD ..... 25,00%					0,30
OTROS INDIRECTOS ..... %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1,49
Santa Elena, 2025			<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$</b>	<b>1,49</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA COMUNIDADES MENORES A 1000 HABITANTES		
<b>RUBRO:</b>	2,02	<b>RENDIMIENTO:</b>	19,0
<b>DETALLE:</b>	EXCAVACIÓN DE ZANJA PARA TUBERÍA	<b>Unidad:</b>	m3

**EQUIPOS**

DESCRIPCIÓN	CANTIDA D	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIEN T O	COSTO
(CATEGORIAS)	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,05
Retroexcavadora (125HP)	1,00	35,00	35,00	19,00	1,84

**SUBTOTAL M =** 1,89

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN	CANTIDA D	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIEN T O	COSTO
(CATEGORIAS)	A	B	C=A*B	R	D=C/R
Op. Retroexcavadora	1,00	4,75	4,75	19,00	0,25
Ayudante de perforador	1,00	4,28	4,28	19,00	0,23
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,50	4,75	2,37	19,00	0,12
Peón	2,00	4,23	8,47	19,00	0,45

**SUBTOTAL N =** 1,05

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C=A*B

**SUBTOTAL O =** 0,00

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
	A		B	C	C=A*B* C

**SUBTOTAL P =** 0,00

	TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	2,94
	INDIRECTOS Y UTILIDAD 25,00%	0,74
	.....	
	OTROS INDIRECTOS ..... %	
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>3,68</b>
<b>Santa Elena, 2025</b>	<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 3,68</b>

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA COMUNIDADES MENORES A 1000 HABITANTES		
<b>RUBRO:</b>	2,03	<b>RENDIMIENTO:</b>	30,0
<b>DETALLE:</b>	DESALOJO DE MATERIAL OBTENIDO EN LAS ZANJAS		<b>UNIDAD:</b> m3

#### EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDA D A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,03
Volquete de 8 m3	1,00	25,00	25,00	30,00	0,83
Cargadora frontal	1,00	36,00	36,00	30,00	1,20
<b>SUBTOTAL M =</b>					<b>2,07</b>

#### MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍAS)	CANTIDA D A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C/R
Op. Cargadora frontal	1,00	4,75	4,75	30,00	0,16
Ayudante de perforador	1,00	4,28	4,28	30,00	0,14
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,50	4,75	2,37	30,00	0,08
Peón	1,00	4,23	4,23	30,00	0,14
Chofer de volquete (Estr. Oc. C1)	1,00	6,22	6,22	30,00	0,21
<b>SUBTOTAL N =</b>					<b>0,73</b>

#### MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDA D A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
<b>SUBTOTAL O =</b>					<b>0,00</b>

#### TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDA D B	TARIFA C	COSTO C=A*B* C
<b>SUBTOTAL P =</b>					<b>0,00</b>

	TOTAL, COSTO DIRECTOS	2,80
	X=(M+N+O+P)	
	INDIRECTOS Y	25,00%
	UTILIDAD .....	0,70
	OTROS INDIRECTOS .....	%
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	3,50
<b>Santa Elena, 2025</b>	<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 3,50</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA COMUNIDADES MENORES A 1000 HABITANTES		
<b>RUBRO:</b>	2,04	<b>RENDIMIENTO:</b>	3,0
<b>DETALLE:</b>	RELLENO CON ARENA (REPLANTILLO DE TUBERÍA)	<b>UNIDAD:</b>	m3

**EQUIPOS**

DESCRIPCIÓN	CANTIDA D A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C/R
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,21
<b>SUBTOTAL M =</b>					<b>0,21</b>

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN (CATEGORIAS)	CANTIDA D A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C/R
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1,00	4,75	4,75	3,00	1,58
Peón	2,00	4,23	8,47	3,00	2,82
<b>SUBTOTAL N =</b>					<b>4,40</b>

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDA D A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Arena fina	m3	1,00	17,00	17,00
<b>SUBTOTAL O =</b>				<b>17,00</b>

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	DMT A	UNIDAD	CANTIDA D B	TARIFA C	COSTO C=A*B*C
Arena fina	5	m3-km	1,00	0,25	1,25
<b>SUBTOTAL P =</b>					<b>1,25</b>

	TOTAL, COSTO DIRECTOS	22,87
	X=(M+N+O+P)	
	INDIRECTOS Y	25,00%
	UTILIDAD .....	
	OTROS INDIRECTOS .....	%
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	28,59
<b>Santa Elena, 2025</b>	<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 28,59</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA COMUNIDADES MENORES A 1000 HABITANTES		
<b>RUBRO:</b>	2,05	<b>RENDIMIENTO:</b>	32,43
<b>DETALLE:</b>	RELLENO HIDRATADO Y COMPACTADO A MÁQUINA CON MATERIAL DE MEJORAMIENTO (INCLUYE TRANSP)	<b>UNIDAD:</b>	m3

**EQUIPOS**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
<b>Herramientas manuales (5% M.O.)</b>					0,02
<b>Motoniveladora</b>	1,00	45,00	45,00	32,43	1,39
<b>Rodillo Vibratorio liso</b>	1,00	35,00	35,00	32,43	1,08
<b>Tanquero</b>	0,50	22,00	11,00	32,43	0,34

**SUBTOTAL M =** 2,83

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
(CATEGORIAS)	A	B	C=A*B	R	D=C/R
<b>Op. Motoniveladora</b>	1,00	4,75	4,75	32,43	0,15
<b>Op. Rodillo autopropulsado</b>	1,00	4,52	4,52	32,43	0,14
<b>Chofer de tanquero (Estr. Oc. C1)</b>	0,50	6,22	3,11	32,43	0,10
<b>Ayudante</b>	1,00	4,28	4,28	32,43	0,13

**SUBTOTAL N =** 0,51

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C=A*B
<b>Agua</b>	m3	0,10	1,000	0,10
<b>Material de mejoramiento</b>	m3	1,25	6,000	7,50

**SUBTOTAL O =** 7,60

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
	A		B	C	C=A*B*C
<b>Material mejoramiento</b>	13,000	m3-km	1,25	0,25	4,06

**SUBTOTAL P =** 4,06

	TOTAL, COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	15,01
	INDIRECTOS Y	3,75
	UTILIDAD .....	
	OTROS INDIRECTOS ..... %	
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	18,76
<b>Santa Elena, 2025</b>	<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 18,76</b>

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>PROYECTO</b>	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA COMUNIDADES MENORES A 1000 HABITANTES		
<b>RUBRO:</b>	2,06	<b>RENDIMIENTO:</b>	2,37
<b>DETALLE:</b>	TUBERÍA PRESIÓN PVC D=63MM	<b>UNIDAD:</b>	m

#### EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDA D A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIEN T O R	COSTO D=C/R
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,23
<b>SUBTOTAL M =</b>					0,23

#### MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN (CATEGORIAS)	CANTIDA D A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIEN T O R	COSTO D=C/R
Peón	1,00	4,23	4,23	2,37	1,79
Plomero	1,00	4,28	4,28	2,37	1,81
Maestro de obras civiles	0,50	4,75	2,37	2,37	1,00
<b>SUBTOTAL N =</b>					4,60

#### MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Tubería presión PVC 63 mm	ml	0,16	15,00	2,40
Tee pvc 63 mm roscable	u	0,25	12,00	3,00
Codo pvc 63 mm roscable	u	0,25	8,49	2,12
Unión pvc 63 mm roscable	u	0,25	3,92	0,98
Pegante pvc	galón	0,01	51,00	0,51
<b>SUBTOTAL O =</b>				9,01

#### TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	DMT A	UNIDAD	CANTIDAD B	TARIFA C	COSTO C=A*B* C
<b>SUBTOTAL P =</b>					0,00
			TOTAL, COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)		13,84
			INDIRECTOS Y UTILIDAD		25,00% 3,46
			OTROS INDIRECTOS ..... %		
			COSTO TOTAL DEL RUBRO		17,30
<b>Santa Elena, 2025</b>			<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>\$ 17,30</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA COMUNIDADES MENORES A 1000 HABITANTES		
<b>RUBRO:</b>	GUIAS DOMICILIARIAS 1/2"	<b>RENDIMIENTO:</b>	2,37
<b>DETALLE:</b>	2,07	<b>UNIDAD:</b>	u

**EQUIPOS**

DESCRIPCIÓN	CANTIDA D A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIEN T O R	COSTO D=C/R
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,22
<b>SUBTOTAL M =</b>					0,22

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍAS)	CANTIDA D A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIEN T O R	COSTO D=C/R
Peón	1,00	4,23	4,23	2,37	1,79
Plomero	1,00	4,28	4,28	2,37	1,81
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,50	4,75	2,37	2,37	1,00
<b>SUBTOTAL N =</b>					4,60

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDA D A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Medidor de Guía	u	1,00	9,880	9,88
Llave de bronce Ø 1/2"	u	1,00	10,750	10,75
Tee PVC Roscable Ø 1/2"	u	1,00	17,390	17,39
Válvula compuerta bronce 2"	u	1,00	33,340	33,34
Tubería PVC Ø 1/2"	u	1,00	3,000	3,00
Teflón	u	1,00	0,500	0,50
<b>SUBTOTAL O =</b>				74,86

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDA D B	TARIFA C	COSTO C=A*B*C
<b>SUBTOTAL P =</b>					0,00
			TOTAL, COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)		79,69
			INDIRECTOS Y UTILIDAD .....		25,00% 19,92
			OTROS INDIRECTOS .....		%
			COSTO TOTAL DEL RUBRO		99,61
<b>Santa Elena, 2025</b>			<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>\$ 99,61</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA COMUNIDADES MENORES A 1000 HABITANTES		
<b>RUBRO:</b>	TEE PRESIÓN PVC D=63MM	<b>RENDIMIENTO:</b>	2,00
<b>DETALLE:</b>	2,08	<b>UNIDAD:</b>	U

**EQUIPOS**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	AD			O	
	A	B	C=A*B	R	D=C/R
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,27
<b>SUBTOTAL M =</b>					0,27

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
(CATEGORÍAS)	A	B	C=A*B	O	D=C/R
Peon	1,00	4,23	4,23	2,00	2,12
Plomero	1,00	4,28	4,28	2,00	2,14
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,50	4,75	2,37	2,00	1,19
<b>SUBTOTAL N =</b>					5,45

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C=A*B
Tee, D=63 mm	u	1,00	12,00	12,00
<b>SUBTOTAL O =</b>				12,00

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
	A		B	C	C=A*B*C
<b>SUBTOTAL P =</b>					0,00
			TOTAL, COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)		17,72
				INDIRECTOS Y 25,00%	4,43
				UTILIDAD .....	
				OTROS INDIRECTOS .....	
				%	
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	22,15
<b>Santa Elena, 2025</b>				<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 22,15</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA COMUNIDADES MENORES A 1000 HABITANTES		
<b>RUBRO:</b>	CODO PRESION PVC D=63MM	<b>RENDIMIENTO:</b>	1,33
<b>DETALLE:</b>	2,09	<b>UNIDAD:</b>	u

**EQUIPOS**

DESCRIPCIÓN	CANTIDA D	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C/R
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,39
<b>SUBTOTAL M =</b>					0,39

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍAS)	CANTIDA D	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C/R
Peón	1,00	4,23	4,23	1,33	3,17
Plomero	1,00	4,28	4,28	1,33	3,21
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,50	4,75	2,37	1,33	1,78
<b>SUBTOTAL N =</b>					8,17

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTID AD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Codo 90° D=63mm	u	1,00	8,49	8,49
<b>SUBTOTAL O =</b>				8,49

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	DMT A	UNIDAD	CANTID AD B	TARIFA C	COSTO C=A*B* C
<b>SUBTOTAL P =</b>					0,00

	TOTAL, COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	17,07
	INDIRECTOS Y UTILIDAD .....	25,00% 4,27
	OTROS INDIRECTOS .....	%
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	21,33
<b>Santa Elena, 2025</b>	<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 21,33</b>

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA COMUNIDADES MENORES A 1000 HABITANTES		
<b>RUBRO:</b>	VALVULA DE COMPUERTA BRONCE D=2"	<b>RENDIMIENTO O:</b>	0,43
<b>DETALLE:</b>	2,10	<b>UNIDAD:</b>	U

#### EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDA D	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C/R
Herramientas manuales (5% M.O.)					1,26
<b>SUBTOTAL M =</b>					<b>1,26</b>

#### MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍAS)	CANTIDA D	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C/R
Peón	1,00	4,23	4,23	0,43	9,78
Plomero	1,00	4,28	4,28	0,43	9,90
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,50	4,75	2,37	0,43	5,48
<b>SUBTOTAL N =</b>					<b>25,16</b>

#### MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDA D	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Válvula compuerta bronce 2"	u	1,00	33,34	33,34
Teflón	u	1,00	0,50	0,50
<b>SUBTOTAL O =</b>				<b>33,84</b>

#### TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDA D	TARIFA C	COSTO C=A*B*C
<b>SUBTOTAL P =</b>					<b>0,00</b>
TOTAL, COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					60,26
INDIRECTOS Y UTILIDAD ..... OTROS INDIRECTOS ..... %					15,06
COSTO TOTAL DEL RUBRO					75,32
<b>Santa Elena, 2025 VALOR OFERTADO</b>					<b>\$ 75,32</b>

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA COMUNIDADES MENORES A 1000 HABITANTES		
<b>RUBRO:</b>	TANQUE DE AGUA 12000 lts	<b>RENDIMIENTO O:</b>	2,000
<b>DETALLE:</b>	2.11	<b>UNIDAD:</b>	u

#### EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDA D A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C/R
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,26
<b>SUBTOTAL M =</b>					0,26

#### MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN (CATEGORIAS)	CANTIDA D A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C/R
Peon	1,00	4,23	4,23	2,00	2,12
Plomero	1,00	4,28	4,28	2,00	2,14
Maestro mayor en ejecucion de obras civiles	0,50	4,75	2,37	2,00	1,19
<b>SUBTOTAL N =</b>					5,45

#### MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTID AD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Tanque de Agua 15000 lts	u	1,00	1.680,000	1.680,00
<b>SUBTOTAL O =</b>				1.680,00

#### TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	DMT A	UNIDAD	CANTID AD B	TARIFA C	COSTO C=A*B* C
<b>SUBTOTAL P =</b>					0,00
			TOTAL, COSTO DIRECTOS		1.685,72
			X=(M+N+O+P)		
				INDIRECTOS Y 25,00%	421,43
			UTILIDAD .....		
				OTROS INDIRECTOS ..... %	
			COSTO TOTAL DEL RUBRO		2.107,15
<b>Santa Elena, 2025</b>			<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>\$ 2.107,15</b>

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA COMUNIDADES MENORES A 1000 HABITANTES		
<b>RUBRO:</b>	BOMBA DE AGUA 1 HP	<b>RENDIMIENTO:</b>	2,000
<b>DETALLE:</b>	2.12	<b>UNIDAD:</b>	u

#### EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	D			O	
	A	B	C=A*B	R	D=C/R
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,24
<b>SUBTOTAL M =</b>					0,24

#### MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	D			O	
(CATEGORÍAS)	A	B	C=A*B	R	D=C/R
Peón	1,00	4,23	4,23	2,00	2,12
Plomero	1,00	4,28	4,28	2,00	2,14
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,25	4,75	1,19	2,00	0,59
<b>SUBTOTAL N =</b>					4,85

#### MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C=A*B
Bomba AAPP 1HP	u	1,00	195,00	195,00
<b>SUBTOTAL O =</b>				195,00

#### TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
	A		B	C	C=A*B*C
<b>SUBTOTAL P =</b>					0,00

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)			200,10
INDIRECTOS Y UTILIDAD			25,00% 50,02
.....			
OTROS INDIRECTOS ..... %			
COSTO TOTAL DEL RUBRO			250,12
Santa Elena, 2025	<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>\$ 250,12</b>

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA COMUNIDADES MENORES A 1000 HABITANTES		
<b>RUBRO:</b>	AGUA PARA CONTROL DE POLVO	<b>RENDIMIENTO</b>	20,0
		:	
<b>DETALLE:</b>	3,01	<b>UNIDAD:</b>	m3

#### EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDA D	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C/R
(CATEGORÍAS)	A	B	C=A*B	R	D=C/R
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,03
Tanquero	1,00	22,00	22,00	20,00	1,10

**SUBTOTAL M =**

1,13

#### MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDA D	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C/R
(CATEGORÍAS)	A	B	C=A*B	R	D=C/R
Peón	1,00	4,23	4,23	20,00	0,21
Chofer de tanquero (Estr. Oc. C1)	1,00	6,22	6,22	20,00	0,31

**SUBTOTAL N =**

0,52

#### MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTID AD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Agua	m3	1,00	1,000	1,000

**SUBTOTAL O =**

1,00

#### TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	DMT A	UNIDAD	CANTID AD B	TARIFA C	COSTO C=A*B*C

**SUBTOTAL P =**

0,00

	TOTAL, COSTO DIRECTOS	2,65
	X=(M+N+O+P)	
	INDIRECTOS Y	0,66
	UTILIDAD .....	25,00%
	OTROS INDIRECTOS .....	%
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	3,31
<b>Santa Elena, 2025</b>	<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 3,31</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA COMUNIDADES MENORES A 1000 HABITANTES		
<b>RUBRO:</b>	SEÑAL HOMBRES TRABAJANDO	<b>RENDIMIENTO</b>	0,270
<b>DETALLE:</b>	3,02	<b>UNIDAD:</b>	u

**EQUIPOS**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C/R
Herramientas manuales (5% M.O.)					1,93
<b>SUBTOTAL M =</b>					1,93

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
(CATEGORÍAS)	A	B	C=A*B	R	D=C/R
Peón	1,00	4,23	4,23	0,27	15,65
Carpintero	1,00	4,28	4,28	0,27	15,84
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,50	4,75	2,38	0,27	8,79
<b>SUBTOTAL N =</b>					40,27

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDA D	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C=A*B
Cuartones semiduros	u	1,00	4,000	4,00
Tira semidura	u	2,25	3,000	6,75
Plancha Plywood 12 mm	m2	1,68	1,520	2,55
Dado H.S. (25x25x60) cm	u	1,00	16,400	16,40
Pintura reflectiva	galón	0,22	36,050	7,93
<b>SUBTOTAL O =</b>				37,63

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDA D	TARIFA	COSTO
	A		B	C	C=A*B*C
<b>SUBTOTAL P =</b>					0,00
			TOTAL, COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)		79,92
				INDIRECTOS Y UTILIDAD ..... 25,00%	19,98
			OTROS INDIRECTOS ..... %		
			COSTO TOTAL DEL RUBRO		99,90
Santa Elena, 2025			<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>\$ 99,90</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA COMUNIDADES MENORES A 1000 HABITANTES		
<b>RUBRO:</b>	SEÑAL PELIGRO SALIDA DE VEHÍCULOS	<b>RENDIMIEN TO:</b>	0,270
<b>DETALLE:</b>	3,03	<b>UNIDAD:</b>	U

**EQUIPOS**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	RENDIMIEN TO	COSTO
	AD		HORA	O	
	A	B	C=A*B	R	D=C/R
Herramientas manuales (5% M.O.)					2,69

**SUBTOTAL M =** 2,69

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL	COSTO	RENDIMIEN TO	COSTO
(CATEGORÍAS)	AD	/HR	HORA	O	
	A	B	C=A*B	R	D=C/R
Peón	1,00	4,23	4,23	0,27	15,66
Pintor	1,00	4,28	4,28	0,27	15,85
Carpintero	1,00	4,28	4,28	0,27	15,85
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,50	4,75	2,37	0,27	8,78

**SUBTOTAL N =** 56,15

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
		A	UNIT. B	C=A*B
Cuartones semiduros	u	2,00	4,00	8,00
Tira semidura	u	2,10	3,00	6,30
Plancha Plywood 12 mm	m2	2,07	1,52	3,15
Dado H.S. (25x25x60)cm	u	2,00	16,40	32,80
Pintura reflectiva	galón	0,28	36,05	10,09
Consumibles	global	1,00	4,20	4,20

**SUBTOTAL O =** 64,54

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
	A		B	C	C=A*B*C
<b>SUBTOTAL P =</b>					0,00

	TOTAL, COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	123,50
	INDIRECTOS Y UTILIDAD .....	30,88
	OTROS INDIRECTOS ..... %	
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	154,38
<b>Santa Elena, 2025</b>	<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 154,38</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA COMUNIDADES MENORES A 1000 HABITANTES		
<b>RUBRO:</b>	CINTAS PLASTICAS REFLECTIVAS	<b>RENDIMIENTO</b>	5,000
<b>DETALLE:</b>	3,04	<b>UNIDAD:</b>	U

**EQUIPOS**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C/R
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,08
<b>SUBTOTAL M =</b>					0,08

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
(CATEGORÍAS)	A	B	C=A*B	R	D=C/R
Peón	1,00	4,23	4,23	5,00	0,85
Pintor	1,00	4,28	4,28	5,00	0,86
<b>SUBTOTAL N =</b>					1,70

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C=A*B
Cinta plástica reflectiva	u	1,00	35,000	35,00
<b>SUBTOTAL O =</b>				35,00

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
	A		B	C	C=A*B*C
<b>SUBTOTAL P =</b>					0,00

	TOTAL, COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	36,79
	INDIRECTOS Y	25,00%
	UTILIDAD .....	
	OTROS INDIRECTOS ..... %	
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	45,99
<b>Santa Elena, 2025</b>	<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 45,99</b>