



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por el sistema de bombeo de la localidad de Alianza, distrito del Pongo de Caynarachi, provincia de Lamas, región San Martín**

**Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

**Moisés Delgado Torres**

**Jhon Anderson Sánchez Rengifo**

**ASESOR:**

**Ing. Víctor Hugo Sánchez Mercado**

**Tarapoto – Perú**

**2019**

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

## FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por el sistema de bombeo de la localidad de Alianza, distrito del Pongo de Caynarachi, provincia de Lamas, región San Martín**

#### **AUTORES:**

**Moisés Delgado Torres**

**Jhon Anderson Sánchez Rengifo**

**Sustentada y aprobada el 24 de abril del 2019, ante el honorable jurado:**

.....  
**Ing. Mg. Ramiro Vásquez Vásquez**

**Presidente**

.....  
**Ing. Carlos Enrique Chung Rojas**

**Vocal**

.....  
**Ing. Carlos Segundo Huamán Torrejón**

**Secretario**

.....  
**Ing. Víctor Hugo Sánchez Mercado**

**Asesor**

## Declaratoria de autenticidad


**Moisés Delgado Torres**, con DNI N° 47927731 y **Jhon Anderson Sánchez Rengifo**, con DNI N° 47781544, egresados de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, autores de la tesis titulada: **Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por el sistema de bombeo de la localidad de Alianza, distrito del Pongo de Caynarachi, provincia de Lamas, región San Martín.**

Declaramos bajo juramento que:


1. La tesis presentada es de nuestra autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda la información que contiene la tesis no ha sido auto plagiada;
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumimos bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de nuestro accionar, sometiéndonos a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 24 de abril del 2019.

  
.....  
**Bach. Moisés Delgado Torres**  
DNI N° 47927731



  
.....  
**Bach. Jhon Anderson Sánchez Rengifo**  
DNI N° 47781544



## Declaración Jurada

**Moisés Delgado Torres**, con DNI N° 47927731, domicilio legal en Jr. Unión N° 341 – Rioja y **Jhon Anderson Sánchez Rengifo**, con DNI N° 47781544, domicilio legal en Jr. La Punta C-1 – Juanjui, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de Grados y Títulos de la facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, **Declaramos Bajo Juramento** que, toda la documentación y todos los datos e información de la presente tesis, que acompaño es verás y auténtica.

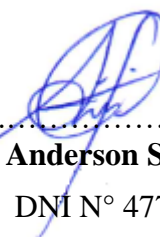
En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 24 de abril del 2019.



.....  
**Bach. Moisés Delgado Torres**

DNI N° 47927731



.....  
**Bach. Jhon Anderson Sánchez Rengifo**

DNI N° 47781544

**Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis**

**1. Datos del autor:**

Apellidos y nombres:	DELGADO TORRES MOISES		
Código de alumno :	113107	Teléfono:	938268871
Correo electrónico :	MOICO3003GMAIL.COM	DNI:	47927731

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

**2. Datos Académicos**

Facultad de:	INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA.
Escuela Profesional de:	INGENIERÍA CIVIL.

**3. Tipo de trabajo de investigación**

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	( )
Trabajo de suficiencia profesional	( )		

**4. Datos del Trabajo de investigación**

Título :	DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR EL SISTEMA DE BOMBEO DE LA LOCALIDAD DE ALIANZA DISTRITO DEL PONCO DE CAYNARACHI, PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTÍN.
Año de publicación:	2020

**5. Tipo de Acceso al documento**

Acceso público *	(X)	Embargo	( )
Acceso restringido **	( )		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:


**6. Originalidad del archivo digital.**

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

## 7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI “**Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA**”.



Firma y huella del Autor


## 8. Para ser llenado en el Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto de la UNSM - T.

Fecha de recepción del documento.

20 / 05 / 2021



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - T.  
Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e  
Innovación de Acceso Abierto - UNSM-T.

  
Ing. M. Sc. Alfredo Ramos Perea  
Responsable

**\*Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**\*\* Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

**Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis**

**1. Datos del autor:**

Apellidos y nombres:	Sánchez RENGIFO JHON ANDERSON.		
Código de alumno :	113127	Teléfono:	939213166
Correo electrónico :	Klamp1993@gmail.com	DNI:	47781544

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

**2. Datos Académicos**

Facultad de:	Ingeniería Civil y Arquitectura.
Escuela Profesional de:	Ingeniería Civil.

**3. Tipo de trabajo de investigación**

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	( )
Trabajo de suficiencia profesional	( )		

**4. Datos del Trabajo de investigación**

Título :	DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR EL SISTEMA DE BOMBEO DE LA LOCALIDAD DE ALIQUITA DISTRITO DEL PONGO DE CAYNARACHI, PROVINCIA DE LAMAS, REGION SAN MARTÍN.
Año de publicación:	2020

**5. Tipo de Acceso al documento**

Acceso público *	(X)	Embargo	( )
Acceso restringido **	( )		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:


**6. Originalidad del archivo digital.**

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.



## 7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI **“Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA”.**

  
.....  
Firma y huella del Autor

## 8. Para ser llenado en el Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto de la UNSM - T.

Fecha de recepción del documento.

20 / 05 / 2021



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - T.  
Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e  
Innovación de Acceso Abierto - UNSM-T.

  
Ing. M. Sc. Alfredo Ramos Perea  
Responsable

**\*Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**\*\* Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

## **Dedicatoria**

Dedico este proyecto a mis queridos padres que con su apoyo y amor incondicional confiaron en mí, que día a día estuvieron junto a mí dándome ánimos de seguir adelante con los obstáculos de la vida.

A mis queridos hermanos por su apoyo y paciencia lo cual me impulso a seguir luchando por mis metas.

**Moisés**

A Dios por el amor infinito, sabiduría e inteligencia otorgada hacia mi persona, a mi familia presidida por mis padres Job Sánchez Fernández y Roxana Rengifo Ruiz, a mis hermanos Kiara, Brenda y Melissa, del mismo modo a todos los que me brindaron su apoyo incondicionalmente algo que nunca olvidare.

**Jhon Anderson**

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios por brindarme salud y sabiduría, para poder realizar esta tesis.

Quiero agradecer a las personas que han formado parte de mi vida profesional, a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por forma parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

### **Moisés**

A Dios por permitir realizarme todas mis metas propuestas y estar allí siempre para darme un día y cada día a la vez la vida.

A mis padres que fueron los que hicieron lo posible para educarme desde mi niñez y dedicarme su tiempo para enseñarme como alcanzar mis objetivos con esfuerzo, honradez y dedicación

A la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, que fue la casa superior de mi aprendizaje en conjunto con una serie de profesionales docentes que compartieron sus experiencias y conocimientos

Del mismo modo agradecer a mi asesor de tesis Ing. Víctor Hugo Sánchez Mercado, por su apoyo incondicional en el desarrollo y cimiento en este proyecto de tesis.

**Jhon Anderson**

## Índice general

Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento .....	vii
Índice general .....	viii
Índice de tablas .....	xii
Índice de cuadros.....	xiii
Índice de figuras .....	xv
Lista de siglas y abreviaturas.....	xvi
Resumen .....	xvii
Abstract.....	xviii
Introducción.....	1
CAPITULO I.....	3
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
1.1. Generalidades.....	3
1.2. Exploración preliminar orientando la investigación .....	4
1.3. Aspectos generales del estudio.....	4
1.3.1. Ubicación geográfica.....	4
1.3.2. Esquema de ubicación.....	5
1.3.3. Vías de acceso.....	6
1.3.4. Salud.....	6
1.3.5. Servicios básicos .....	6
1.3.6. Educación.....	7
1.4. Aspectos socioeconómicos.....	7
1.5. Antecedentes del problema .....	7
1.6. Planteamiento del problema.....	7
1.7. Delimitación del problema.....	8
1.8. Formulación de problema .....	8
1.9. Objetivos .....	8
1.9.1. Objetivo general .....	8
1.9.2. Objetivos específicos.....	9
1.10. Justificación.....	9
1.11. Marco teórico conceptual.....	10
1.11.1. Antecedentes de la investigación .....	10

1.11.1.1.	Internacional .....	10
1.11.1.2.	Nacional.....	12
1.11.1.3.	Local.....	13
1.11.2.	Bases teóricas .....	16
1.11.2.1.	Diagnóstico del área de estudio.....	16
1.11.2.2.	Información Social.....	16
1.11.2.3.	Información técnica.....	17
1.11.2.4.	Información complementaria.....	19
1.11.2.5.	Principios fundamentales de la hidráulica.....	20
1.11.2.6.	Principio de la continuidad del flujo del agua.....	22
1.11.2.7.	Principio de la conservación de la energía hidráulica.....	22
1.11.2.8.	Principio de la conservación de la cantidad de movimiento.....	24
1.11.2.9.	Fuentes de la energía del agua.....	24
1.11.2.10.	Calidad de agua.....	25
1.11.2.11.	Sistema de abastecimiento de agua.....	26
1.11.2.12.	Tipos de redes de distribución.....	27
1.11.2.13.	Válvulas.....	28
1.11.2.14.	Proceso del diseño del sistema de agua potable.....	28
1.11.2.15.	Período de diseño y estudios de población.....	41
1.11.2.16.	Dotación y consumo de agua.....	42
1.11.2.17.	Consumo promedio diario anual.....	43
1.11.2.18.	Criterios de diseño.....	44
1.11.2.19.	Criterios para ubicar la cámara rompe presión.....	44
1.11.3.	Definición de términos básicos .....	48
1.11.4.	Hipótesis a demostrar.....	50
CAPÍTULO II.....		53
MATERIALES Y MÉTODOS.....		53
2.1.	Materiales.....	53
2.1.1.	Recursos humanos.....	53
2.1.2.	Recursos materiales.....	53
2.1.3.	Recursos equipos.....	54
2.2.	Metodología .....	55

2.2.1. Universo y muestra.....	55
2.2.1.1.    Universo.....	55
2.2.1.2.    Muestra.....	55
2.3. Sistema de variables.....	55
2.3.1. Variable independiente.....	55
2.3.2. Variable dependiente.....	55
2.4. Diseño de la investigación.....	55
2.5. Diseño de Instrumentos.....	56
2.5.1. Instrumentos bibliográficos.....	56
2.5.2. Técnicas.....	57
2.6. Procesamiento de la información.....	57
2.6.1. Situación actual de la localidad.....	57
2.6.2. Fuente de Abastecimiento de Agua.....	61
2.6.3. Datos Generales de Diseño.....	62
CAPÍTULO III.....	102
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	102
3.1. Resultados.....	102
3.1.1 Población actual.....	102
3.1.2 Estimación de la población futura.....	102
3.1.3 Caudal de diseño.....	102
3.1.4 Caudal de Reserva.....	103
3.1.5 Caudal de diseño para la Planta de Tratamiento.....	103
3.1.6 Volumen para el reservorio elevado.....	103
3.1.7 Volumen para cisterna de agua.....	103
3.1.8 Balsa flotante.....	104
3.1.9 Línea de conducción.....	106
3.1.10 Planta de Tratamiento.....	107
3.1.11. Reservorio Elevado.....	113
3.1.12 Red de Distribución.....	115
3.2. Análisis y discusión de resultados.....	120
3.2.1. La fuente de abastecimiento.....	120
3.2.2. Caudal de diseño de la planta de tratamiento de agua potable.....	120
3.2.3. Captación.....	121

3.2.4. Planta de tratamiento (PTAB) .....	124
3.2.5. Cisterna.....	126
3.2.6. Reservorio elevado .....	126
3.2.7. Red de distribución.....	127
3.3. Contrastación de hipótesis.....	127
CONCLUSIONES.....	128
RECOMENDACIONES .....	130
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	131
ANEXOS .....	134

## Índice de tablas

Tabla 1: vías de acceso.....	6
Tabla 2: límites permisibles microbiológicos de agua para el consumo humano.....	25
Tabla 3: límites fisicoquímicos permisibles del agua apta para el consumo humano.....	26
Tabla 4: coeficientes de fricción «c» en la fórmula de hazen y williams.....	33
Tabla 5: patrones de potabilidad del agua según su fuente.....	36
Tabla 6: coeficiente de fricción “c” hazen-williams.....	39
Tabla 7: dotación de agua en zonas rurales.....	42
Tabla 8: dotación de agua según la oms.....	42
Tabla 9: dotación de agua según el fondo Perú Alemania.....	43
Tabla 10: presiones de servicio requeridos para el sistema de agua potable.....	44
Tabla 11: presión nominal según clase de tuberías ntp-iso 4422.....	45
Tabla 12: diámetros mínimos de tubería en el sistema de agua potable.....	45
Tabla 13: rango de velocidades permisibles de diseño en el sistema.....	45
Tabla 14: diámetros y equivalencias comerciales de tubería. ntp-is04422.....	46
Tabla 15: factor de importancia (i).....	95
Tabla 16: factor de modificación de respuesta (r).....	96
Tabla 17: verificación de la deriva.....	99



## Índice de cuadros

Cuadro 1. Descripción de los recursos materiales.....	53
Cuadro 2: <i>Actividad económica principal</i> .....	58
Cuadro 3: <i>Promedio de ingreso</i> .....	59
Cuadro 4: <i>Nivel educativo de la localidad de Alianza</i> .....	61
Cuadro 5. <i>Población de Alianza</i> .....	62
Cuadro 6.: <i>Volumen de almacenamiento</i> .....	65
Cuadro 7: <i>Diseño de mezclador rápido de rampa</i> .....	66
Cuadro 8: <i>Diseño de difusores</i> .....	67
Cuadro 9: <i>Diseño de los floculadores</i> .....	68
Cuadro 10: <i>Diseño del canal de agua floculada</i> .....	70
Cuadro 11: <i>Comprobación de la desviación del caudal en el canal de distribución a los decantadores</i> .....	72
Cuadro 12: <i>Diseño del canal central de distribución de agua floculada en el decantador</i> .....	73
Cuadro 13: <i>Comprobación de la desviación de caudal en el canal de distribución a los decantadores</i> .....	75
Cuadro 14: <i>Diseño de decantadores</i> .....	76
Cuadro 15: <i>Diseño de filtros rápidos con tasa declinante y lavado mutuo</i> .....	77
Cuadro 16: <i>Perdida de carga en el recorrido de agua de lavado</i> .....	79
Cuadro 17: <i>Peso total de la balsa flotante</i> .....	88
Cuadro 18: <i>Dimensionamiento línea de aducción de agua potable, balsa flotante – cisterna</i> .....	90
Cuadro 19: <i>cálculo de volumen</i> .....	92
Cuadro 20: <i>Datos censales y proyección al año actual</i> .....	102
Cuadro 21: <i>Población futura</i> .....	102
Cuadro 22: <i>Caudales de diseño</i> .....	102
Cuadro 23: <i>Volumen de reservorio elevado</i> .....	103
Cuadro 24: <i>Estimación de la profundidad de inmersión</i> .....	106
Cuadro 25: <i>Línea de impulsión</i> .....	106
Cuadro 26: <i>Mezcladores</i> .....	107
Cuadro 27: <i>Diseño de floculador (flujo horizontal)</i> .....	108

Cuadro 28: Diseño de canal de agua floculada.....	109
Cuadro 29: Diseño del canal central de distribución de agua floculada en el decantador.....	110
Cuadro 30: <i>Decantador de placas paralelas</i> .....	111
Cuadro 31: <i>Filtro rápido de tasa declinante</i> .....	111
Cuadro 32: <i>Pérdida de carga en el recorrido de agua de lavado</i> .....	112
Cuadro 33: <i>Dimensiones de cisterna</i> .....	113
Cuadro 34: Dimensiones del depósito de almacenamiento.....	114
Cuadro 35: Red de distribución.....	115

## Índice de figuras

Figura 1: Ubicación de la región San Martín, en el mapa del Perú.....	5
Figura 2: Mapa político de la Provincia de Lamas. ....	5
Figura 3: Centro Poblado de Alianza.....	6
Figura 4: Composición de la energía por unidad de peso del agua en un conducto a superficie libre.....	23
Figura 5: Tipos de Viviendas en la localidad.....	60
Figura 6: Diseño del sistema de captación – Balsa flotante.....	86
Figura 7: Elevación norte – Balsa flotante.....	87
Figura 8: Elevación este – Balsa flotante.....	87
Figura 9: Dimensionamiento de reservorio elevado.....	91
Figura 10; Parámetros de sismicidad (Norma ACI 350.3-06).....	94
Figura 11: El factor $2\pi/\lambda$ (Norma ACI. 350.3-06).....	95
Figura 12; Detalle en planta – Balsa flotante.....	104
Figura 13: Elevación frontal – Balsa flotante.....	104
Figura 14: Elevación lateral – Balsa flotante.....	105
Figura 15: Diseño de reservorio elevado.....	113
Figura 16: Vista de planta del Pontón flotante.....	122
Figura 17: Vista de planta de la segunda parte del Pontón flotante.....	122
Figura 18: Vista de la tercera parte que conforma la balsa flotante. ....	123

## **Lista de siglas y abreviaturas**

OMS: Organización Mundial de la Salud.

OPI: Oficina de programación e inversiones.

SAS: Servicios de Suministro de Agua y Saneamiento.

R.N.E: Reglamento Nacional de Edificaciones.

P.T.A.P: Planta de Tratamiento de Agua Potable.

## Resumen

La presente investigación, tuvo como objetivo general, “Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable por el sistema de bombeo de la localidad de Alianza, distrito del Pongo de Caynarachi, provincia de Lamas, región San Martín”. La investigación se ajustó a un diseño no experimental, transeccional o transversal, y correlacionales-causales; a través de la investigación de campo y gabinete, se utilizó las técnicas de observación, análisis de datos y manejo de información en hojas de cálculo, de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones – Normas (OS.10, OS.20, OS.30), y demás bibliografías. El resultado más significativo es con respecto a las líneas de impulsión; para la primera línea, balsa flotante – PTAP, se utilizará una electrobomba centrífuga normalizada modelo SN 65-160 C, cuya potencia es de 10 HP, comportamiento hidráulico de 1800 l/min, y una altura dinámica de 21 m de columna de agua. Para la segunda línea de impulsión, cisterna – reservorio elevado, se utilizará una electrobomba centrífuga, cuya potencia es de 22.0 HP, comportamiento hidráulico de 1700 l/min, y una altura dinámica de 41 m de columna de agua. Y llegando a la conclusión que: la captación de agua superficial por sistema de bombeo será a través de una balsa flotante de dimensiones (3.60 x 4.80 m), con 02 electrobombas centrífugas de 10.0 hp alternadas en funcionamiento por 12.0 h. y la red de distribución está conformada por 7751.00m de tubería de PVC diámetro de 75 mm, 911.00m de tubería de PVC de 90mm diámetro, 1121.00 m de tubería PVC de 110 mm de diámetro y 172.00 m de tubería de PVC de 160 MM de diámetro.

**Palabras clave:** Diseño, abastecimiento, agua potable, sistema de bombeo.

## Abstract

The general objective of this research was to "Design a drinking water supply system through a pumping system in the town of Alianza, Pongo de Caynarachi district, Lamas province, region of San Martin". The research was adjusted to a non-experimental, transectional or transversal, and correlational-causal design; through field and office work research, the techniques of observation, data analysis and management of information in spreadsheets were used, according to the National Building Regulations - Norms (OS.10, OS.20, OS.30), and other bibliographies. The most significant result is regarding the impulsion lines; for the first line, floating pond - PTAP, a standardized centrifugal electric pump model SN 65-160 C will be used, with a power of 10 HP, hydraulic performance of 1800 l/min, and a dynamic head of 21 m of water column. For the second impulsion line, cistern - elevated reservoir, a centrifugal electric pump will be used, with a power of 22.0 HP, hydraulic performance of 1700 l/min, and a dynamic head of 41 m water column. In conclusion: the surface water collection by pumping system will be through a floating raft of dimensions (3.60 x 4.80 m), with 02 centrifugal electric pumps of 10.0 hp alternating in operation for 12.0 h. and the distribution network consists of 7751.00 m of PVC pipe diameter of 75 mm, 911.00 m of PVC pipe of 90 mm diameter, 1121.00 m of PVC pipe of 110 mm diameter and 172.00 m of PVC pipe of 160 mm diameter.

**Key words:** Design, supply, potable water, pumping system.



## Introducción

El agua es un recurso de vital importancia en todas las localidades, siendo un común denominador para el desarrollo de las sociedades rurales y urbanas, elemental para la alimentación, salud, vivienda, entre otras actividades. En el mundo no todos los países gozan de este recurso de manera abundante y disponible, el Perú tiene el privilegio de contar con este líquido elemento; sin embargo, refiriéndonos a las zonas rurales, la desventaja es que se encuentran en su sitio natural, en arroyos, quebradas y ríos.

Es así, que el sistema de abastecimiento de la localidad de Alianza, provincia de Lamas, región San Martín, sigue siendo a través de prácticas rudimentarias, recogen el agua del río Shanusi haciendo uso de sus porongos, baldes u otros recipientes, agua que no es considerada apta para el consumo humano, otra opción que toman algunos comuneros alejados de la franja del río, es abastecerse de pozos de agua, construidas de manera artesanal en sus viviendas, que también no es considerada para el consumo humano.

De manera que los pobladores de la localidad de Alianza, no están siendo atendidos por el gobierno en ninguno de sus niveles con el servicio básico de agua potable, que toda localidad, sin importar la ubicación geográfica debe gozar. El centro poblado de Alianza con acceso ilimitado a su distrito y ciudades importantes de la provincia, precisamente por la red vial que la conecta, no disponen del servicio de agua potable, por lo que es alarmante no creer la realidad de una gobernanza ineficiente en nuestro país, que es evidenciado por la omisión a este derecho fundamental de los pobladores. En donde cerrar la brecha de una inhumana calidad de vida está aún distante.

Con la finalidad de mitigar la inequidad a un buen servicio de abastecimiento de agua potable, se busca una alternativa efectiva de solución a este problema planteando una propuesta técnica que salve todos los problemas que limitan alcanzar la meta final (topografía, sistema, tratamiento, etc.); para ello nos preguntamos:

¿Con el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por el sistema de bombeo de la localidad de Alianza, distrito del Pongo de Caynarachi, provincia de Lamas, región San Martín, se solucionará el desabastecimiento e inequidad de agua potable de calidad, para contar con un servicio en condiciones adecuadas de adquisición e ingesta saludable de las familias?

Para ello, se tiene como objetivo general; “Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable por el sistema de bombeo de la localidad de Alianza, distrito del Pongo de

Caynarachi, provincia de Lamas, región San Martín”. Para lo cual se plantea la siguiente hipótesis: Con el diseño óptimo de todos los elementos del sistema de abastecimiento de agua potable por el sistema de bombeo y su puesta en marcha, se mejorará la calidad de vida de los pobladores de la localidad de Alianza, distrito del Pongo de Caynarachi, provincia de San Martín, región San Martín; a través de las condiciones adecuadas de adquisición e ingesta saludable de agua potable.

La importancia de la presente tesis, radica en el aporte ingenieril a la localidad e Alianza, para que ésta consecuentemente prepare el perfil técnico pertinente junto con sus consultores de obra. Teniendo el privilegio de aportar como universidad y futuro profesional a la sociedad donde se ubica la alma mater UNSM -T.

La tesis se ajusta a un diseño no experimental, transeccional o transversal, y correlacionales-causales; en el cual se detalla las variables y los procedimientos que se deben efectuar para contrarrestar las condiciones de adquisición e ingesta de agua potable. Para la investigación de campo y gabinete se utilizó las técnicas de observación, análisis de datos y manejo de información en hojas de cálculo. Además de civilcad 2018 métrico, autocad 2018, cad earth 2015, SAP 2000, water cad, entre otros, que permitieron el procesamiento de la información y la obtención del diseño final.

Llegando a la siguiente conclusión: El sistema de abastecimiento de agua potable por el sistema de bombeo comprende desde la captación de coordenadas geográficas (358453.978; 9323833.445; 141.583); con el aprovechamiento de una balsa flotante de (3.60 x 4.80 m) a través de 02 electrobombas centrifugas de 10.0 hp alternadas cada 12 h, la misma que bombea agua mediante una línea de impulsión de tubería de 160 mm con 40.00 m de hp de y 100 m de PVC aproximadamente hacia una planta de tratamiento de agua potable compuesta por un mezclador, floculador, decantadores, y filtros rápidos, de acuerdo al estudio físico, químico y bacteriológico del agua; derivando éste a una cisterna enterrada de 1250 m<sup>3</sup> de capacidad, para desde allí bombear agua tratada mediante 02 electrobombas de 22.0 hp y línea de impulsión de PVC 200 mm y 806.00 m de longitud hasta un reservorio elevado de 260 m<sup>3</sup>, en una última etapa seguida a éste se encuentra una red de distribución 9.96 km de tubería PVC.

Finalmente, la tesis esta estructurada por los siguientes capítulos: Capítulo I, revisión bibliográfica; Capítulo II, material y métodos; y Capítulo III, resultados y discusión.



# CAPÍTULO I

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 1.1. Generalidades

El desarrollo económico en el que se encamina la Región San Martín, paralelo a las situaciones de inestabilidad política y social que atraviesa el país, y debido a una inequidad en el acceso a los servicios básicos, entre ellas el agua potable; con la modernización del estado y diversas tecnologías, la visión se orienta a la universalización del servicio, en el sentido que el agua potable llegue a los lugares más recónditos de las zonas rurales. La presente tesis, investiga a partir del enfoque socioecológico, buscando una alternativa a las penurias del servicio de la localidad de Alianza. los hallazgos demuestran que las principales barreras para lograr la equidad del acceso al agua potable, no es consecuencia a la falta de financiamiento o escasez del agua in situ, sino que se relacionan a una gobernanza que favorece una administración centralizada, intereses políticos, economías de escala, que privilegia el sistema convencional de agua y que no considera a priori la participación de sistemas alternativos de agua. aunque estos parezcan informales y subalternos al Estado, son productos de sus políticas hídricas ineficientes.

El abastecimiento de agua potable establece un escalón significativo en el progreso de las territorios o países y de las poblaciones que habitan en los mismos. Un sistema de agua potable eficientemente diseñado resalta en consecuencias favorables en la calidad de vida de los ciudadanos como Estado, que tienen acceso a este servicio, especialmente en el contexto de la salud.

El sistema de agua potable por bombeo debe integrar todos los mecanismos y elementos para captar, conducir, almacenar, tratar y distribuir de una manera eficiente el agua hasta los distintos sectores en la que ésta va a ser servida.

Este sistema de agua potable, debe asirse a la normativa vigente que acreditan la calidad del agua potable que se quiere suministrar, disminuyendo así patologías y muertes en las poblaciones que gozan de este tipo de sistemas.

Esta investigación bosqueja realizar un Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable por el Sistema de Bombeo de la localidad de Alianza, Distrito del Pongo de

Caynarachi, Provincia de Lamas, Región San Martín; así, se pueda suministrar un abastecimiento sostenible, de óptima calidad y que el precio sea accesible a la situación económica de la población de Alianza.

## **1.2.Exploración preliminar orientando la investigación**

La Tesis se ejecutó con las siguientes actividades exploratorias preliminares.

La intervención se realizó mediante una exploración in situ, considerando los aspectos visibles, que puedan sumar la investigación, para emplearlo como información actual en la zona de estudio. Además, con la asistencia de pobladores antiguos del lugar, se recorrió toda el área de influencia en estudio, para así establecer de acuerdo a la topografía del terreno, normas señaladas en el reglamento, y diversos aspectos observados, la cantidad y el lugar de los hitos a muestrear, que después se plasmó en un plano guía. Cuando se tuvo esta información, al realizar las excavaciones, se tomó apuntes de todas las peculiaridades, en la que se encontró el suelo, como son: color, forma, profundidad, nivel freático, etc.

El trabajo en gabinete se desarrolló mediante la búsqueda de bibliografías asociadas a la presente investigación; así como son: revisión y recopilación de información literaria, tesis e informes de ingeniería, manuales instructivos de laboratorio, uso de información virtual (webgrafía), Directivas y Reglamentos, tablas y gráficos estadísticos, asimismo se examinó información de los proyectos del INEI, entre otros.

Además, se tomó en cuenta el relato de los pobladores, sobre la historia del centro poblado, comportamiento del caudal y cauce de la quebrada, labores que han sido proyectadas y ejecutadas.

## **1.3.Aspectos generales del estudio**

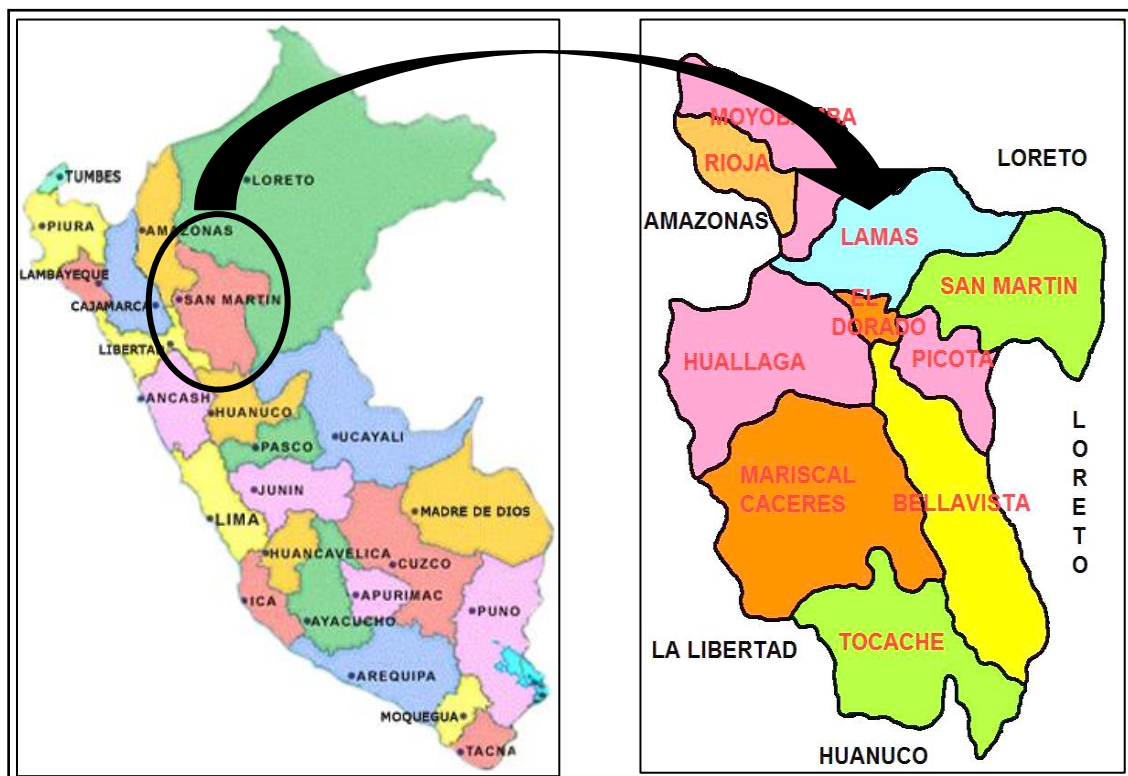
### **1.3.1. Ubicación geográfica**

La ubicación de la localidad de Alianza es la siguiente:

**Región:** San Martín  
**Provincia:** Lamas  
**Distrito:** Pongo de Caynarachi  
**Localidad:** Alianza

Código Ubigeo: 220504

### 1.3.2. Esquema de ubicación



*Figura 1:* Ubicación de la región San Martín, en el mapa del Perú. (Fuente: Proyecto Especial Huallaga Central y Bajo Mayo)



*Figura 2:* Mapa político de la Provincia de Lamas. (Fuente: Proyecto Especial Huallaga Central y Bajo Mayo)



**Figura 3:** Centro Poblado de Alianza. (Fuente: Proyecto Especial Huallaga Central y Bajo Mayo)

### 1.3.3. Vías de acceso

La localidad de Alianza tiene como única vía de acceso el medio de transporte terrestre, a través de la carretera desde la ciudad de Tarapoto hacia la misma localidad, la cual se detalla en la siguiente tabla:

**Tabla 1**

*Vías de acceso*

<b>Ruta</b>	<b>Tipo de vía</b>	<b>Distancia Km</b>	<b>Tiempo</b>
Tarapoto - Alianza	vía terrestre	80	1 y 30 Hora

Fuente: Elaboración propia

### 1.3.4. Salud

En cuanto a la infraestructura de servicios de salud, la población de Alianza cuenta con una posta médica. El área del proyecto por estar ubicada en zona aluvial, tiene alta presencia de insectos: zancudos, mosquitos, etc., lo que dan origen a enfermedades infecto contagiosas en la población urbana y rural.

### 1.3.5. Servicios básicos

El área urbana de la localidad de Alianza cuenta con los servicios de agua y energía eléctrica, no se cuenta con servicio de desagüe sanitario.

### **1.3.6. Educación**

La población del sector urbano, cuenta directamente con servicio educativo, en los niveles inicial, primario y secundario.

### **1.4.Aspectos socioeconómicos**

El eje económico de la localidad de Alianza lo constituye la agricultura, siendo los cultivos más desarrollados, café, cacao, plátano, etc. La actividad Pecuaria, también es importante. En general, puede decirse que el nivel de ingreso del agricultor por concepto de su actividad agrícola es de S/. 600.00 nuevos soles mensuales. Así mismo, el jornal promedio de la zona está valorizado en S/. 25.00 nuevos soles.

### **1.5.Antecedentes del problema**

La localidad de Alianza actualmente no cuenta con el servicio de agua potable, como también no cuenta con ningún PIP nivel perfil relacionado a la categoría de agua potable y saneamiento básico, por lo que los intentos de abastecerse del líquido elemento, solo les permitió captar agua por sistema de bombeo, que abastece a un grupo minoritario de la comunidad, agua que no es tratada; en lo que se resume a ser captada y distribuida.

Es así, que el sistema de abastecimiento de la localidad de Alianza, sigue siendo a través de prácticas rudimentarias, recogen el agua del río Shanusi haciendo uso de sus porongos, baldes u otros recipientes, agua que no es considerada apta para el consumo humano, otra opción que toman algunos comuneros alejados de la franja del río, es abastecerse de pozos de agua, construidas de manera artesanal en sus viviendas, que también no es considerada para el consumo humano.

### **1.6.Planteamiento del problema**

De manera que los pobladores de la localidad de Alianza, no están siendo atendidos por el gobierno en ninguno de sus niveles con el servicio básico de agua potable, que toda localidad, sin importar la ubicación geográfica debe gozar, el centro poblado de Alianza con acceso ilimitado a su distrito y ciudades importantes de la provincia, precisamente por la red vial que la conecta, no disponen del servicio de agua potable, por lo que es alarmante no creer la realidad de una gobernanza ineficiente en nuestro país, que es evidenciado por la omisión a este derecho fundamental de los pobladores. En donde cerrar la brecha de una inhumana calidad de vida está aún distante.

Por ello, es preciso intervenir ante esta necesidad, con el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por el sistema de bombeo en la de la localidad de Alianza, distrito del Pongo de Caynarachi, provincia de Lamas, región San Martín; para que los pobladores cuenten con un servicio en condiciones adecuadas de adquisición e ingesta saludable de agua potable.

### **1.7.Delimitación del problema**

- Se limita a presentar un análisis descriptivo y propositivo para la solución del problema, una vez tomada la información descrita, se realiza la propuesta del sistema para superar la problemática actual y deficiencias encontradas.
- La investigación se limita debido a que los resultados a presentar solo serán aplicables a la realidad de la localidad en mención.

### **1.8.Formulación de problema**

Con la finalidad de mitigar la inequidad a un buen servicio de abastecimiento de agua potable, se busca una alternativa efectiva de solución a este problema planteando una propuesta técnica que salve todos los problemas que limitan alcanzar la meta final (topografía, sistema, tratamiento, etc.); para ello nos preguntamos:

¿Con el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por el sistema de bombeo de la localidad de Alianza, distrito del Pongo de Caynarachi, provincia de Lamas, región San Martín, se solucionará el desabastecimiento e inequidad de agua potable de calidad, para contar con un servicio en condiciones adecuadas de adquisición e ingesta saludable de las familias?

### **1.9.Objetivos**

#### **1.9.1. Objetivo general**

“Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable por el sistema de bombeo de la localidad de Alianza, distrito del Pongo de Caynarachi, provincia de Lamas, región San Martín”.

### **1.9.2. Objetivos específicos**

- Determinar el óptimo punto de captación.
- Diseñar la forma de captación, considerando que topográficamente, la captación tiene una cota inferior a la de la localidad.
- Diseñar la planta de tratamiento.
- Diseñar la cisterna de abastecimiento.
- Diseñar la línea de impulsión hacia un tanque elevado.
- Diseñar el tanque elevado.
- Diseñar la red de distribución.

### **1.10. Justificación**

#### **Justificación académica:**

La presente tesis se justifica en la Ley N° 30220 – Nueva Ley Universitaria; en el artículo 48 refiere: “La investigación constituye una función esencial y obligatoria de la universidad, que la fomenta y realiza, respondiendo a través de la producción de conocimiento y desarrollo de tecnologías a las necesidades de la sociedad, con especial énfasis en la realidad nacional. Los docentes, estudiantes y graduados participan en la actividad investigadora en su propia institución o en redes de investigación nacional o internacional, creadas por las instituciones universitarias públicas o privadas”.

Asimismo, la tesis está construida de acuerdo a la Directiva N° 001-2018-UNSM-T/VRINV. Manual de investigación de la UNSM-T para la elaboración de proyectos de investigación, tesis, trabajos de investigación, de suficiencia profesional y académicos.

#### **Justificación Técnica:**

Técnicamente la tesis está justificada en el “Reglamento Nacional de Edificaciones, apartado II.3. Obras de Saneamiento”; del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Asimismo, en la “Guía de Orientación para Elaboración de Expedientes Técnicos de Proyectos de Saneamiento”, del mismo ministerio.

Así también, en las “Guías para el Diseño de Estaciones de Bombeo de Agua Potable”, de la Organización Panamericana de la Salud.

**Justificación social:**

Existe diversidad de razones, por la que el interés de desarrollar esta investigación está estrechamente ligado a servir con conocimientos de ingeniería a la localidad de Alianza, puesto que tienen un sistema de abastecimiento de agua poco sostenible, en donde las condiciones de adquisición e ingesta de agua, se da de manera insalubre; en ese contexto la localidad de Alianza encontrándose cerca a una fuente de agua, el río Shanusi; se desarrolló esta investigación de sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo para mejorar el servicio de agua potable. De esta manera el aporte a la localidad de Alianza será significativo, donde el índice de enfermedades y muertes a causa del consumo de agua no tratada descenderá, propiciando un mejor estilo de vida.

**1.11. Marco teórico conceptual****1.11.1. Antecedentes de la investigación****1.11.1.1. Internacional**

Mendóza, G. (2010). En su Tesis, para optar la Licenciatura en Ingeniería Civil. “*Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, para la aldea Suculique y diseño del pavimento para la aldea Llano Grande, municipio de Huehuetenango, departamento de Huehuetenango*”. Universidad de San Carlos de Guatemala. Llegó a las siguientes conclusiones:

1. La implementación del proyecto para el nuevo sistema de abastecimiento de agua potable será de gran beneficio para toda la población del caserío de Suculique del municipio de Huehuetenango, dando como resultado el abastecimiento de agua potable a un total de 422 viviendas (5954 habitantes) actuales, el costo unitario del proyecto será de Q 73.82 metro/lineal en costos directos el cual da un costo aceptable comparado con los costos que se manejan en el medio.
2. El autofinanciamiento del sistema por medio del cobro de tarifas por consumo de agua potable es de beneficio para todos, ya que la sociedad o la comunidad le darán el mantenimiento adecuado al sistema de agua potable.
3. El valor del canon de agua calculado y con el cual se cubren todos los gastos de operación, mantenimiento, tratamiento, administrativos, reservas, y de energía eléctrica del sistema es de Q 35.00 que es menor al jornal diario que gana un campesino en la aldea Suculique.
4. El sistema de introducción de agua potable está diseñado exclusivamente para uso domiciliario, y no para uso con fines agrícolas.



Lam, J. (2011). En su Tesis, para optar la Licenciatura en Ingeniería Civil. “*Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Captzín Chiquito, municipio de San Mateo Ixtatán, Huehuetenango*”. Universidad de San Carlos de Guatemala. Llegó a las siguientes conclusiones:

1. El sistema de agua potable para la aldea Captzín Chiquito, se diseñó por gravedad, aprovechando las ventajas topográficas que presenta el lugar, para una población de 850 habitantes distribuidas en 150 viviendas. Además, el sistema de distribución funcionará por medio de ramales abiertos, debido a la dispersión de las viviendas.
2. El criterio para determinar la dotación dependió directamente de poder tener una vida útil adecuada para que el sistema sea viable y funcional. Además, por la magnitud del proyecto se designó la dotación mínima para optimizar y reducir los costos.
3. Se determinó, con el análisis financiero del proyecto, la rentabilidad definida en la autosostenibilidad del mismo, en un período de 20 años. Sin embargo, para poder lograr el financiamiento es necesario realizar una evaluación económica para conocer si sigue siendo rentable para la economía del país, invertir en el proyecto.
4. El proyecto de sistema de agua potable para la aldea Captzín Chiquito fue formulado para abastecer de agua a la comunidad. El costo total del proyecto asciende a la cantidad de Q 1 031 236,09 y tiene un costo por conexión domiciliar de Q 6 874,91.

Molina, G. (2012). En su Tesis, para optar el grado de Máster en administración de empresas con orientación en finanzas. “*Proyecto de mejoramiento del sistema de distribución de agua para el casco urbano de Cucuyagua, Copán*”. Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Llegó a las siguientes conclusiones:

1. La investigación realizada determinó que es viable la elaboración de un proyecto de mejoramiento del sistema de distribución de agua en el casco urbano del municipio de Cucuyagua, Copán.
2. El diagnóstico determinó la necesidad de establecer un proyecto de mejoramiento del sistema de distribución de agua en el casco urbano del municipio de Cucuyagua, Copán, para sustituir el existente porque es obsoleto y presenta fallas en el suministro de agua en lo que respecta a la cantidad y calidad.
3. La investigación realizada determinó que la municipalidad de Cucuyagua, Copán tiene capacidad de gestión y voluntad política.

4. El impacto principal del proyecto de mejoramiento del sistema de distribución de agua en el casco urbano del municipio de Cucuyagua, Copán. Sería tener agua en un 100% para mejorar su calidad de vida.
5. Uno de los grandes problemas que tienen en el uso del agua, es la falta de una cultura ambientalista por el mal manejo, situación que provoca fugas y pérdidas de agua.

#### **1.11.1.2. Nacional**

Meza, J. (2010). Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil. “*Diseño de un sistema de agua potable para la comunidad nativa de Tsoroja, analizando la incidencia de costos siendo una comunidad de difícil acceso*”. Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería. Lima, Perú. Llegó a las siguientes conclusiones:

1. Realizado el diseño de todos los muros, se pudo comprobar que en ninguno de los casos se sobrepasó la capacidad portante del suelo asumida, de  $1\text{kg/cm}^2 = 10\text{ Ton/m}^2$ ; que según, “Diseño de Estructuras de Concreto Armado” corresponde a arcillas inorgánicas plásticas, arenas diatomáceas o sienos elásticos y mediante las calicatas explorativas se comprobó que el suelo correspondiente a la comunidad nativa de Tsoroja es de un tipo aluvial conglomerado cuya capacidad admisible es superior a la asumida.
2. Del mismo modo ocurre con el reservorio del sistema convencional, en el que la presión ejercida sobre el suelo (estando lleno) es de  $2.54\text{Ton/m}^2$ . Pudiendo inferirse que incluso la persona genera mayor esfuerzo que las estructuras proyectadas sobre el suelo, no sufriendo ningún tipo de falla; lo que hace concluir que el asumir  $1\text{kg/cm}^2$  es un valor conservador pero adecuado.
3. Es por ello que en diseños pequeños de envergadura similar al del presente trabajo; de presupuesto escaso para poblaciones rurales, el asumir  $1\text{kg/cm}^2$  se ha hecho usual por los ingenieros dedicados a la consultoría.

Lossio, M. (2011). Tesis de pregrado en Ingeniería Civil. “*Sistema de abastecimiento de agua potable para cuatro poblados rurales del distrito de Lancones*”. Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. Programa Académico de Ingeniería Civil. Piura, Perú. Llegó a las siguientes conclusiones:

1. Las principales estructuras con las que contará el sistema de abastecimiento de agua proyectado serán: - Noria de 3 m de diámetro, 0.20 m de espesor y una altura total de

- 7.80 m. - Línea de impulsión de tubería PVC-UF\_SAP de 63 mm, con una longitud de 461.54 m, de clase A-10. - Reservoirio de tipo circular, de diámetro y altura de nivel máximo de agua de 4 m y 2.85 m respectivamente. Las paredes tendrán un espesor de 0.20 m. - Redes de distribución que suman una longitud de 19.6 km, que abastecen a 39 piletas. - Cámara rompe presión. Además, a lo largo de las líneas de distribución de agua se han implementado 8 válvulas de aire, 3 válvulas de purga y 2 válvulas de control, para la adecuada regulación y flujo del agua. 6.10.
2. El caudal de bombeo que será conducido a través de la línea de impulsión es de 1.44 l/s y la velocidad del flujo a través de la tubería es de 0.46 m/s. 6.11.
  3. Para satisfacer el total de la demanda de agua de las poblaciones beneficiadas, es necesaria la utilización de 2 bombas sumergibles, puesto que, en el mercado local no se encuentran bombas sumergibles de capacidad de succión e impulsión mayores a 15 m<sup>3</sup> /día.
  4. El costo total de las obras civiles del sistema de abastecimiento de agua potable de los caseríos Charancito, El Naranjo, Charán Grande y El Alumbre, considerando mano de obra, materiales y equipos es S/. 694219.28. Las líneas de distribución representan el mayor costo de todas las obras civiles.

Bordonabe, R. (2013). Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrícola. “*Mejoramiento, ampliación del servicio de agua potable en la localidad de Malcamachay, distrito de Chugay – Sánchez Carrión – La Libertad – I Etapa*”. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú. Llegó a las siguientes conclusiones:

1. El presupuesto del proyecto asciende a quinientos cincuenta y seis mil cuatrocientos cuarenta y 95/00.
2. El sistema de abastecimiento de agua potable se ha diseñado de tal manera que sea eficiente y funcional, donde la localidad de Malcamachay es abastecida de manera equitativa hasta el año 2033.
3. El sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Malcamachay atiende la demanda de 415 habitantes, y para una población futura de 564 habitantes.

#### **1.11.1.3. Local**

Córdova, M., y Soria, G. (2018). Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. “*Diseño definitivo del sistema de agua potable de la CC.NN. Kichwa Morillo – distrito de*

*Shanao-Lamas-Man Martín*". Universidad Nacional de San Martín - T. Tarapoto, Perú. Llegaron a las siguientes conclusiones:

1. El diseño cumple con los requisitos que señala la norma técnica peruana, así como toma en cuenta recomendaciones contenidas en guías para El saneamiento en poblaciones rurales. En base al análisis de costos de dos alternativas de diseño, "sistema convencional" y "sistema optimizado", se puede concluir que la condición de difícil acceso geográfico en la que se encuentran comunidades nativas en la selva del Perú, incide más que duplicando el costo de los sistemas de agua potable.
2. El diseño hidráulico y el análisis de costos aportan a la evaluación de la factibilidad técnico-económica de sistemas de agua potable en el ámbito rural y al objetivo de reducir la brecha en infraestructura en el país.
3. En este proyecto de Tesis, se hizo énfasis de la gran necesidad que es para la sociedad el suministro y almacenamiento de agua potable, incrementando el nivel de la calidad de vida de la población beneficiada logrando un impulso en el aspecto socioeconómico. Por lo mismo se propone realizar el diseño hidráulico de todo un sistema de agua potable, que abarca desde la fuente de abastecimiento, hasta el punto de llegada del agua a sus usuarios.

Rojas, H., y Alegría, G. (2019). Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. *"Diseño hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable para mejorar la calidad de vida de los pobladores del Sector Satélite, La Banda de Shilcayo, San Martín"*. Universidad Nacional de San Martín - T. Tarapoto, Perú. Llegaron a las siguientes conclusiones:

1. Captación. – Estructura de concreto armado que tiene la finalidad de captar el caudal requerido,  $Q_{md}=13.40$  l/s, del río Pucayacu, para transportar el agua captada hasta la planta de tratamiento mediante la línea de conducción. Cuyas dimensiones son 6m de ancho, 1.70 m de alto y la ventana de captación 0.20m de ancho y 0.10 alto.
2. Línea de Conducción. - Esta línea une el punto de captación con el reservorio, tiene una longitud de 8019.33 m con tuberías cuyos diámetros nominales son de 200 mm y 160 mm PVC-U UF entre clase 10 y clase 15. El caudal de diseño es el Caudal Máximo Diario cuyo valor es igual a 13.40 l/s.
3. Filtro Lento. - Es una estructura de concreto armado, con la finalidad de realizar la depuración y desinfección del agua para su posterior almacenamiento y distribución, este

tratamiento se realiza mediante la filtración lenta en arena. El filtro lento es utilizado principalmente para eliminar la turbiedad del agua. Mide 12.70 m. de largo, 9.50 m de ancho y alto de 2.65m, con una profundidad de lecho de arena de 0.80 m.

4. Reservorio Apoyado 225 m<sup>3</sup>.- Esta estructura permitirá almacenar el agua con la finalidad de cubrir la demanda en horas de máximo consumo. La estructura es cuadrada de dimensiones 9 m\* 9 m. y una altura de agua de 2.95 m. Tendrá un revestimiento interior impermeabilizado tanto en paredes como en pisos y permitirá almacenar 225 m<sup>3</sup> de agua de acuerdo a las medidas obtenidas. Cuenta, además, con una caseta de válvulas y accesorios de acero bridados. Para la limpieza de la estructura cuenta con un drenaje y una cámara de limpia y rebose.
5. Línea de Aducción. - Esta línea une el reservorio con la red de distribución, tiene una longitud de 1,587.59m con unas tuberías cuyo diámetro 140mm PVC-U UF clase 7.5. El 144 diseño se hizo empleando el programa WaterCAD V10.0. El caudal de diseño es el Caudal Máximo Horario cuyo valor es igual a 20.62 l/s.
6. Red de Distribución. - Componen las tuberías empleadas en el Sector Satélite, cuyos diámetros son de 75mm de clase 7.5, la red de distribución es cerrada o mallada, debido a la extensión de la vivienda en la zona del proyecto. Así mismo cuenta con válvulas de purga de los sólidos que se alojarán en las redes y válvulas de aire para facilitar el flujo del elemento líquido. El diseño se hizo empleando el programa WaterCAD V10.0.
7. Conexiones Domiciliarias. - Se ha considerado dotar de agua en forma directa a las 650 viviendas y una institución educativa nivel inicial y primario que conforman el sector Satelite. Estas conexiones domiciliarias cuentan con válvulas y accesorios de PVC para el correcto funcionamiento de la misma.

Pinchi, M. (2019). Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. “*Diseño del sistema de agua potable por bombeo de la localidad de Víveres, Distrito de Pajarillo - Mariscal Cáceres - San Martín*”. Universidad Nacional de San Martín - T. Tarapoto, Perú.

Llegó a las siguientes conclusiones:

1. La fuente de abastecimiento. subterránea será capaz de abastecer la demanda requerida por la población de Víveres en el distrito de Pajarillo, provincia de Mariscal Cáceres.
2. Los pozos Caisson considerados en el sistema de abastecimiento tendrán la capacidad de acopiar la cantidad necesaria para poder abastecer la demanda requerida en el estudio. Además, el agua acopiada tendrá un debido proceso de cloración, asegurando la correcta desinfección del agua.

3. El volumen estimado del tanque de almacenamiento es de 82.00 m<sup>3</sup>, los cuales servirán para atender la demanda existente incluida la proyección considerada en el proyecto (20 años).
4. El costo de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de agua potable es S/. 14,845.44 al mes, que por metro cúbico de agua sería S/. 1.10 un costo aceptable comparando con otras ciudades del país.

### **1.11.2. Bases teóricas**

#### **1.11.2.1. Diagnóstico del área de estudio.**

“Se debe analizar las características del área donde se ubica la actual unidad productiva y donde se podría localizar el proyecto, así como el área donde se ubica la población que será beneficiada con el proyecto (área de influencia). Deben considerarse los aspectos geográficos, físicos, climáticos, económicos, sociales, etc. El análisis se debe centrar en aquellas variables que sean relevantes para el proyecto, que expliquen procesos, tendencias relacionadas con la prestación del servicio o sean factores condicionantes de la demanda. Ej. La identificación de un recurso estratégico, puede generar procesos de ocupación acelerados, lo que puede influir en la demanda creciente de servicios. También se puede encontrar que una localidad tiene una tendencia de disminución de la población y que el diagnóstico evidencia que esta situación continuará porque lo que ya no hay potencialidades para actividades productivas, por tanto, la demanda de los servicios será cada vez menor” (Ministerio de Economía y Finanzas, a través de la Dirección General de Programación Multianual del Sector Público y USAID, p. 20).

#### **1.11.2.2. Información Social**

Según (Agüero, 1997, p. 9 y 10). Considera tres componentes para dicho estudio.

##### **a) Población**

Quien determina los requerimientos del agua es la población. Considerando que todas las personas se abastecerán del sistema de agua potable a proyectarse, es necesario empadronar a todos los habitantes, la ubicación de establecimientos públicos y la cantidad de viviendas con vista a la calle; sumándose un registro en el que se considere el nombre del jefe del hogar y el número de personas que residen en cada vivienda.

Complementariamente a esta actividad, se sugiere recopilar información de los censos y en circunstancias diversas recurrir al municipio a cuyo anexo pertenece la localidad. Aquella

información proporcionará registros de nacimientos, defunciones y crecimiento de la población.

### **b) Nivel de la Organización de la Población**

Para bosquejar un proyecto de abastecimiento de agua potable es preciso conocer la iniciativa, motivación y capacidad de organización de la población. Para tener una concepción del nivel de coordinación de la población es necesario compilar información sobre prácticas de participación ciudadana en la solución de sus necesidades y controversias. Por ejemplo, en la construcción de canchas deportivas, limpieza de alcantarillas, caminos, plazuelas, etc. Así como analizar los estilos de liderazgo, identificando a las personas con trayectoria política y opinión pública, y que tengan habilidades de organizar y persuadir el involucramiento de la población.

### **c) Actividad Económica**

Conocer el trabajo de los habitantes es importante, así como la disponibilidad de recursos. Fructificando la permanencia en la zona de estudio, se registró información sobre la media de horas diarias de trabajo, la disponibilidad de la mano de obra directa: maestros de obra, albañiles, peones, etc. Como también, se solicitó información sobre la manera en que la población apoyará en la ejecución de la obra, tanto con aporte pecuniario, recursos u horas hombre.

## **1.11.2.3. Información técnica**

### **1.11.2.3.1 Investigación de la Fuente de Agua**

Según (Agüero, 1997, p. 11). Para realizar con profesionalismo esta investigación se recopiló información sobre consumo actual, reconocimiento y selección de la fuente.

#### **a) Consumo Actual**

En su mayoría las poblaciones rurales del país ingieren agua de los ríos, quebradas, riachuelos y puquios, que, sin tratamiento salubre, no brindan ninguna garantía y representan más bien puntos de contaminación que generan patologías y epidemias. A esta situación se suma que en las temporadas de aridez disminuye o desaparece el agua y los pobladores se tienen que desplazar a fuentes alejadas; labor principalmente desempeñada por las mujeres y los niños.

Las patologías más frecuentes originadas del consumo de agua contaminada son las del conducto respiratorio, gastrointestinales y de la dermis; por lo que es preciso investigar y poseer una información oportuna que oriente a establecer en qué proporción mejoraría la salud de la población con la implementación del proyecto de agua potable.

Es ese contexto, es importante conocer de qué fuentes de agua se abastece actualmente la población, examinar los usos que se le dan, determinar las necesidades promedio de agua por persona; y realizar una descripción que permita determinar la distancia de la fuente a la localidad, su ubicación (por encima o por debajo del centro poblado), y la calidad y cantidad de agua de la misma.

#### **b) Reconocimiento y Selección de la Fuente**

El reconocimiento y la selección será después de explorar todas las fuentes posibles, determinándose la calidad y cantidad de agua en cada una. Se avala la calidad considerando que el agua cumpla los principales estándares: inodora, incolora y de sabor natural. Posteriormente de haber determinado la calidad del agua, necesitamos conocer la cantidad existente en relación a la población que queremos suministrar, en otras palabras, determinar la demanda diaria de agua con el propósito de verificar el caudal mínimo que se requiere captar. Si la fuente no puede abastecer las necesidades diarias de la población se debe hacer una nueva exploración para identificar otra fuente o plantear un sistema multifuentes. Finalmente, se discrimina la conveniencia de la fuente, de acuerdo a las posibilidades de impacto ambiental, el potencial para la expansión futura, disposiciones para construir la captación y la necesidad de preservar la estructura.

#### **1.11.2.3.2 Topografía**

Según (**García, 2009, p. 7**). Para una topografía bien diseñada, es necesario considerar:

a) Plano general

- Plano donde se construya todas las obras del proyecto.
- Se recomienda utilizar la carta nacional, en escala 1: 25.000 con curvas de nivel cada 25 m.

b) Plano en planta de obra específica. Se refiere básicamente a zonas donde se ubiquen obras importantes que puedan ser captación (cuando se ubica un río), planta de tratamiento y reservorio. Se recomienda escala 1:100 con curvas de nivel cada 0.5.

c) Plano para instalación de tuberías de conducción, aducción e impulsión. Se debe presentar plano en planta de franja de 20m de ancho (10 m a cada lado del eje de la tubería) en el que se puede apreciar orografía y construcciones (casas, vías, puentes, etc.) y perfil de alineamiento. Escala recomendada: 1,000 a 1,200 con curvas de nivel cada 1.0 m.



d) Levantamiento del centro poblado y futuras ampliaciones

- Se requiere para el diseño del sistema de distribución.
- Deben nombrarse las calles, indicando longitud frontal de las propiedades codificadas. •

Escala recomendada: 1:500 a 1:1000.

- Curvas de nivel: cada 0.5 a 1.0 m.

#### **1.11.2.3.3 Tipo de suelo/Nivel freático**

Según, (García, 2009, p. 9). Se determinará el volumen de excavaciones con la siguiente clasificación:

- Roca fija.
- Roca suelta.
- Tierra.

Para determinar esta clasificación se aperturarán calicatas de 1m de profundidad en el alineamiento de las excavaciones previstas aproximadamente cada 100 m. Estas mismas calicatas servirán para determinar niveles freáticos.

Como también, los estudios geológicos específicos. Que se realiza para determinar la capacidad portante para la cimentación de reservorios elevados o estudios geofísicos de prospección de agua subterránea y estudios geotécnicos en bocatomas y descripción geológica de las rocas donde se originan los manantiales.

#### **1.11.2.3.4 Clima**

Según (Agüero, 1997, p. 16). Se debe recopilar información de los periodos con temporadas de lluvia y épocas de verano con la finalidad de programar y realizar las actividades de ejecución de las obras en los meses más favorables.

Por ello, (García, 2009, p. 9). Sugiere la, “determinación de caudales. En el caso que la fuente de agua sea subterránea, tendrá que incluirse un informe geológico y los estudios de prospección geofísica. El informe geológico deberá estar orientado a la determinación de la presencia de acuíferos y la prospección geofísica determinará la profundidad del acuífero y la calidad del agua respecto a la salinidad”.

#### **1.11.2.4. Información complementaria**

Según (Agüero, 1997, p. 17). Se debe recabar información adicional como:

- Identidad del proyecto, en términos claros el nombre completo de la localidad intervenida y su ubicación política (departamento, provincia, distrito y centro poblado).
- Proveedores de materiales, indicando los costos de materiales, la distancia en kilómetros y tiempo en las diversas vías de comunicación, servicios de transportes tanto de pasajeros como de carga, y costos de transporte por kilo.
- Listar proveedores de materiales locales de construcción tales como arena, grava, madera, etc.
- Otra información necesaria sobre características particulares de la localidad.

#### **1.11.2.5. Principios fundamentales de la hidráulica**

Para, (Ochoa, 2011, p.11-14). La hidráulica está fundamentada en tres principios, como explica más a delante.

Indica que desde hace varios siglos el ser humano ha tenido la necesidad de medir el comportamiento físico del agua en reposo o movimiento. Es por ello que ha inventado muchos aparatos que registran la velocidad, la presión, la temperatura y el gasto de agua, entre otros. Los principios básicos de la hidráulica son tres: a) Conservación de masa o continuidad, b) conservación de la energía y, c) Conservación de la cantidad de movimiento. De igual manera señala que existen otra serie de caracterizaciones físicas del agua, que han sido determinadas para complementar estos principios, denominadas relaciones constitutivas. Algunas de ellas son densidad, velocidad, gasto, esfuerzo cortante, cargas hidráulicas, presión, número de Reynolds y Froude, flujo crítico etc.

#### **Propiedades del agua**

El agua posee ciertas propiedades físicas que la distinguen de los otros elementos naturales y que se pueden cuantificar mediante el uso de parámetros. Estas propiedades son inherentes al líquido y se mantienen, aún si el agua se encuentra en movimiento o en reposo. Entre las principales propiedades físicas del agua se encuentran las siguientes:

**Peso específico( $\gamma$ ).** Es el peso del agua en un volumen unitario, el valor estándar de “ $\gamma$ ” para el agua vale 1000 kg/m<sup>3</sup>.

**Densidad ( $\rho$ ).** Es una medida de la cantidad de masa que contiene un volumen de agua, para una temperatura de 20°C su valor es de 101.4 kg-s<sup>2</sup> /m<sup>4</sup>. La densidad y el peso específico se relacionan con la aceleración de la gravedad  $g$ , mediante la ecuación

$$\gamma = \rho g$$

$\gamma$ : peso específico

$\rho$ : densidad

$g$  : gravedad

**Viscosidad dinámica ( $\mu$ ).** Es una medida de su resistencia a fluir, como resultado de la interacción y cohesión de sus moléculas, para agua a 20°C de temperatura  $\mu$  es igual a 1 kg-s/m<sup>2</sup>.

**Viscosidad cinemática ( $\nu$ ).** Está definida como la relación entre la densidad dinámica entre el peso específico del agua; el valor para agua a una temperatura de 20°C es de 0.000001 m<sup>2</sup>/s.

**Perímetro mojado ( $P_m$ ).** Es la longitud de la sección transversal que se encuentra en contacto con el agua.

**Radio hidráulico ( $R_h$ ).** Es igual al área de la sección transversal del conducto dividida entre el perímetro mojado, sus unidades son de longitud (metros, centímetros, etc.) y se abrevia con la letra  $R_h$ .

### La presión y otros parámetros del agua

**La Presión ( $P$ ).** Se define como la fuerza que ejerce el agua en cada punto de ella, por unidad de área. Si por convención la presión atmosférica se toma como referencia igual a cero, entonces se dice que la presión es manométrica, en caso contrario se habla de presión absoluta.

**Carga piezométrica ( $h_p$ ).** Si a un tubo lleno de agua sometido a presión le insertas una pequeña manguera transparente, puedes observar que el líquido sube hasta una determinada altura, y se determina dividiendo la presión interna del agua,  $P$ , dividida entre su peso específico,  $\gamma$ , es decir:

$$h_p = P/\gamma$$

**Carga de velocidad (hv).** Si ahora le insertas otra manguera transparente al mismo tubo, pero con un doblez orientado en contra del flujo de agua, verás que el líquido sube a una altura mayor que en el anterior, por el efecto de empuje que produce la velocidad del agua; o sea se observa la misma carga piezométrica, más otro tanto de altura. A la diferencia de alturas se le llama precisamente Carga de velocidad, hv, se mide también en unidades de longitud de columna de agua y se calcula con la siguiente ecuación:

$$HV = \frac{V^2}{2g}$$

### **Gasto**

**El gasto o caudal (Q).** Es una cantidad hidráulica que se define como el volumen de agua que pasa por una sección de un conducto en un determinado tiempo, es decir:

$$Q = \frac{V}{t}$$

#### **1.11.2.6. Principio de la continuidad del flujo del agua**

El agua es un fluido prácticamente incompresible. El principio de continuidad de un flujo establece que “La masa de un fluido incompresible que atraviesa cualquier sección de un conducto en el tiempo, permanece constante”. Con base en este principio de continuidad, el gasto se calcula mediante la ecuación.

$$Q = A * V$$

Siendo A, el área de la sección y V, la velocidad de recorrido del flujo dentro de esa sección.

#### **1.11.2.7. Principio de la conservación de la energía hidráulica**

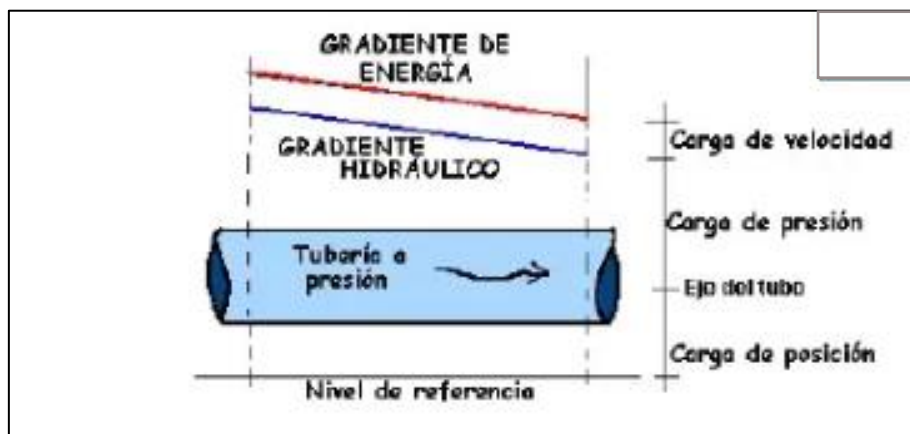
El Principio de conservación de la energía postula que la energía no se crea ni se destruye, solo tiene transformaciones. La energía contenida en el agua en reposo se denomina energía potencial y cuando está en movimiento se llama energía cinética. Las transformaciones de energía en el agua generan su movimiento y la conservan en la dirección del flujo. No obstante, es común describir a la energía que se transforma en calor o se utiliza para vencer obstáculos, como una pérdida en el sentido de que no se vuelve a utilizar en el movimiento del agua.

La energía por unidad de peso del agua, en cualquier punto de un sistema hidráulico está compuesta por tres partes:

Carga piezométrica

Carga de posición o elevación

Carga de velocidad



**Figura 4:** Composición de la energía por unidad de peso del agua en un conducto a superficie libre.

También, hay otro tipo de energía que puede ser adicionada al sistema (como la que impone una bomba), o energía removida debida a la viscosidad o algunos obstáculos al flujo. Estos cambios de energía, se nombran como “Ganancia de Carga HG, o Pérdida de Carga, HL” respectivamente.

Entonces la expresión general del balance de energía a través de dos puntos 1 y 2 en el sistema, separados a una cierta distancia L, es:

$$\frac{P_1}{\gamma} + Z_1 + \frac{V_1^2}{2g} + H_G = \frac{P_2}{\gamma} + Z_2 + \frac{V_2^2}{2g} + H_L$$

**Gradiente hidráulico.** Es la suma de la carga de presión “hp” más la carga de posición “hz”. Para un canal a superficie libre, el gradiente hidráulico corresponde con la elevación de la superficie del agua. Para una tubería a presión, el gradiente hidráulico es igual a la altura que alcanza el agua en un tubo vertical conectado a él.

**Gradiente de energía.** Es la suma del gradiente hidráulico más la carga de velocidad “hv”. En un lago, tanque de carga constante, o vaso de una presa la velocidad del agua es prácticamente cero, por lo tanto, el gradiente hidráulico es igual al gradiente de energía.

### 1.11.2.8. Principio de la conservación de la cantidad de movimiento

La cantidad de movimiento de un cuerpo se define como el producto de su masa multiplicada por su velocidad. Por ende, el flujo de agua posee cantidad de movimiento, que puede variar en el tiempo si la velocidad está cambiando entre dos secciones 1 y 2 del conducto. De esta manera, la fuerza que actúa sobre el agua en escurrimiento, es igual al cambio de la cantidad de movimiento en el tiempo y se determina con la ecuación:

$$F = \frac{m(V_2 - V_1)}{t}$$

Donde F, es la fuerza necesaria para acelerar el agua de una sección a otra del conducto.

El desarrollo de los sistemas de agua potable, saneamiento y demás servicios de característica pública busca como objetivo la prevención y el acceso a un buen servicio, centrándose en el agua potable para la prevención de las enfermedades de tipo hídrico, tanto en la distribución del agua potable como en la recolección del agua residual. Esto da como resultado que los sistemas de agua potable y saneamiento con Biodigestores sean complementarios. Las partes que integran los sistemas hidráulicos urbanos son las siguientes: Sistema de Agua Potable, Captación, Línea de conducción, Tratamiento de potabilización, Regularización, Línea de alimentación, Red de distribución y obras conexas o complementarias; Sistema de Biodigestores, tratamiento de aguas residuales y Sitio de vertido, siendo para esta oportunidad el objeto de estudio.

### 1.11.2.9. Fuentes de la energía del agua

“En un sistema de captación, el desplazamiento del agua está en relación con la topografía es decir aprovecha las fuerzas gravitacionales, implicando a que haya mayor potencia de energía en la condición, que la diferencia de altura sea mayor entre los puntos de almacenamiento y los puntos de empleo. “Para desplazar agua, ya sea en sentido descendente, ascendente u horizontal, se necesita energía. En un sistema de agua de flujo por gravedad la fuente de energía es la acción de la gravedad sobre el agua; es decir; el sistema se activa por medio de la energía gravitacional. Entonces la cantidad total de energía en el sistema quedará determinada por las alturas relativas de todos los puntos del sistema. Una vez construido todos estos puntos del sistema permanecerán inmóviles (enterrados en

el terreno) y sus alturas relativas no pueden variar. Por ello, para cualquier sistema, hay una cantidad fija, específica de energía gravitacional disponible para desplazar el agua” (Centro de Documentación - CENDOC/SUNASS, 1985).

### 1.11.2.10. Calidad de agua

Según, (MINSA/Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. DS N° 031-2010-SA., p. 38 y 39).

**Tabla 2**

*Límites permisibles microbiológicos de agua para el consumo humano.*

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Bacterias Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
2. E. Coli	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales.	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
5. Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	N° org/L	0
6. Virus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	N° org/L	0

UFC = Unidad formadora de colonias

(\*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = < 1,8 /100 ml

Fuente: MINSA / DS N° 031-2010-SA.

**Tabla 3**

*Limites fisicoquimicos permisibles del agua apta para el consumo humano.*

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Olor	---	Aceptable
2. Sabor	---	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
6. Conductividad (25°C)	µmho/cm	1 500
7. Sólidos totales disueltos	mgL <sup>-1</sup>	1 000
8. Cloruros	mg Cl <sup>-</sup> L <sup>-1</sup>	250
9. Sulfatos	mg SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> L <sup>-1</sup>	250
10. Dureza total	mg CaCO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	500
11. Amoníaco	mg N L <sup>-1</sup>	1,5
12. Hierro	mg Fe L <sup>-1</sup>	0,3
13. Manganeso	mg Mn L <sup>-1</sup>	0,4
14. Aluminio	mg Al L <sup>-1</sup>	0,2
15. Cobre	mg Cu L <sup>-1</sup>	2,0
16. Zinc	mg Zn L <sup>-1</sup>	3,0
17. Sodio	mg Na L <sup>-1</sup>	200

UCV = Unidad de color verdadero  
UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

Fuente: MINSA / DS N° 031-2010-SA.

#### 1.11.2.11. Sistema de abastecimiento de agua

Según, (MINSA/Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. DS N° 031-2010-SA., p. 24 y 25).

“Define como sistema de abastecimiento de agua para consumo humano, al conjunto de componentes hidráulicos e instalaciones físicas que son accionadas por procesos operativos, administrativos y equipos necesarios desde la captación hasta el suministro del agua mediante conexión domiciliaria, para un abastecimiento convencional cuyos componentes cumplan las normas de diseño del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento; así como aquellas modalidades que no se ajustan a esta definición, como el abastecimiento mediante camiones cisterna u otras alternativas, se entenderán como servicios en condiciones especiales”.



Así, “Los principales componentes hidráulicos en los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano, de acuerdo al tipo de suministro, son los siguientes:

- Estructuras de captación para aguas superficiales o subterráneas.
- Pozos.
- Reservorios.
- Cámaras de bombeos y rebombeo.
- Cámara rompe presión.
- Planta de tratamiento.
- Líneas de aducción, conducción y red de distribución.
- Punto de suministro.
- Otros.

#### **1.11.2.12. Tipos de redes de distribución**

##### **1.11.2.12.1. Sistema de circuito abierto.**

Según (Agüero, 1997, p. 94). Este tipo de red de distribución está compuesta por la tubería matriz o general de la cual se redistribuye a otros ramales que en su mayoría son tramos muertos que no se interconectan entre ellas. Cuyo sistema es empleado cuando la topografía obstaculiza la interconexión entre ramales y cuando las localidades tienen una distribución concadenada, y en los casos en las que las viviendas se encuentran desagrupadas.

La instalación de la tubería matriz se ubica a lo largo de una calle o de un área donde se encuentran la mayoría de las viviendas, de la cual se reparten las tuberías secundarias. En circunstancias, resulta poco relevante, puesto que el flujo está determinado en un solo sentido; en situaciones fortuitos de sufrir desperfectos puede cortar el servicio a parte de la población. La otra dificultad es que en los terminales de las conexiones secundarias se encuentran los puntos muertos, ósea, el agua ya no corre; sino que permanece detenida en los ductos, originando sabores y olores no agradables, por lo general se presentan en las zonas donde las viviendas están más alejadas. La estrategia para contrarrestar los estragos de los puntos muertos es instalar válvulas de purga con la finalidad de limpiar la tubería y evitar la contaminación generalizada del agua.

##### **1.11.2.12.2. Sistema de circuito cerrado.**

Para (Agüero, 1997, p. 97).

Comprende redes constituidas por tuberías interconectadas formando tejidos. Cuyas conexiones no presenta los puntos muertos; cuando se opera reparaciones en el tendido de

la tubería, se corta el servicio a sectores definidos, el área se puede reducir a una manzana, considerando la ubicación de las válvulas. Los tramos son suministrados por ambos extremos, logrando mínimas pérdidas de carga y por lo tanto requiere menores diámetros de tubería para llevar el agua; brinda mayor seguridad en caso de incendios ya que se podría cerrar las válvulas y conducir agua hacia el lugar del siniestro.

#### **1.11.2.13. Válvulas**

Según, (García, 2009, p.38). Las válvulas deberán soportar las presiones de diseño y ser instalados en cajas de concreto con tapas metálicas aseguradas para evitar su manipuleo por extraños al manejo del sistema. Las válvulas más usuales son:

##### **1.11.2.13.1. Válvula de compuerta**

Se instalará al inicio de la línea para el cierre del agua en caso se requiera realizar reparaciones en la línea.

##### **1.11.2.13.2. Válvula de aire**

Se utiliza para eliminar bolsones de aire en los lugares de contrapendiente, que de no eliminarse produce cavitaciones en la tubería. Se debe colocar en el punto más alto de la tubería.

##### **1.11.2.13.3. Válvulas de purga o limpia**

Se utiliza en sifones, en el punto más bajo para eliminar sedimentos.

##### **1.11.2.13.4. Válvulas de retención**

Se utiliza en línea de impulsión, para evitar el retroceso del agua, con el consiguiente vaciado del conducto y posibles daños a la bomba.

#### **1.11.2.14. Proceso del diseño del sistema de agua potable**

##### **1.11.2.14.1. Captación**

De acuerdo al, (MVCS/Reglamento Nacional de Edificaciones. II.3. Obras de Saneamiento. Norma OS.010).

El diseño de las obras deberá garantizar como mínimo la captación del caudal máximo diario necesario protegiendo a la fuente de la contaminación. Se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones generales:

### **Aguas Superficiales**

- a) Las obras de toma que se ejecuten en los cursos de aguas superficiales, en lo posible no deberán modificar el flujo normal de la fuente, deben ubicarse en zonas que no causen erosión o sedimentación y deberán estar por debajo de los niveles mínimos de agua en periodos de estiaje.
- b) Toda toma debe disponer de los elementos necesarios para impedir el paso de sólidos y facilitar su remoción, así como de un sistema de regulación y control. El exceso de captación deberá retornar al curso original.
- c) La toma deberá ubicarse de tal manera que las variaciones de nivel no alteren el funcionamiento normal de la captación.

### **Aguas Subterráneas**

El uso de las aguas subterráneas se determinará mediante un estudio a través del cual se evaluará la disponibilidad del recurso de agua en cantidad, calidad y oportunidad para el fin requerido.

#### **a) Pozos Profundos**

- Los pozos deberán ser perforados previa autorización de los organismos competentes del Ministerio de Agricultura, en concordancia con la Ley General de Aguas vigente. Así mismo, concluida la construcción y equipamiento del pozo se deberá solicitar licencia de uso de agua al mismo organismo.
- La ubicación de los pozos y su diseño preliminar serán determinados como resultado del correspondiente estudio hidrogeológico específico a nivel de diseño de obra. En la ubicación no sólo se considerará las mejores condiciones hidrogeológicas del acuífero sino también el suficiente distanciamiento que debe existir con relación a otros pozos vecinos existentes y/ o proyectados para evitar problemas de interferencias.
- El menor diámetro del forro de los pozos deberá ser por lo menos de 8 cm mayor que el diámetro exterior de los impulsores de la bomba por instalarse.
- Durante la perforación del pozo se determinará su diseño definitivo, sobre la base de los resultados del estudio de las muestras del terreno extraído durante la perforación y los correspondientes registros geofísicos. El ajuste del diseño se refiere sobre todo a la profundidad final de la perforación, localización y longitud de los filtros.
- Los filtros serán diseñados considerando el caudal de bombeo; la granulometría y espesor de los estratos; velocidad de entrada, así como la calidad de las aguas.

- La construcción de los pozos se hará en forma tal que se evite el arenamiento de ellos, y se obtenga un óptimo rendimiento a una alta eficiencia hidráulica, lo que se conseguirá con uno o varios métodos de desarrollo.
- Todo pozo, una vez terminada su construcción, deberá ser sometido a una prueba de rendimiento a caudal variable durante 72 horas continuas como mínimo, con la finalidad de determinar el caudal explotable y las condiciones para su equipamiento. Los resultados de la prueba deberán ser expresados en gráficos que relacionen la depresión con los caudales, indicándose el tiempo de bombeo.
- Durante la construcción del pozo y pruebas de rendimiento se deberá tomar muestras de agua a fin de determinar su calidad y conveniencia de utilización.

#### b) Pozos Excavados

- Salvo el caso de pozos excavados para uso doméstico unifamiliar, todos los demás deben perforarse previa autorización del Ministerio de Agricultura. Así mismo, concluida la construcción y equipamiento del pozo se deberá solicitar licencia de uso de agua al mismo organismo.
- El diámetro de excavación será aquel que permita realizar las operaciones de excavación y revestimiento del pozo, señalándose a manera de referencia 1,50 m.
- La profundidad del pozo excavado se determinará en base a la profundidad del nivel estático de la napa y de la máxima profundidad que técnicamente se pueda excavar por debajo del nivel estático.
- El revestimiento del pozo excavado deberá ser con anillos ciego de concreto del tipo deslizante o fijo, hasta el nivel estático y con aberturas por debajo de él.
- En la construcción del pozo se deberá considerar una escalera de acceso hasta el fondo para permitir la limpieza y mantenimiento, así como para la posible profundización en el futuro.
- El motor de la bomba puede estar instalado en la superficie del terreno o en una plataforma en el interior del pozo, debiéndose considerar en este último caso las medidas de seguridad para evitar la contaminación del agua.
- Los pozos deberán contar con sellos sanitarios, cerrándose la boca con una tapa hermética para evitar la contaminación del acuífero, así como accidentes personales. La cubierta del pozo deberá sobresalir 0,50 m como mínimo, con relación al nivel de inundación.

- Todo pozo, una vez terminada su construcción, deberá ser sometido a una prueba de rendimiento, para determinar su caudal de explotación y las características técnicas de su equipamiento.
- Durante la construcción del pozo y pruebas de rendimiento se deberá tomar muestras de agua a fin de determinar su calidad y conveniencia de utilización.

#### c) Galerías Filtrantes

- Las galerías filtrantes serán diseñadas previo estudio, de acuerdo a la ubicación del nivel de la napa, rendimiento del acuífero y al corte geológico obtenido mediante excavaciones de prueba.
- La tubería a emplearse deberá colocarse con juntas no estancas y que asegure su alineamiento.
- El área filtrante circundante a la tubería se formará con grava seleccionada y lavada, de granulometría y espesor adecuado a las características del terreno y a las perforaciones de la tubería.
- Se proveerá cámaras de inspección espaciadas convenientemente en función del diámetro de la tubería, que permita una operación y mantenimiento adecuado.
- La velocidad máxima en los conductos será de 0,60 m/s.
- La zona de captación deberá estar adecuadamente protegida para evitar la contaminación de las aguas subterráneas.
- Durante la construcción de las galerías y pruebas de rendimiento se deberá tomar muestras de agua a fin de determinar su calidad y la conveniencia de utilización.

#### d) Manantiales

- La estructura de captación se construirá para obtener el máximo rendimiento del afloramiento.
- En el diseño de las estructuras de captación, deberán preverse válvulas, accesorios, tubería de limpieza, rebose y tapa de inspección con todas las protecciones sanitarias correspondientes.
- Al inicio de la tubería de conducción se instalará su correspondiente canastilla.
- La zona de captación deberá estar adecuadamente protegida para evitar la contaminación de las aguas.
- Deberá tener canales de drenaje en la parte superior y alrededor de la captación para evitar la contaminación por las aguas superficiales.

#### 1.11.2.14.2. Conducción

De acuerdo al, (MVCS/Reglamento Nacional de Edificaciones. II.3. Obras de Saneamiento. Norma OS.010).

Se denomina obras de conducción a las estructuras y elementos que sirven para transportar el agua desde la captación hasta al reservorio o planta de tratamiento. La estructura deberá tener capacidad para conducir como mínimo, el caudal máximo diario.

##### a) Conducción por Gravedad

- Canales

- Las características y material con que se construyan los canales serán determinados en función al caudal y la calidad del agua.
- La velocidad del flujo no debe producir depósitos ni erosiones y en ningún caso será menor de 0,60 m/s
- Los canales deberán ser diseñados y construidos teniendo en cuenta las condiciones de seguridad que garanticen su funcionamiento permanente y preserven la cantidad y calidad del agua.

- Tuberías

- Para el diseño de la conducción con tuberías se tendrá en cuenta las condiciones topográficas, las características del suelo y la climatología de la zona a fin de determinar el tipo y calidad de la tubería.
- La velocidad mínima no debe producir depósitos ni erosiones, en ningún caso será menor de 0,60 m/s
- La velocidad máxima admisible será: En los tubos de concreto 3 m/s y en tubos de asbesto-cemento, acero y PVC 5 m/s

Para otros materiales deberá justificarse la velocidad máxima admisible.

- Para el cálculo hidráulico de las tuberías que trabajen como canal, se recomienda la fórmula de Manning, con los siguientes coeficientes de rugosidad: Asbesto-cemento y PVC 0,010, y Hierro Fundido y concreto 0,015
- Para el cálculo de las tuberías que trabajan con flujo a presión se utilizarán fórmulas racionales. En caso de aplicarse la fórmula de Hazen y Williams, se utilizarán los coeficientes de fricción que se establecen en la siguiente tabla. Para el caso de tuberías no consideradas, se deberá justificar técnicamente el valor utilizado.

**Tabla 4**

*Coefficientes de Fricción «C» en la fórmula de Hazen y Williams.*

TIPO DE TUBERIA	«C»
Acero sin costura	120
Acero soldado en espiral	100
Cobre sin costura	150
Concreto	110
Fibra de vidrio	150
Hierro fundido	100
Hierro fundido con revestimiento	140
Hierro galvanizado	100
Polietileno, Asbesto Cemento	140
Poli(cloruro de vinilo)(PVC)	150

Fuente: (MVCS/Reglamento Nacional de Edificaciones.

II.3. Obras de Saneamiento. Norma OS.010).

- Accesorios

- Válvulas de aire. En las líneas de conducción por gravedad y/o bombeo, se colocarán válvulas extractoras de aire cuando haya cambio de dirección en los tramos con pendiente positiva. En los tramos de pendiente uniforme se colocarán cada 2.0 km como máximo. Si hubiera algún peligro de colapso de la tubería a causa del material de la misma y de las condiciones de trabajo, se colocarán válvulas de doble acción (admisión y expulsión). El dimensionamiento de las válvulas se determinará en función del caudal, presión y diámetro de la tubería.
- Válvulas de purga. Se colocará válvulas de purga en los puntos bajos, teniendo en consideración la calidad del agua a conducirse y la modalidad de funcionamiento de la línea. Las válvulas de purga se dimensionarán de acuerdo a la velocidad de drenaje, siendo recomendable que el diámetro de la válvula sea menor que el diámetro de la tubería.
- Estas válvulas deberán ser instaladas en cámaras adecuadas, seguras y con elementos que permitan su fácil operación y mantenimiento.

b) Conducción por Bombeo

- Para el cálculo de las líneas de conducción por bombeo, se recomienda el uso de la fórmula de Hazen y Williams. El dimensionamiento se hará de acuerdo al estudio del diámetro económico.
- Se deberá considerar las mismas recomendaciones para el uso de válvulas de aire y de purga del punto “accesorios”, líneas arriba.

### c) Consideraciones Especiales

- En el caso de suelos agresivos o condiciones severas de clima, deberá considerarse tuberías de material adecuado y debidamente protegido.
- Los cruces con carreteras, vías férreas y obras de arte, deberán diseñarse en coordinación con el organismo competente.
- Deberá diseñarse anclajes de concreto simple, concreto armado o de otro tipo en todo accesorio, o válvula, considerando el diámetro, la presión de prueba y condición de instalación de la tubería.
- En el diseño de toda línea de conducción se deberá tener en cuenta el golpe de ariete.

#### 1.11.2.14.3. Tuberías y accesorios de impulsión

Según, (OPS/Guías para el diseño de estaciones de bombeo de agua potable, 2005, p.37 y 38).

El diámetro de la tubería de impulsión deberá ser determinado en base a un análisis técnico económico; teóricamente puede asumir cualquier valor; sin embargo, existe un valor para el cual cumple los criterios mencionados.

El análisis debe considerar que, si el diámetro adoptado es grande, la pérdida de carga en la tubería será pequeña y por tanto la potencia de la bomba será reducida; consecuentemente el costo de la bomba será reducido, pero el de la tubería de impulsión será elevado. El análisis inverso también es valedero, es decir, si adoptamos un diámetro pequeño, al final, el costo de la tubería de impulsión será reducido y el de la bomba será elevado.

El cálculo de la tubería de impulsión para sistemas que trabajan continuamente se puede calcular empleado la fórmula de Bresse:

$$D = K\sqrt{Q}$$

Donde:

D = Diámetro económico, m.

K = Coeficiente entre 0.9-4.0.

Q = Caudal de bombeo, m<sup>3</sup> /s.

De acuerdo a esta fórmula la medición de una línea de impulsión se hace básicamente por imposiciones económicas, por tanto, el valor del coeficiente K es consecuencia del precio de la energía eléctrica, de los materiales y de las máquinas empleadas en las instalaciones, variando por esto con el tiempo y con la región considerada.



Tratándose de instalaciones pequeñas, como son las que existen en el área rural, la fórmula de Bresse puede llevar a un diámetro aceptable. Para el caso de grandes instalaciones, dará una primera aproximación y es conveniente un análisis económico, en el cual sean investigados los diámetros más próximos inferiores y superiores.

Para estaciones que no son operadas las 24 horas del día, el diámetro económico viene dado por la siguiente expresión:

$$D = 1.3\lambda^{\frac{1}{4}}\sqrt{Q}$$

Donde:

$$\lambda = \frac{\text{Número de horas de bombeo}}{24}$$

En el diseño y cálculo de tuberías de impulsión, además, se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Dotar al sistema de los dispositivos que aseguren los riesgos debido al fenómeno del golpe de ariete.
- A la salida de la bomba debe proyectarse una válvula de retención y una de compuerta. Asimismo, debe considerarse la instalación de uniones flexibles para mitigar los efectos de vibración.
- En todo cambio de dirección debe considerarse elementos de anclaje y sujeción.
- El diámetro de las tuberías largas, debe ser calculado con velocidades relativamente bajas, generalmente entre 0,65 a 1,50 m/s.
- El diámetro de la tubería de impulsión, para distancias cortas, debe calcularse para velocidades mayores, que esté entre 1,50 a 2,00 m/s.

La tubería de impulsión no debe ser diseñada con cambios bruscos de dirección de flujo. Deben instalarse los dispositivos necesarios para evitar el contra flujo del agua, cuando la bomba deja de trabajar o en caso de que exista falla eléctrica.

#### **1.11.2.14.4. Tratamiento**

De acuerdo al, (MVCS/Reglamento Nacional de Edificaciones. II.3. Obras de Saneamiento. Norma OS.020).

El tratamiento de agua es la remoción por métodos naturales o artificiales de todas las materias objetables presentes en el agua, para alcanzar las metas especificadas en las normas de calidad de agua para consumo humano.

### Procesos de tratamiento.

- a) Deberá efectuarse un levantamiento sanitario de la cuenca.
- b) Para fines de esta norma, se debe considerar los siguientes tipos de aguas naturales para abastecimiento público.

Tipo I: Aguas subterráneas o superficiales provenientes de cuencas, con características básicas definidas en el cuadro 1 y demás características que satisfagan los patrones de potabilidad.

Tipo II-A: Aguas subterráneas o superficiales provenientes de cuencas, con características básicas definidas en el cuadro 1 y que cumplan los patrones de potabilidad mediante un proceso de tratamiento que no exija coagulación.

Tipo II-B: Aguas superficiales provenientes de cuencas, con características básicas definidas en el cuadro 1 y que exijan coagulación para poder cumplir con los patrones de potabilidad.

**Tabla 5**

*Patrones de potabilidad del agua según su fuente.*

Parámetro	TIPO I	TIPO II - A	TIPO II - B
DBO <sub>media</sub> (mg/L)	0 - 1,5	1,5 - 2,5	2,5 - 5
DBO <sub>máxima</sub> (mg/L)	3	4	5
* Coliformes totales	< 8,8	< 3000	< 20000
* Coliformes termoresistentes (+)	0	< 500	< 4000

\* En el 80% de un número mínimo de 5 muestras mensuales.  
 (+) Anteriormente denominados coliformes fecales.

Fuente: MVCS/Reglamento Nacional de Edificaciones. II.3. Obras de Saneamiento. Norma OS.020

### El tratamiento mínimo para cada tipo de agua es el siguiente:

Tipo I: Desinfección

Tipo II-A: Desinfección y además:

- (a) Decantación simple para aguas que contienen sólidos sedimentables, cuando por medio de este proceso sus características cumplen los patrones de potabilidad, o

(b) Filtración, precedida o no de decantación para aguas cuya turbiedad natural, medida a la entrada del filtro lento, es siempre inferior a 40 unidades nefelométricas de turbiedad (UNT), siempre que sea de origen coloidal, y el color permanente siempre sea inferior a 40 unidades de color verdadero, referidas al patrón de platino cobalto.

Tipo II-B: Coagulación, seguida o no de decantación, filtración en filtros rápidos y desinfección.

### **Obras de arte en una planta de tratamiento**

**Mescladores:** La función principal es la dispersión instantánea del coagulante en toda la proporción de agua que se va a tratar. La mezcla debe homogenizarse, con el objeto de desestabilizar todas las partículas presentes en el agua y optimizar el proceso de coagulación. La eficiencia de todo el sistema, depende de la coagulación, por ello es considerado el proceso más importante en una planta de filtración rápida. No importa que los demás procesos siguientes sean muy eficientes, si la coagulación es defectuosa, consecuentemente la eficiencia final del sistema es baja.

Dicha eficiencia de la coagulación depende de la dosificación y de la mezcla rápida. En la unidad de mezcla la aplicación del coagulante debe ser constante y distribuirse de manera uniforme en toda la sección. Debe existir una fuerte turbulencia para que la mezcla del coagulante y la masa de agua se dé en forma instantánea.

### **Floculador:**

Estructura diseñada para crear condiciones adecuadas para aglomerar las partículas desestabilizadas en la coagulación y obtener flóculos grandes y pesados que decanten con rapidez y que sean resistentes a los esfuerzos cortantes que se generan en el lecho filtrante.

**Decantador:** Con la colocación de placas paralelas o módulos de diferentes tipos en la zona de sedimentación, se obtiene en estas unidades una gran superficie de deposición para los lodos, con lo cual se logra disminuir apreciablemente el área superficial de los tanques.

**Filtros:** Los filtros son las unidades más complejas de una planta de tratamiento de agua. Su correcta concepción depende de la interrelación que exista entre las características de la suspensión afluente y los rasgos del medio filtrante, para que predominen los mecanismos

de filtración apropiados que darán como resultado la máxima eficiencia posible. El trabajo experimental mediante un filtro piloto es la forma más segura de seleccionar las características de la unidad y los parámetros de diseño para una suspensión determinada.

El segundo punto en importancia para optimizar el diseño del filtro es un buen conocimiento de la hidráulica de la unidad. Las evaluaciones efectuadas de estas unidades en toda América Latina indican que es en este terreno que se suelen inscribir las deficiencias más notables en la concepción de los proyectos.

**Desinfección:** Establece las condiciones de aplicación del cloro como agente desinfectante para el agua, su dosificación y extracción de los cilindros.

#### **1.11.2.14.5. Red de distribución**

De acuerdo al, (MVCS/Reglamento Nacional de Edificaciones. II.3. Obras de Saneamiento. Norma OS.050).

a) Disposiciones específicas para diseño

- Caudal de diseño

La red de distribución se calculará con la cifra que resulte mayor al comparar el gasto máximo horario con la suma del gasto máximo diario más el gasto contra incendios para el caso de habilitaciones en que se considere demanda contra incendio.

- Análisis hidráulico

Las redes de distribución se proyectarán, en principio, en circuito cerrado formando malla. Su dimensionamiento se realizará en base a cálculos hidráulicos que aseguren caudal y presión adecuada en cualquier punto de la red. Para el análisis hidráulico del sistema de distribución, podrá utilizarse el método de Hardy Cross o cualquier otro equivalente. Para el cálculo hidráulico de las tuberías, se utilizarán fórmulas racionales. En caso de aplicarse la fórmula de Hazen y Williams, se utilizarán los coeficientes de fricción que se establecen en la siguiente tabla. Para el caso de tuberías no contempladas, se deberá justificar técnicamente el valor utilizado.

**Tabla 6***Coefficiente de fricción "C" Hazen-Williams.*

<b>Los coeficientes de fricción ("C" de Hazen-Williams) considerados en el cálculo hidráulico.</b>	
Tipo de Tubería	C
Acero sin costura	120
Acero soldado en espiral	100
Cobre sin costura	150
Concreto	110
Fibra de vidrio	150
Hierro fundido	100
Hierro fundido con revestimiento	140
Hierro galvanizado	100
Polietileno, Asbesto Cemento	140
Policloruro de vinilo (PVC)	150

Fuente: MVCS/Reglamento Nacional de Edificaciones. II.3. Obras de Saneamiento. Norma OS.050.

- **Diámetro mínimo**

El diámetro mínimo será de 75 mm para uso de vivienda y de 150 mm de diámetro para uso industrial. En casos excepcionales, debidamente fundamentados, podrá aceptarse tramos de tuberías de 50 mm de diámetro, con una longitud máxima de 100 m si son alimentados por un solo extremo ó de 200 m si son alimentados por los dos extremos, siempre que la tubería de alimentación sea de diámetro mayor y dichos tramos se localicen en los límites inferiores de las zonas de presión. En los casos de abastecimiento por piletas el diámetro mínimo será de 25 mm.

- **Velocidad**

La velocidad máxima será de 3 m/s. En casos justificados se aceptará una velocidad máxima de 5 m/s.

- **Presiones**

La presión estática no será mayor de 50 m en cualquier punto de la red. En condiciones de demanda máxima horaria, la presión dinámica no será menor de 10 m. En caso de abastecimiento de agua por piletas, la presión mínima será 3,50 m a la salida de la pileta.

- Ubicación

En las calles de 20 m de ancho o menos, se proyectará una línea a un lado de la calzada y de ser posible en el lado de mayor altura, a menos que se justifique la instalación de 2 líneas paralelas. En las calles y avenidas de más de 20 m de ancho se proyectará una línea a cada lado de la calzada. La distancia mínima entre los planos verticales tangentes más próximos de una tubería de agua para consumo humano y una tubería de aguas residuales, instaladas paralelamente, será de 2 m, medido horizontalmente. La distancia entre el límite de propiedad y el plano vertical tangente más próximo al tubo no será menor de 0,80 m. En las vías peatonales, pueden reducirse las distancias entre tuberías y entre éstas y el límite de propiedad, así como los recubrimientos siempre y cuando:

- Se diseñe protección especial a las tuberías para evitar su fisuramiento o ruptura.
- Si las vías peatonales presentan elementos (bancas, jardines, etc.) que impidan el paso de vehículos.

En vías vehiculares, las tuberías de agua potable deben proyectarse con un recubrimiento mínimo de 1 m sobre la clave del tubo. Recubrimientos menores, se deben justificar.

- Válvulas.

La red de distribución estará provista de válvulas de interrupción que permitan aislar sectores de redes no mayores de 500 m de longitud. Se proyectarán válvulas de interrupción en todas las derivaciones para ampliaciones. Las válvulas deberán ubicarse, en principio, a 4 m de la esquina o su proyección entre los límites de la calzada y la vereda. Las válvulas utilizadas tipo reductoras de presión, aire y otras, deberán ser instaladas en cámaras adecuadas, seguras y con elementos que permitan su fácil operación y mantenimiento. Toda válvula de interrupción deberá ser instalada en un alojamiento para su aislamiento, protección y operación. Deberá evitarse los «puntos muertos» en la red, de no ser posible, en aquellos de cotas más bajas de la red de distribución, se deberá considerar un sistema de purga.

- Hidrantes contra incendio.

Los hidrantes contra incendio se ubicarán en tal forma que la distancia entre dos de ellos no sea mayor de 300 m. Los hidrantes se proyectarán en derivaciones de las tuberías de 100 mm de diámetro o mayores y llevarán una válvula de interrupción.

- Anclajes.

Deberá diseñarse anclajes de concreto simple, concreto armado o de otro tipo en todo accesorio de tubería, válvula e hidrantes contra incendio, considerando el diámetro, la presión de prueba y el tipo de terreno donde se instalarán.

#### b) Conexión predial

- Diseño Deberán proyectarse conexiones prediales simples o múltiples de tal manera que cada unidad de uso cuente con un elemento de medición y control.
- Elementos de la conexión. Deberá considerarse:
  - Elemento de medición y control: Caja de medición.
  - Elemento de conducción: Tuberías.
  - Elemento de empalme.
- Ubicación El elemento de medición y control se ubicará a una distancia entre 0,30 m a 0,80 m del límite de propiedad izquierdo o derecho, en área pública o común de fácil y permanente acceso a la entidad prestadora de servicio.
- Diámetro mínimo El diámetro mínimo de la conexión predial será de 12,50 mm.

### **1.11.2.15. Período de diseño y estudios de población**

#### **1.11.2.15.1. Período de diseño**

Según, (MVCS/Parámetros de diseño de infraestructura de agua y saneamiento para centros poblados, 2004, p.8). Los periodos de diseño de los diferentes componentes del sistema se determinarán considerando los siguientes factores:

- a) Vida útil de las estructuras y equipos.
- b) Grado de dificultad para realizar la ampliación de la infraestructura.
- c) Crecimiento poblacional.
- d) Economía de escala.

Los periodos de diseño máximos recomendables, son los siguientes.

- a) Capacidad de las fuentes de abastecimiento: 20 años
- b) Obras de captación: 20 años
- c) Pozos: 20 años
- d) Plantas de tratamiento de agua de consumo humano, reservorio: 20 años.
- e) Tuberías de conducción, impulsión, distribución: 20 años
- f) Equipos de bombeo: 10 años
- g) Caseta de bombeo: 20 años

#### **1.11.2.15.2. Cálculo de la población futura**

Según, (García, 2009, p.11). La población actual se obtendrá de la información de las autoridades locales, relacionándolo con los censos y con el conteo de viviendas y

considerando los criterios indicados en el capítulo de información básica. La población futura, se obtendrá con la fórmula siguiente:

$$Pf=Pa ((1+rt))/1000$$

Donde:

Pf: Población futura.

Pa: Población actual

r: Tasa de crecimiento anual por mil

t: N° de años

#### 1.11.2.16. Dotación y consumo de agua

Según, **DIGESA**. La dotación de agua se expresa en litros por personas al día (lppd), recomienda para el medio rural los siguientes parámetros.

**Tabla 7**

*Dotación de agua en zonas rurales.*

<b>Zona</b>	<b>Módulo (lppd)</b>
Sierra	50
Costa	60
Selva	70

Fuente: DIGESA

- La **OMS** recomienda los parámetros siguientes:

**Tabla 8**

*Dotación de agua según la OMS.*

<b>Población</b>	<b>Clima</b>	
	Frío	Cálido
Rural	100	100
2,000 – 10,000	120	150
10,000 – 50,000	150	200
50,000	200	250

Fuente: OMS



- En el Fondo Perú Alemania, se ha considerado las dotaciones siguientes:

**Tabla 9**

*Dotación de agua según el Fondo Perú Alemania.*

<b>Tipo de proyecto</b>	<b>Dotación (lppd)</b>
Agua potable domiciliaria con alcantarillado.	100
Agua potable domiciliaria con letrinas.	50
Agua potable con piletas.	30

Fuente: Fondo Perú Alemania.

\* lppd = litros por persona al día.

La tendencia a mediano plazo es que las letrinas cambien a alcantarillado y las piletas a instalaciones domiciliarias, por tanto, en lo posible, se recomienda diseñar instalaciones a futuro con dotaciones de 100 lppd. En el caso de colegios, el caudal de diseño considera un incremento de 50 litros por alumno y en el caso de industrias se realizará un análisis específico. En los módulos de consumo, por supuesto no está incluido el riego de huertos o la dotación de agua al ganado sobre todo al vacuno que consume aproximadamente 40 a 50 litros por cabeza. El proyectista deberá evaluar este aspecto incrementando el módulo o advirtiéndolo para que se tome medidas en la JASS para su prohibición en estos usos. En este último caso, se deberá evaluar con los beneficiarios del proyecto la decisión de usar micro medidores, para el control del uso del agua con tarifas de acuerdo al consumo.

#### **1.11.2.17. Consumo promedio diario anual**

Según, DIGESA. Los parámetros para un proyecto de agua potable son los siguientes:

- a) Caudal medio diario (Qm).
- b) Caudal máximo diario (Q max.d)
- c) Caudal máximo horario (Q max.h)

Para el cálculo, se considera las relaciones siguientes:

$$Q_m = (\text{módulo de consumo} * \text{poblaciones futuras}) / (86,400 \text{ seg (24hrs)})$$

$$Q_{\text{max d}} = 1.3 Q_m$$

$$Q_{\text{max h}} = 2.0 Q_m$$

### 1.11.2.18. Criterios de diseño

Según, MVCS/Reglamento Nacional de Edificaciones. II.3. Obras de Saneamiento. Norma OS.050. El dimensionamiento de la red se realizará en base a cálculos hidráulicos que aseguren el caudal y la presión adecuada en cualquier punto de la red. Las redes de distribución o conducción se proyectarán, siempre que sea posible, conformando un circuito cerrado (malla). El cálculo hidráulico del sistema de distribución se realizará mediante el método de Hardy Cross o cualquier otro método equivalente, mientras que el cálculo hidráulico de las tuberías se realizará mediante la fórmula de Hazen – Williams.

#### 1.11.2.18.1. Criterios de diseño recomendados para un sistema de abastecimiento de agua potable.

##### 1.11.2.18.1.1. Presiones de servicio requeridos para un sistema de abastecimiento de agua potable.

Las presiones requeridas se presentan en la tabla siguiente:

**Tabla 10**

*Presiones de servicio requeridos para el sistema de agua potable.*

<b>Presiones de servicio en el sistema</b>	<b>m.c.a*</b>
Presión Estática Máxima en la Red de distribución	50
Presión Mínima en la Red de distribución	10-15
Presión en Piletas Publicas (Sistema Rural- Redes abiertos)	3.5
Presión Mínima de Llegada al Reservorio	15

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones.

\* m.c.a: metros de columna de agua

### 1.11.2.19. Criterios para ubicar la cámara rompe presión.

Para el caso de la línea de conducción, según las Normas Técnicas Peruanas y la Norma ISO-4422, las presiones máximas de trabajo de la tubería están en función de la clase o serie de la tubería elegida. Las cámaras de romper presión en la red de distribución serán ubicadas a cada 50 metros de desnivel una de la otra.

**Tabla 11***Presión nominal según clase de tuberías NTP-ISO 4422*

Serie (ISO 4422)	Clase de tubería (NTP-I TINTEC)	Presión nominal (m.c.a)
20	5	50
13.3	7.5	75
10	10	100
6.6	15	150

Fuente: Sistema Presión NTP-ISO 4422

**Diámetros mínimos de tubería en el sistema de agua potable.**

**DIGESA-MINSA**, recomienda que para los sistemas de agua potable se utilice diámetros mínimos, el cuadro siguiente presenta los diámetros mínimos.

**Tabla 12***Diámetros mínimos de tubería en el sistema de agua potable.*

Diámetro Min.	Sistema	Normas
3/4"	Línea de conducción	MINSA-DIGESA
3/4"	Rural (Sistema Abierto)	MINSA-DIGESA
2"	Urbano (Sistema Cerrado)	RNC-S.122.5.c

**MINSA-DIGESA:** El Diámetro mínimo de tubería para poblaciones rurales y urbano marginales es de 3/4"

**RNE-S.122.5.:** Considera diámetro mínimo de tuberías: 2".

**Rango de velocidades permisibles en el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable.**

**DIGESA-MINSA**, recomienda tener en cuenta el empleo de velocidades máximas en un sistema de agua potable, que se presentan en el cuadro siguiente.

**Tabla 13***Rango de velocidades permisibles de diseño en el sistema.*

Red	velocidad (m/s)
Línea de conducción	$0.60 \leq Vd. \leq 5.00$
Red de Aducción Distribución	$0.60 \leq Vd. \leq 5.00$

Fuente: DIGESA-MINSA

**Tabla 14**

*Diámetros y equivalencias comerciales de tubería. NTP-ISO4422.*

<b>Diámetro</b> <b>INTITEC: pulg</b>	<b>NTP – ISO</b> <b>4422 (mm)</b>	<b>Diámetro</b> <b>INTITEC: pulg</b>	<b>NTP – ISO 4422 (mm)</b>
2	63	6	160
2 ½	75	8	200
3	90	10	250
4	100	12	315
5	140	14	355
		16	400

**Fuente:** “Sistema de presión NTP-ISO 4422”

### **Diseño hidráulico de la red de aducción y red de distribución.**

#### **Análisis hidráulico.**

Según, **MVCS/Reglamento Nacional de Edificaciones. II.3. Obras de Saneamiento. Norma OS.050.** Las redes de distribución se proyectarán, en principio, en circuito cerrado formando malla. Su dimensionamiento se realizará en base a cálculos hidráulicos que aseguren caudal y presión adecuada en cualquier punto de la red.

Para el análisis hidráulico del sistema de distribución, podrá utilizarse el método de Hardy Cross o cualquier otro equivalente.

#### **Diámetro mínimo de tubería.**

Según **RNE**, el diámetro mínimo será de 75 mm para ser usado en las instalaciones de agua en una vivienda y de 150 mm de diámetro para uso industrial.

#### **Velocidad del agua.**

Según **RNE**, recomienda utilizar la velocidad máxima: 3 m/s.

En casos justificados se aceptará velocidades máximas de: 5 m/s.

#### **Presiones.**

Según el **RNE**, la presión estática no será mayor de 50 m en cualquier punto de la red. En condiciones de demanda máxima horaria, la presión dinámica no será menor de 10 m.

### **Ubicación de la tubería.**

Según el **RNE**, en las calles de 20 m de ancho o menos, se proyectará una línea a un lado de la calzada y de ser posible en el lado de mayor altura, a menos que se justifique la instalación de 2 líneas paralelas.

En las calles y avenidas de más de 20 m de ancho se proyectará una línea a cada lado de la calzada.

### **Válvulas.**

Según **RNE**, la red de distribución estará provista de válvulas de interrupción que permitan aislar sectores de redes no mayores de 500 m de longitud.

Contará con válvula de interrupción después del empalme a la tubería principal, con la finalidad de aislar el conjunto de lotes que abastece el ramal condominal.

### **Watercad**

El software WATERCAD es propiedad y uno de los más populares de la empresa de softwares Bentley Systems, Incorporated. Este software permite el análisis y la modelación hidráulica de sistemas o redes a presión. El algoritmo de cálculo en el cual se basa el software es el método de gradiente hidráulico (conocido como el método de la red simultánea) el cual permite el análisis hidráulico de redes. WATERCAD ofrece todas las herramientas de análisis hidráulico en régimen permanente de redes a presión (da la posibilidad de modelar cualquier fluido newtoniano) como son: El análisis en periodo estático (Steady State), periodo extendido (EPS), análisis de flujo contra incendio (Fire Flow Analysis) y análisis de calidad (Water Quality) (24)

Según **ICG**; WaterCad, es un programa virtual que modela y diseña las redes de distribución de agua, simula las características hidráulicas de un red en circuito cerrado y abierto de las redes de distribución. La red de distribución se caracteriza por la instalación de tramos de tuberías y nudos (puntos de salida y unión de tramos de tubería).

**Nudos:** según **ICG**, son puntos de encuentro de tramos y puntos donde se presenta cambios de diámetros, o la salida, o ingreso de agua; la información requerida es la cota de terreno, el caudal que ingresa o sale de nudo.

Ingreso de dato al programa WaterCad, Caudal.

Numero de vivienda por cada manzana.

Longitud del tramo donde será instalada las tuberías.

Coefficiente de fricción.

Tipo de material de tubería.

### **1.11.3. Definición de términos básicos**

**Agua potable.** – “Agua apta para el consumo humano” (MVCS/Reglamento Nacional de Edificaciones. II.3. Obras de Saneamiento. Norma OS.020).

**Calidad de agua.** – “Características físicas, químicas, y bacteriológicas del agua que la hacen aptas para el consumo humano, sin implicancias para la salud, incluyendo apariencia, gusto y olor” (MVCS/Reglamento Nacional de Edificaciones. II.3. Obras de Saneamiento. Norma OS.010).

**Caudal máximo diario.** – “Caudal más alto en un día, observado en el periodo de un año, sin tener en cuenta los consumos por incendios, pérdidas, etc” (MVCS/Reglamento Nacional de Edificaciones. II.3. Obras de Saneamiento. Norma OS.010).

**Cloro residual libre.** – “Cantidad de cloro presente en el agua en forma de ácido hipocloroso e hipoclorito que debe quedar en el agua de consumo humano para proteger de posible contaminación microbiológica, posterior a la cloración como parte del tratamiento” (MINSA/Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. DS N° 031-2010-SA.p. 10).

**Estaciones de bombeo.** – “Las estaciones de bombeo son un conjunto de estructuras civiles, equipos, tuberías y accesorios, que toman el agua directa o indirectamente de la fuente de abastecimiento y la impulsan a un reservorio de almacenamiento o directamente a la red de distribución” (OPS/Guías para el diseño de estaciones de bombeo de agua potable, 2005, p.4).

**Filtros.** – “Es la rejilla del pozo que sirve como sección de captación de un pozo que toma el agua de un acuífero de material no consolidado” (MVCS/Reglamento Nacional de Edificaciones. II.3. Obras de Saneamiento. Norma OS.010).

**Levantamiento sanitario.** – “Evaluación de fuentes de contaminación existentes y potenciales, en términos de cantidad y calidad, del área de aporte de la cuenca aguas arriba

del punto de captación” (MVCS/Reglamento Nacional de Edificaciones. II.3. Obras de Saneamiento. Norma OS.020).

**Parámetros microbiológicos.** – “Son los microorganismos indicadores de contaminación y/o microorganismos patógenos para el ser humano analizados en el agua de consumo humano” (MINSA/Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. DS N° 031-2010-SA.p. 10).

**Parámetros organolépticos.** – “Son los parámetros físicos, químicos y/o microbiológicos cuya presencia en el agua para consumo humano pueden ser percibidos por el consumidor a través de su percepción sensorial” (MINSA/Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. DS N° 031-2010-SA.p. 10).

**Parámetros inorgánicos.** – “Son los compuestos formados por distintos elementos pero que no poseen enlaces carbono-hidrógeno analizados en el agua de consumo humano” (MINSA/Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. DS N° 031-2010-SA.p. 10).

**Sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano.** – “Conjunto de componentes hidráulicos e instalaciones físicas que son accionadas por procesos operativos, administrativos y equipos necesarios desde la captación hasta el suministro del agua” (MINSA/Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. DS N° 031-2010-SA.p. 11).

**Sistema de tratamiento de agua.** – “Conjunto de componentes hidráulicos; de unidades de procesos físicos, químicos y biológicos; y de equipos electromecánicos y métodos de control que tiene la finalidad de producir agua apta para el consumo humano” (MINSA/Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. DS N° 031-2010-SA.p. 11).

**Tratamiento de agua.** – “Remoción por métodos naturales o artificiales de todas las materias objetables presentes en el agua, para alcanzar las metas especificadas en las normas de calidad de agua para consumo humano” (MVCS/Reglamento Nacional de Edificaciones. II.3. Obras de Saneamiento. Norma OS.020).

**Ubicación de la estación de bombeo.-** “La ubicación de la estación de bombeo debe ser seleccionada de tal manera que permita un funcionamiento seguro y continuo, para lo cual se tendrá en cuenta los siguientes factores: Fácil acceso en las etapas de construcción, operación y mantenimiento; protección de la calidad del agua de fuentes contaminantes ;protección de inundaciones, deslizamientos, huaycos y crecidas de ríos; eficiencia hidráulica del sistema de impulsión o distribución; disponibilidad de energía eléctrica, de combustión u otro tipo; topografía del terreno; y características de los suelos” **(OPS/Guías para el diseño de estaciones de bombeo de agua potable, 2005, p.3).**

#### **1.11.4. Hipótesis a demostrar.**

Con el diseño óptimo de todos los componentes del sistema de agua potable y saneamiento básico mejorara la calidad de vida, reduciendo el alto índice de las enfermedades gastrointestinales, parasitarias y dérmicas en la localidad de Alianza; distrito del Pongo de Caynarachi, provincia de San Martín, región San Martín.



## CAPÍTULO II

### MATERIAL Y MÉTODOS

#### 2.1. Materiales

##### 2.1.1. Recursos humanos.

Para el presente trabajo de investigación se contará con la colaboración del siguiente personal.

- 2 tesistas.
- 1 asesor docente de la facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín.

##### 2.1.2. Recursos materiales.

#### Cuadro 1

*Descripción de los recursos materiales.*

<b>Código de partida</b>	<b>Denominación de la partida</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo total</b>
Personal					
<b>Bienes</b>					
2.3.1.5.1.2.	Resaltador Faber Castell	Unidad	4	3	12
	Papel Bond A4	Millar	2	30	60
	Folder	Unidad	12	0.5	6
	Lapiceros	Unidad	12	1	12
	Lápices	Unidad	12	0.5	6
	Borrador	Unidad	12	0.5	6
	Corrector	Unidad	6	2	12
2.3.2.6.1.	USB	Unidad	1	30	30
<b>Sub Total</b>					<b>194</b>

<b>Servicios</b>					
2.3.2.5.1.2.	Internet	Mes	5	30	150
	Telefonía Celular	Mes	5	30	150
	Fotocopias	Unidad	800	0.1	80
	Anillado	Unidad	8	7	56
	Validación de Instrumentos	Veces	2	400	800
	Estudios Básicos	Glb	1	1000	1000
	Movilidad	Glb	1	2000	2000
	Pasajes	Glb	1	200	200
<b>Sub Total</b>					<b>4436</b>
	Laptop	Unidad	1	1700	1700
<b>Sub Total</b>					<b>1200</b>
<b>Presupuesto total</b>					<b>6330</b>

El financiamiento se hará con recursos propios de los tesisistas

### **2.1.3. Recursos equipos.**

#### **Levantamiento Topográfico**

- Estación Total
- GPS con las características Map 76CSx y precisión en coordenadas de  $\pm 3$  m.
- Prisma de: 2,60 m. de altura ( $h = 2,60$  m).
- Wincha de 100 m
- Machete
- Balde de 5 litros
- Zapapicos
- Laptop h
- Cámara digital

#### **Trabajo de gabinete**

- Calculadora Casio 9860-GII
- Impresora
- Plotter

#### **Otros recursos.**

- Laboratorio del estudio de calidad de agua

- Softwares para el diseño del sistema:
- CivilCad 2016 métrico.
- AutoCAD 2016
- Cad Earth 2015
- SAP 2000
- Water cad
- Google Earth Pro
- Paquete de Microsoft 2016
- Libreta de apuntes, fichas y otros
- Material bibliográfico: libros referentes al tema contemplado en el marco teórico.

## **2.2. Metodología**

### **2.2.1. Universo y muestra.**

#### **2.2.1.1. Universo.**

Sistema de abastecimiento de agua potable por el sistema de bombeo en la región San Martín.

#### **2.2.1.2. Muestra.**

Sistema de abastecimiento de agua potable por el sistema de bombeo de la localidad de Alianza, distrito del Pongo de Caynarachi, provincia de Lamas, región San Martín.

### **2.3. Sistema de variables.**

#### **2.3.1. Variable independiente.**

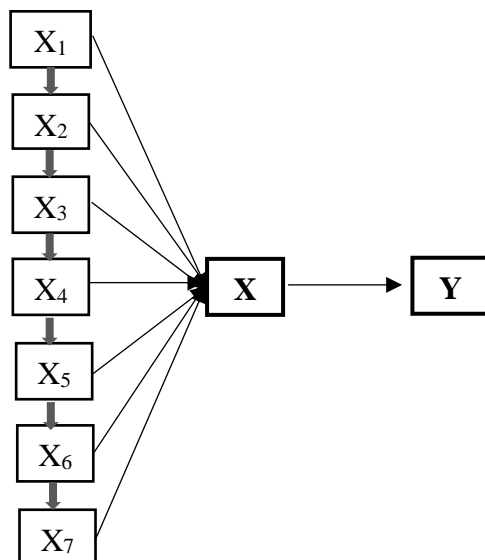
Sistema de abastecimiento de agua potable por el sistema de bombeo.

#### **2.3.2. Variable dependiente.**

Condiciones adecuadas de adquisición e ingesta saludable de agua potable.

### **2.4. Diseño de la investigación.**

La tesis se ajusta a un diseño no experimental, transeccional o transversal, y correlacionales-causales; expuesta en el siguiente esquema, en el cual se detalla las variables y los procedimientos que se deben efectuar para contrarrestar las condiciones de adquisición e ingesta de agua potable.



Donde:

**X (Variable Independiente):** Sistema de abastecimiento de agua potable por el sistema de bombeo.

- X<sub>1</sub>: Determinar el óptimo punto de captación.
- X<sub>2</sub>: Diseñar la forma de captación, considerando que topográficamente, la captación tiene una cota inferior a la de la localidad.
- X<sub>3</sub>: Diseñar la planta de tratamiento.
- X<sub>4</sub>: Diseñar la cisterna de abastecimiento.
- X<sub>5</sub>: Diseñar la línea de impulsión hacia un tanque elevado.
- X<sub>6</sub>: Diseñar el tanque elevado.
- X<sub>7</sub>: Diseñar la red de distribución.

**Y (Variable Dependiente):** Condiciones adecuadas de adquisición e ingesta saludable de agua potable.

## 2.5. Diseño de Instrumentos.

### 2.5.1. Instrumentos bibliográficos.

Los materiales bibliográficos que propiciaron el desarrollo de la investigación fueron el Reglamento Nacional de Edificaciones – Normas (OS.10, OS.20, OS.30), el Manual de Proyectos de Agua Potable en Poblaciones Rurales (Ing. Eduardo García Trisolini). Así como también la publicación de Agüero Pittman, Roger, “Agua potable para poblaciones rurales-Sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamiento”. Y otras bibliografías generales.

### **2.5.2. Técnicas.**

Para la investigación de campo y gabinete se utilizó las técnicas de observación, análisis de datos y manejo de información en hojas de cálculo.

## **2.6. Procesamiento de la información.**

### **2.6.1. Situación actual de la localidad**

#### **2.6.1.1. Diagnóstico de la situación actual.**

##### **2.6.1.1.1. Antecedentes de la situación que motiva el proyecto.**

Los motivos que generan la elaboración del presente proyecto, son principalmente la deficiencia y carencia del servicio de saneamiento básico en la Localidad hasta la actualidad y el paupérrimo conocimiento de la población de temas de educación sanitaria, específicamente referido a la correcta operación y manejo del operador y al control y cuidado de los usuarios beneficiados directamente del sistema, tanto así sirva como lineamiento en el cierre de brecha para dar solución a este problema percibido. Todo esto tendrá un efecto inherente que se enmarca a continuación:

- a) Las características de la situación negativa que se intente modificar.
- b) En estos últimos años se viene notando un alto índice de mortalidad en lo referente a las enfermedades gastrointestinales, parasitarias y diarreicas, lo cual incide directamente en la disminución de la capacidad inmunológica de la población, en especial en los niños, lo que trae como consecuencia que otras enfermedades de carácter infeccioso se presenten, deteriorándose de esta manera la calidad de vida de la población.
- c) Las razones por las que es de interés para la comunidad resolver dicha situación.

Con la implementación del proyecto se plantea mejorar las condiciones de salubridad de la población a través de una eficiente prestación de los servicios de agua potable y próxima adecuación de condición de evacuación de excretas.

Además, con el proyecto se espera alcanzar las siguientes metas:

- Mejorar la prestación del servicio de agua potable, dotando y mejorando la calidad de agua, ampliando la cobertura del servicio al 100% de la población, incrementando la continuidad del servicio las 24 horas.

- Generar la adecuada valoración y uso del agua y mejorar los hábitos de higiene de la población a través de capacitación en educación sanitaria.

#### 2.6.1.1.2. Aspectos socioeconómicos y culturales.

##### a) Población afectada y sus características.

Para determinar las características de la población directamente afectada por el problema, se realizó una encuesta socioeconómica a una muestra de 50 familias del ámbito de influencia del proyecto, los cuales habitan en la localidad de Alianza. Mediante el resultado obtenido de la encuesta socioeconómica, se determinó características importantes de la población, que nos ayudaron hacer un diagnóstico más real de la población, estas características son las siguientes.

- El 60% de los pobladores son nacidos en la selva peruana, 26% nacidos en la sierra y el 14% en la costa.
- El 4% de los pobladores son analfabetos, el 64% solo tienen estudios de primaria y el 32% secundaria.
- La cantidad de habitantes por hogar va desde 1 hasta 8 personas, teniendo como promedio 3.6 habitantes por hogar.
- El 86% de los encuestados tienen como actividad principal la actividad agrícola.

#### **Cuadro 2**

##### *Actividad económica principal.*

Actividad económica principal	Cantidad	%
Agricultura	45	90
Comercio	2	4
Pesca	2	4
Carpintería	1	2
Sumatoria	50	100

Fuente: encuesta socioeconómica

- El ingreso económico de los pobladores es de S/.600.00

### **Cuadro 3**

*Promedio de ingreso.*

Ingreso promedio mensual (S/.)	Cantidad	%
(0 – 400)	23	46
(400 – 800)	20	40
(800- 1300)	3	6
(1300 a mas)	4	8
Promedio 600 soles mensual	50	100

Fuente: encuesta socioeconómica.

## **b) Salud Higiene y saneamiento.**

### **Salud**

los efectos ocasionados por el problema en alta incidencia de enfermedades gastrointestinales, parasitarias y dérmicas ocasionadas por el consumo y uso de agua de mala calidad, se ponen a manifiesto a diario en el puesto de salud de la localidad de Alianza, el mismo que se encuentra ubicado por la zona de influencia del proyecto; ya que es aquí donde se brinda servicios de salud a localidad beneficiarias de este proyecto y es acá donde la mayoría de casos de estas enfermedades son atendidos.

### **Higiene**

Las excretas generalmente son depositadas el aire libre ya que, según la encuesta socioeconómica realizada, son el 90 % de los habitantes, cuentan con letrinas construidas de manera empírica y rudimentaria. El 10 % de la población instalo tanques sépticos donde los líquidos del proceso de filtración son expulsados hacia las cunetas públicas; ocasionando de esta manera la creación de focos infecciosos por la presencia de vectores infecciosos

### **Limpieza pública:**

Cuentan con la recolección de una vez por semana de un camión que viene desde el distrito de Caynarachi, y en algunas ocasiones los pobladores juntan su basura y los queman en sus huertas para deshacerse de ellas.

**Saneamiento Básico de la Población no Conectada al Servicio público:**

Actualmente la localidad de Alianza cuenta con un servicio de abastecimiento de agua a través de pozos excavados de manera artesanal, es decir, los que están alejados al río Shanusi. Las viviendas cercanas al río suministran el agua de esta fuente mencionada.

Cabe mencionar que por manifestación de algunos pobladores realizaron perforaciones profundas para encontrar betas de agua natural, pero esta agua es de calidad muy baja para el consumo humano

**Características de las viviendas.**

La población beneficiaria del proyecto se cuenta en 2727 habitantes al año 2017, repartidos en 649 viviendas con un promedio de 4.20 habitantes por hogar.

Los pobladores que se ubican dentro del área de estudio cuentan con viviendas construidas con material noble y también existen viviendas construidas de material rústico de la zona, observándose tierra apisonada, adobe, quincha y madera.

El 100% de familias asentadas en el área urbana ribereña de la del proyecto, se encuentran en riesgo de perder sus viviendas y parcelas agrícolas debido a la erosión del agua en la ribera del río.



**Figura 5:** Tipos de Viviendas en la localidad.



### **Características de la educación.**

En la zona en estudio se cuenta con una Institución Educativa de nivel primario y secundario (Los Mártires de la Amazonia), así mismo se cuenta con una Institución Educativa de nivel inicial.

#### **Cuadro 4**

*Nivel educativo de la localidad de Alianza.*

Nivel Educativo	Cantidad	%
Analfabeto	0	0
Primaria	30	60
Secundaria	20	32
Sumatoria	50	100

Fuente: Encuesta Socioeconómica.

En lo referente a niveles de educación de los pobladores beneficiarios del proyecto, el 4% de los pobladores son analfabetos, el 64% solo tienen estudios de primaria y el 32% secundaria.

### **2.6.2. Fuente de Abastecimiento de Agua.**

#### **2.6.2.1. Abastecimiento Actual.**

Actualmente los pobladores de la localidad de Alianza, se abastecen de agua para consumo suministrado a través de pozos artesanales, los mismos que se encuentran en el área de lote. Para otros fines como aseo personal y lavado de vestimenta, así como también familias que no cuentan con los respectivos pozos artesanales acuden al río Shanusi para suplir la necesidad básica.

#### **2.6.2.2. Fuente para el Diseño.**

La Fuente de abastecimiento propuesta y aceptable para el diseño del sistema de abastecimiento de agua es el río Shanusi, por medio de un sistema de bombeo teniendo en consideración que la localidad se encuentra en una cota superior a la fuente.


La cuenca del río Shanusi que tiene una extensión aproximada de 87 135 has, y que geográficamente forma parte del sistema hidrográfico del Río Huallaga.

El cálculo del caudal de la fuente de abastecimiento, considerando el punto óptimo de captación; es decir, que en épocas de sequías el caudal de la fuente abastecerá sin efecto

negativo alguno el caudal de diseño. Se calculó de forma práctica al conocer la velocidad del río con ayuda de un objeto, cronometro y distancia recorrida por el objeto en mención, el mismo se realizó en diez mediciones, siendo el resultado el promedio de estas.

El área de la sección transversal del río en el punto de captación, se calculó con ayuda de la batimetría y el software AutoCAD Civil 3D.

Velocidad (m/s) = 0.92      Formula a utilizar

Area Sección (m<sup>2</sup>) = 61.90      

$$Q_{(fuente)} = AxV$$

$$Q_{(fuente)} = 0.92 \times 61.92$$

$$Q_{(fuente)} = 56.97 \text{ m}^3/\text{s}$$

### 2.6.3. Datos Generales de Diseño.

#### 2.6.3.1. Población Actual.

Según el INEI. En el último censo realizado en el 2017 se obtuvo las siguientes estadísticas respecto a la población que se justificará en el trabajo de tesis. Es importante mencionar la falta de registro antecedente al 2017 de censo realizado en el centro poblado, o el registro en fuentes de INEI la tasa de crecimiento, consecuencia de ello se optó considerar la tasa de crecimiento de la localidad más próxima siendo está la del distrito de Caynarachi (2.07%).

#### Cuadro 5


*Población de Alianza.*

POBLACION DEL CENTRO POBLADO ALIANZA					
POBLACION CENSADA			VIVIENDAS PARTICULARES		
HOMBRES	MUJERES	TOTAL	OCUPADAS	DESOCUPADAS	TOTAL
1411	1316	2727	640	09	649

Fuente: Instituto Nacional Estadística e Informática.

- **Proyección de Población a 2019**

P (2017) = 2727 hab.      Formula a utilizar

P (2019) = 2832 hab.      

T (tiempo) = 2 años

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

$$P_{(2019)} = 2727 (1 + 2.07\%)^2$$

$$P_{(2019)} = 2832 \text{ Hab}$$

### 2.6.3.2. Población de diseño

La población futura, se obtendrá con la fórmula siguiente:

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

Pf = Población futura

Po = Población inicial

r = tasa de crecimiento anual por ciento

T = Tiempo en años

- **Calculo de la población futura**

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

$$P_f = 2832 (1 + 2.07\%)^{20}$$

$$P_f = 4270 \text{ Hab}$$

### 2.6.3.3. Consumo Promedio (Qp).

Utilizando la ecuación definida se obtiene:

$$Q_p = \frac{Dot * P_f}{86400}$$

**Donde:**

Dotation (Dot)                      220 L/hab./día

Población Final (Pf)                4270 Hab.

$$Q_p = \frac{220 \text{ L/hab/día} * 4270 \text{ hab}}{86400}$$

$$Q_p = 10.87 \text{ l/s}$$

### 2.6.3.4. Consumo Máximo diario (Qmd).

El consumo máximo diario se define como el día de Máximo consumo de una serie de registros observados durante los 365 días del año. Para su cálculo, según el Art. 1.5 de la norma (OS-100), si no se cuenta con un registro estadístico de los consumos se debe utilizar un coeficiente K1 igual a 1.3 y se efectúa con la siguiente expresión

$$Q_{md} = Q_p * K1$$

Donde:

Caudal Promedio (Qp)	10.87 Lt/s
Coef. De variacion minima K1	$1.1 \leq K1 \leq 1.3$
K1	1.3

$$Q_{md} = 10.87 \text{ lt/s} * 1.3$$

$$Q_{md} = 14.13 \text{ l/s}$$

### 2.6.3.5. Consumo Máximo horario (Qmh).

El caudal máximo horario se define como la hora de máximo consumo del día de máximo consumo, según él (Programa Nacional de Agua y Saneamiento Rural, Setiembre 2004), para el consumo máximo horario, se deberá considerar un valor de 2 veces el consumo promedio diario anual y se estima en la siguiente expresión:

$$Q_{mh} = Q_p * K2$$

Donde:

Caudal Promedio (Qp)	10.87 Lt/s
Coef. De variación Max. Horaria	$1.8 \leq K2 \leq 2.5$
k2	2

$$Q_{mh} = 10.87 \text{ lt/s} * 2$$

$$Q_{mh} = 21.75 \text{ lt/s}$$

### 2.6.3.6. Volumen de almacenamiento o Volumen de Regulación

Según el (Ministerio de Vivienda, Setiembre 2004) El volumen de almacenamiento o regulación, en un sistema continuo se considera como % de regulación: 15 – 20% del Qp para sistemas por Gravedad. En caso de sistemas por bombeo se considerará como % de Regulación: 20 – 25% del Qp.

$$V_{reserva} = 25\% Q_{md}$$

$$V_{reserva} = 25\% * 14.13 \text{ l/s}$$

$$V_{reserva} = 3.53 \text{ l/s}$$

### 2.6.3.7. Caudal a utilizar para el diseño de planta de tratamiento

El caudal que utilizaremos para el diseño de la planta de tratamiento será la suma del caudal promedio más el caudal de reserva.

$$Q_{diseño} = Q_{md} + V_{reserva}$$

$$Q_{diseño} = 14.13 \frac{lt}{s} + 3.53 \text{ lt/s}$$

$$Q_{diseño} = 17.67 \text{ lt/s}$$

Número de horas de funcionamiento de Planta de Tratamiento de Agua Potable 24 hrs. Para que funcione el volumen del reservorio como volumen de regulación.

### 2.6.3.8. Calculo para el reservorio elevado.

El volumen de almacenamiento del reservorio elevado está determinado por la suma del caudal promedio el caudal contra incendio y el caudal de reserva.

V.alm. = Volumen de Almacenamiento

V. Reg. = Volumen de Regulación. 25 - 30 % Volumen del caudal promedio.

V. Inc. = Volumen para Incendio Para poblaciones mayores a 10,000 habitantes.

V.Res. = Volumen de Reserva Aprox. 10% Volumen de Regulación

Entonces:

#### **Cuadro 6**

*Volumen de almacenamiento.*

V Reg. =	234.85 m3
V Inc. =	0.00 m3
V Res. =	23.49 m3
<b>V. alm. =</b>	<b>258.34 m3</b>
<b>V. alm. =</b>	<b>260 m3</b>

Elaboración Propia

### 2.6.3.9. Volumen para la cisterna

Para el cálculo de la cisterna se tomará en cuenta el Caudal máximo Diario en m3 por día

$$Q_{md} = 14.13 \text{ l/s} \quad \longrightarrow \quad 1221 \text{ m}^3/\text{día}$$

Volumen de la cisterna es de 1200 m<sup>3</sup>.

### 2.6.3.10. Diseño de la planta de tratamiento

#### 2.6.3.10.1. Diseño del mezclador

##### Cuadro 7

*Diseño de mezclador rápido de rampa.*

DISEÑO DE MESCLADOR RAPIDO DE RAMPA								
Paso	Datos		Unidad	Criterios	Cálculos		Resultados	Unidad
1	Caudal de Diseño: Q =	0.0177	m <sup>3</sup> /s	$q = Q/B$	q =	0.088	Caudal Unitario	m <sup>3</sup> /s/m
	Ancho del Canal: B =	0.20	m					
2	Longitud del Plano: X =	1.60	m	$\theta = \text{tg}^{-1} (E_0/X)$	$\theta =$	0.15	Inclinación de la Rampa	Rad. Sexag.
	Altura de la Rampa: E <sub>0</sub> =	0.25	m					
3	Numero de Froude: F =	7.00		$K = \text{Cos}\theta.(F+(\text{Cos}\theta/2.F))$	K =	6.986	Factor de resolución de la ecuación	-
				$\varphi = \text{Cos}^{-1} [ F^2/(2/3 \cdot F \cdot K)^{3/2} ]$	$\varphi =$	1.304		
4				$a = d_1/d_2 = (8FK/3)^{0.5} . (\text{Cos}(\varphi/3))$	a =	10.357	Relación de alturas antes y después del resalto	-
5				$d_1 = \sqrt[3]{(q^2/(F^2 \cdot g))}$	d <sub>1</sub> =	0.025	Altura antes del resalto	m
6	0.38			$h_1 = d_1 / \text{Cos} \theta$	h <sub>1</sub> =	0.025	Profundidad antes del resalto	m
7				$V_1 = q / h_1$	V <sub>1</sub> =	3.534	Velocidad al inicio del resalto	m/s
8				$F = V_1 / \sqrt{g \cdot h_1}$	F =	7.14	Comprobación del Numero de Froude	
9				$h_2 = d_2 = a \cdot d_1$	h <sub>2</sub> =	0.259	Profundidad después del resalto	m
10				$L = 6 \cdot (h_2 - h_1)$	L =	1.400	Longitud del resalto	m

11				$hp = (h_2 - h_1)^3 / 4.h_2.h_1$	hp =	0.495	Perdida de carga	m
12				$V = ((h_1 + h_2)/2).B.L$	V =	0.04	Volumen del resalto	m <sup>3</sup>
13	(T = 15°C) $\sqrt{\gamma/\mu} =$	2920.01		$G = \sqrt{(\gamma/\mu)}. \sqrt{(Q.hp/V)}$	G =	1365	Gradiente de Velocidad	s <sup>-1</sup>
14				$T = V/Q$	T =	2.264	Tiempo de mezcla	s
15				$h = h_2/6$	h =	0.043	Grada al final del resalto	m
16				$h_3 = (Q/1.84 B)^{2/3}$	h <sub>3</sub> =	0.132	Altura de agua en el vertedero	m
17				$(E_0 + h_3) - (hp + h_2) = 0$	Δ =	-0.37	Comprobación de igualdad de Energía	-

Fuente: Elaboración Propia.

### Cuadro 8

Diseño de difusores.

DISEÑO DE DIFUSORES								
1	e =	0.05	m	$N = B/e$	N =	4.00	Numero de orificios en el difusor	-
2	d <sub>0</sub> =	0.4	Pulg.	$A_0 = \pi.d^2_0/4$	A <sub>0</sub> =	0.0001	Sección de los orificios	m <sup>2</sup>
3	Dosis Optima Promedio: D = Concentración Optima: C =	20 10	mg/L mg/L	$q = Q.D/C$	q =	0.035	Caudal promedio de la solución a aplicar	L/s
4				$V_0 = q/A_0.N$	V <sub>0</sub> =	0.11	Velocidad en los orificios	m/s
5	R =	0.46		$V_t = V_0/R$	V <sub>t</sub> =	0.24	Velocidad en la tubería	m/s
6				$A_t = q/V_t$	A <sub>t</sub> =	0.0001	Sección del difusor	m <sup>2</sup>
7				$D_t = (\sqrt[4]{(4A_t/\pi)})/0.0254$	D <sub>t</sub> =	0.54	Diámetro del difusor	pulg

Fuente: Elaboración Propia

### 2.6.3.10.2. Diseño de los floculadores

**Cuadro 9**

*Diseño de los floculadores.*

PASO	DATOS	UNIDAD	RESULTADOS	UNIDAD	
1	Caudal de diseño=	<b>0.01767</b>	m <sup>3</sup> /s		
	<b>Tiempo de Retención</b>				
	Tramo 1 "T1"=	<b>9</b>	min		
	Tramo 2 "T2"=	<b>8</b>	min		
	Tramo 3 "T3"=	<b>7</b>	min		
	<b>Gradiente de velocidad</b>				
	Tramo 1 "G1"=	<b>60</b>	s-1		
	Tramo 2 "G2"=	<b>50</b>	s-1		
	Tramo 3 "G3"=	<b>30</b>	s-1		
	<b>Velocidad (por tanteos)</b>			<b>Longitud de canales</b>	
Tramo 1 "v1"=	<b>0.13</b>	m/s	Tramo 1 "L1"=	<b>70.20</b> m	
Tramo 2 "v2"=	<b>0.12</b>	m/s	Tramo 2 "L2"=	<b>57.60</b> m	
Tramo 3 "v3"=	<b>0.09</b>	m/s	Tramo 3 "L3"=	<b>37.80</b> m	
2		<b>64.8881</b>		<b>Área de canales</b>	
		<b>56.3472</b>		Tramo 1 "A1"=	<b>0.14</b> m <sup>2</sup>
		<b>33.9965</b>		Tramo 2 "A2"=	<b>0.15</b> m <sup>2</sup>
				Tramo 3 "A3"=	<b>0.20</b> m <sup>2</sup>
3	Altura de agua en las unidades "H" = 1	<b>0.75</b>	m	<b>Ancho de canales</b>	
				Tramo 1 "a1"=	<b>0.18</b> m
				Tramo 2 "a2"=	<b>0.20</b> m
				Tramo 3 "a3"=	<b>0.26</b> m



4				<b>Ancho de vueltas</b> Tramo 1 "d1"= Tramo 2 "d2"= Tramo 3 "d3"=	<b>0.27</b> <b>0.29</b> <b>0.39</b>	m m m
5	Ancho útil de la lámina de A.C. corrugada "b" = Número de placas a utilizar =	<b>2.83</b> <b>0.825</b> <b>4</b>	m und,	<b>Ancho del floculador</b> Tramo 1 "B1"= Tramo 2 "B2"= Tramo 3 "B3"=	<b>2.75</b> <b>2.77</b> <b>2.87</b>	m m m
6				<b>Número de canales</b> Tramo 1 "N1"= Tramo 2 "N2"= Tramo 3 "N3"=	<b>26</b> <b>21</b> <b>13</b>	un. un. un.
7	Espesor de la lámina de la lámina A.C. corrugado "e" =	<b>0.006</b>	m	<b>Longitud de los tramos</b> Tramo 1 "LT1"= Tramo 2 "LT2"= Tramo 3 "LT3"=	<b>4.78</b> <b>4.20</b> <b>3.52</b>	m m m
8	Coefficiente de pérdida de cargas en las vueltas "K" = g = 9.8	<b>2</b>	und.	<b>Pérdida de carga en las vueltas</b> Tramo 1 "h1"= Tramo 2 "h2"= Tramo 3 "h3"=	<b>0.04</b> <b>0.03</b> <b>0.01</b>	m m m
9				<b>Perímetro mojado de las secc.</b> Tramo 1 "P1"= Tramo 2 "P2"= Tramo 3 "P3"=	<b>1.68</b> <b>1.70</b> <b>1.76</b>	m m m
10				<b>Radio Hidráulico de las secc.</b> Tramo 1 "r1"= Tramo 2 "r2"= Tramo 3 "r3"=	<b>0.08</b> <b>0.09</b> <b>0.11</b>	m m m

11	Coefficiente de rugosidad "n" =	<b>0.03</b>	und.	<b>Pérdida de carga en los canales</b> Tramo 1 "H1"= Tramo 2 "H2"= Tramo 3 "H3"=	<b>0.19</b> <b>0.13</b> <b>0.04</b>	m m m
12				<b>Pérdida de carga total</b> Tramo 1 "Hf1"= Tramo 2 "Hf2"= Tramo 3 "Hf3"=	<b>0.23</b> <b>0.16</b> <b>0.05</b>	m m m
13	temperatura = 20° (Peso espe./viscosidad) <sup>0.5</sup> =	<b>3115.00</b>		<b>Gradiente de velocidad</b> Tramo 1 "G1"= Tramo 2 "G2"= Tramo 3 "G3"=	<b>64.89</b> <b>56.35</b> <b>34.00</b>	s-1 s-1 s-1

Fuente: Elaboración Propia.

### Cuadro 10

*Diseño del canal de agua floculada.*

PASO	DATOS	UNIDAD	RESULTADOS	UNIDAD	
1	Caudal de diseño =	<b>0.018</b>	m <sup>3</sup> /s	Caudal de ingreso a cada decantador "q" =	<b>0.009</b> m <sup>3</sup> /s
	Numero de decantadores "N" =	<b>2.00</b>	un.	Sección final del canal	
	Altura del canal mínima (H) = Ancho (B) =	<b>1.00</b> <b>0.55</b>	m m	<b>AF</b> =	<b>0.550</b> m <sup>2</sup>
2			Velocidad en la sección final del canal "Vc" =	<b>0.016</b> m/s	
3			Sección inicial del canal <b>Ai</b> =	<b>1.10</b> m <sup>2</sup>	
4			Altura inicial del canal <b>Hi</b> =	<b>2.00</b> m	

5	Velocidad en los laterales VL=	<b>0.180</b>	m/s	Área sección útil de las compuertas AL = h= b=	<b>0.05</b> <b>0.50</b> <b>0.50</b>	m <sup>2</sup> m m
6	Coefficientes experimentales theta =	<b>0.70</b>		Coefficiente de pérdida de carga en los orificios		
	phi =	<b>1.67</b>		de las compuertas "beta1"	<b>1.713</b>	cte
7	De la tabla 1	<b>2.98</b>		Velocidad real en la primera compuerta "VL1"=	<b>1.40</b>	m/s
8	De la tabla 1 B n =	<b>2.980</b>		Velocidad real en la última compuerta "VL2"=	<b>1.404</b>	m/s
9				Perdida de carga en las compuertas "hf"=	<b>0.2998</b>	m
10	ancho de la sección b= Profundidad de la sección a=	<b>0.50</b> <b>0.50</b>	m m	Radio hidráulico de la compuerta lateral "RH"	<b>0.1250</b>	m
11	(Peso espe./viscosidad) <sup>0.5</sup> = Temperatura =	<b>3115.00</b> <b>20</b>	°	Gradiente de velocidad al paso del flujo por las compuertas "G"=	<b>5.41</b>	s-1
	Coef. De manning "n"=	<b>0.015</b>				
	Velocidad máxima en las compuertas "VL"=	<b>0.186</b>	m/s			

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 11**

*Comprobación de la desviación del caudal en el canal de distribución a los decantadores.*

Nº de orificios	Q m <sup>3</sup> /s	X (m)	H(x) m	A(x) m <sup>2</sup>	V <sub>c</sub> (m/s)	V <sub>c</sub> /V <sub>L</sub>	beta	(1/beta) <sup>.5</sup>	V <sub>L</sub> (m/s)	V <sub>L</sub> inicial y V <sub>L</sub> final
1	0.032	0.00	1.00	1.00	0.032	0.178	1.753	0.755	0.091	0.091
2	0.024	6.60	0.60	0.60	0.040	0.221	1.781	0.749	0.091	-----
	0.018			0.35						
3	0.016	12.10	0.27	0.27	0.058	0.324	1.875	0.730	0.088	-----
4	0.004	18.15	-0.09	-0.09	-0.045	-0.249	1.804	0.745	0.090	-----
								2.979	Desviación =	0.00%

<b>H=</b>	<b>1.00</b>	m
<b>h=</b>	<b>0.55</b>	m
<b>L=</b>	<b>7.40</b>	m

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 12**

*Diseño del canal central de distribución de agua floculada en el decantador.*

PASO	DATOS	UNIDAD	RESULTADOS	UNIDAD		
1	Caudal de un decantador en condiciones normales de operación " <b>Q</b> "=	<b>0.00883</b>	m3/s	Caudal del canal durante el mantenimiento de una unidad " <b>Qc</b> "=	<b>0.011</b>	m3/s
2	Velocidad en los orificios " <b>VL</b> "=	<b>0.11</b>	m/s	Área total de orificios " <b>AT</b> "=	<b>0.050</b>	m2
3	Separación de centro a centro entre orificios " <b>a</b> "=	<b>0.5</b>	m	Números de orificios " <b>N</b> "=	<b>14</b>	un.
	Longitud del canal " <b>L</b> "=		m	La mitad a cada lado del canal		
4	0.00	<b>0.4</b>		Área de cada de orificio " <b>AL</b> "=	<b>0.004</b>	m2
				" <b>d</b> "=		m
				" <b>d</b> "=		pulg
5	Ancho del canal " <b>B</b> "= Altura mínima " <b>H</b> "=	<b>0.65</b>		Sección en el extremo final del canal " <b>AF</b> "=	<b>0.26</b>	m2
6				Caudal por orificio " <b>qo</b> "=	<b>0.00040</b>	m3/s
7				Caudal que llega al extremo final del canal " <b>QF</b> "=	<b>0.00080</b>	m3/s
8				Velocidad en el extremo final del canal		

				<b>"VF"</b> =	<b>0.003</b>	m/s
9	Altura máxima del canal "H"=	<b>2.2</b>	m	Sección inicial del canal <b>"Ac"</b> =	<b>0.88</b>	m <sup>2</sup>
10				Velocidad en el extremo inicial del canal <b>"Vc"</b> =	<b>0.013</b>	m/s
11	Coeficientes experimentales theta = phi =	<b>0.7</b> <b>1.67</b>		Coeficiente de pérdida de carga total en el primer orificio del canal <b>"beta1"</b>	<b>1.722</b>	
12				Coeficiente de pérdida de carga en el último orificio del canal <b>"beta n"</b>	<b>1.722</b>	
13	De la Tabla 2 sum(1/beta) <sup>0.5</sup> = Q' = QT/2 =	<b>10.6443</b> <b>0.00552</b>	m <sup>3</sup> /s	Velocidad real en el primer orificio <b>"VL1"</b> =	<b>0.082</b>	m/s
14				Velocidad real en el último orificio <b>"VL n"</b> =	<b>0.084</b>	m/s
15				Desviación de caudal entre el primer y el último orificio <b>"o-"</b> =	<b>26%</b>	%
16	(Peso espe./viscosidad) <sup>0.5</sup> = Temperatura = Coeficiente de manning "n"=	<b>3115</b> <b>20</b> <b>0.013</b>		Gradiente de velocidad en los orificios <b>"G"</b> =		s-1

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 13**

*Comprobación de la desviación de caudal en el canal de distribución a los decantadores.*

Nº de orificios	Q m3/s	X (m)	H(x) m	A(x) m2	Vc (m/s)	Vc/VL	beta	(1/beta)^.5	VL (m/s)	VL inicial y VL final
1	0.01600	0.00	2.200	0.880	0.018	0.165	1.746	0.757	0.109	0.109
2	0.01493	0.50	2.089	0.836	0.018	0.162	1.744	0.757	0.102	----
3	0.01387	1.00	1.979	0.791	0.018	0.159	1.742	0.758	0.110	----
4	0.01280	1.50	1.868	0.747	0.017	0.156	1.741	0.758	0.110	----
5	0.01173	2.00	1.757	0.703	0.017	0.152	1.738	0.758	0.110	----
6	0.01067	2.50	1.646	0.659	0.016	0.147	1.736	0.759	0.110	----
7	0.00960	3.00	1.536	0.614	0.016	0.142	1.734	0.759	0.110	----
8	0.00853	3.50	1.425	0.570	0.015	0.136	1.731	0.760	0.110	----
9	0.00747	4.00	1.314	0.526	0.014	0.129	1.728	0.761	0.110	----
10	0.00640	4.50	1.204	0.481	0.013	0.121	1.724	0.762	0.110	----
11	0.00533	5.00	1.093	0.437	0.012	0.111	1.721	0.762	0.110	----
12	0.00427	5.50	0.982	0.393	0.011	0.099	1.716	0.763	0.110	----
13	0.00320	6.00	0.871	0.349	0.009	0.083	1.712	0.764	0.111	----
14	0.00213	6.50	0.761	0.304	0.007	0.064	1.707	0.765	0.111	----
15	0.00107	7.00	0.650	0.260	0.004	0.037	1.702	0.766	0.111	0.111
16	0.00000	7.50	0.539	0.216	0.000	0.000	----	----	----	----
17	0.00000	8.00	0.429	0.171	0.000	0.000	----	----	----	----
18	0.00000	8.50	0.318	0.127	0.000	0.000	----	----	----	----
19	0.00000	9.00	0.207	0.083	0.000	0.000	----	----	----	----
20	0.00000	9.50	0.096	0.039	0.000	0.000	----	----	----	----
								10.644	Desviación =	1.25%

Fuente: Elaboración propia.

### 2.6.3.10.3. Diseño de un decantador de placas paralelas

**Cuadro 14**

*Diseño de decantadores.*

PASO	DATOS	UNIDAD	RESULTADOS	UNIDAD		
1	Separación de las placas en el plano horizontal "e'="	17	cm.	Espaciamiento entre las placas d=	13.9 0.139	cm m
	Espesor de las placas e=	0.8	cm.			
	Angulo de inclinación de las placas "theta="	1.0472 60	rad °			
2	Longitud del módulo de placas "L="	1.2	m	Longitud útil dentro de las placas "Lu ="	111.5 1.115	cm m
		120	cm.			
3	Caudal de diseño del decantador "Q="	0.00883	m <sup>3</sup> /s	Longitud relativa del módulo de placas "Lr="	8.01	
4	Velocidad de sedimentación de las partículas "Vs="	0.00017	m/s	Área superficial de la unidad "f=" As=	4.22 12.1	m <sup>2</sup>
	Módulo de eficiencia de las placas "S="	1				
5	Ancho total neto de la zona de decantación "B="	4.8	m	Número de canales formados por las placas N=	16	
				Longitud total del		



6				decantador <b>LT=</b>	<b>3.4</b>	m
7				Velocidad media del flujo " <b>V<sub>o</sub> =</b> "	<b>0.08</b>	cm/s
8	Ancho del módulo de placas <b>b=</b>	<b>2.4</b>	m	Radio hidráulico del módulo de placas <b>"RH="</b>	<b>6.58</b>	cm
9	Viscosidad Temperatura	<b>0.01</b> <b>20</b>	cm <sup>2</sup> /s °C	Número de Reynolds <b>Nr=</b>	<b>222.5</b>	
10				Velocidad longitudinal máxima " <b>V<sub>o</sub>="</b>	<b>0.09</b>	cm/s

Fuente: Elaboración propia.

#### 2.6.3.10.4. Diseño de filtros rápidos con tasa declinante y lavado mutuo

##### Cuadro 15

*Diseño de filtros rápidos con tasa declinante y lavado mutuo.*

PASO	DATOS		UNIDAD	RESULTADOS		UNIDAD
1	Caudal de diseño	<b>0.018</b>	m <sup>3</sup> /s	Área de cada filtro <b>AF=</b>	1.46	m <sup>2</sup>
	Velocidad ascensional de lavado " <b>V<sub>A</sub> =</b> "	<b>0.725</b>	m/min	<b>múltiplo de 3</b> <b>a =</b> <b>b =</b>	0.90 1.62	m m
2	Velocidad de filtración promedio " <b>V<sub>F</sub>="</b>	<b>208.79</b>	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /d	Área total de filtros <b>AT =</b>	7.3	m <sup>2</sup>
				Número de Filtros		

3				$N =$	5.00	un.
4	Tamaño efectivo de la arena $"d_{10}="$	0.56	mm	Tamaño de la antracita del 90% que pasa la malla $d'_{90} =$	1.68	mm
5				Tamaño efectivo de la antracita $d'_{10} =$	0.84	mm
6	Coeficiente de uniformidad de la arena y de la antracita $"Cu=" < 1.5$	1.32 1.50		Tamaño correspondiente al 60% de la arena $d_{60} =$		mm
				Tamaño correspondiente al 60% de la antracita $d'_{60} =$		mm
5	Del cuadro 1 se obtiene $SUM(X_i/1-\xi I) =$	2.473		Porosidad expandida prom. de la capa de arena $e =$	0.596	
	Del cuadro 2 se obtiene $SUM(X'_i/1-\xi' I) =$	2.377		Porosidad expandida prom. de la capa de antracita $e' =$	0.579	
6	Porosidad de la arena limpia $"\epsilon_0="$	0.42		% de expansión promedio de la arena $E =$	0.424	
7	Porosidad de la antracita limpia $"\epsilon'_0="$	0.45		% de expansión promedio de la antracita $E' =$	0.308	
8	Altura de la arena en el Filtro Altura de la antracita en Filtro	0.25 0.50		Altura del lecho filtrante expandido $Le =$	1.010	m
9	Numero de canaletas de recolección de agua de lavado $"N_n="$	1		Caudal de recolección de cada canaleta $Q_c =$	1.38	m <sup>3</sup> /min
10	Altura útil de las canaletas de lavado $"h_o="$	0.24	m	Ancho de las canaletas de lavado $W =$	0.14	m
11	Altura de losa $A_{losa} =$	0.10	m	Altura total de canaletas de lavado más losa de fondo $H =$	0.46	m

12				Distancia del borde de la canaleta de lavado a la superficie del medio filtran. <b>H4=</b>		m
13	Altura del falso fondo <b>H1=</b>	0.40	m	Altura de borde de la canaleta relativa al fondo del filtro <b>Hc=</b>	2.98	m
	Altura drenaje más grava <b>H2=</b>	0.36	m			
	Altura del lecho filtrante <b>H3=</b>	0.75	m			

Fuente: Elaboración propia.

### Cuadro 16

*Perdida de carga en el recorrido de agua de lavado.*

01	Densidad de la arena <b>rs=</b>	2.65	gr/cm3	Perdida de carga en la arena durante el lavado <b>h'F<sub>arena</sub>=</b>	0.23	m
	Densidad del agua <b>ra=</b>	1.00	gr/cm3			
	Espesor de la capa de arena <b>L=</b>	0.25	M			
	Porosidad de la arena <b>eo=</b>	0.44				
02	Densidad de la antracita <b>rant=</b>	1.70	gr/cm3	Perdida de carga en la antracita durante el lavado <b>h'F<sub>antracita</sub>=</b>	0.182	m
	Porosidad de la antracita <b>e'o=</b>	0.48	gr/cm3			
	Espesor de la capa de ant. <b>L'=</b>	0.50	m			
03	Ancho de cada filtro <b>"B="</b>	0.90	m	Numero de viguetas de drenaje <b>N1=</b>	3.00	
	Ancho de cada vigueta <b>"b="</b>	0.30	m			
04	Espaciamiento entre orificios <b>"X="</b>	0.10	m	Numero de orificios en cada vigueta <b>N2=</b>	32.40	
	Longitud de cada vigueta <b>"c="</b>	1.6	m			
05				Número total de orificios en el drenaje <b>Nt=</b>	97.20	
06				Caudal de lavado por		

				orificio <b>qo=</b>	0.000182	m <sup>3</sup> /s
07	Diámetro de los orificios del drenaje 1/2" - 3/4" <b>"do="</b>	<b>1/2</b> <b>0.01</b>	pulg m	Área de orificios de drenaje <b>Ao=</b>	0.000127	m <sup>2</sup>
08	Coefficiente de descarga de los orificios <b>"Cd="</b>	<b>0.65</b>		<b>Perdida de carga de los orificios de drenaje hF2=</b>	0.248	m
	Aceleración de la gravedad <b>"g="</b>	<b>9.81</b>	m/s <sup>2</sup>			
09	Altura del falso fondo <b>H1=</b>	<b>0.40</b>	m	Sección transversal del falso fondo <b>AFF=</b>		
10				Velocidad en el falso fondo durante el retrolavado <b>VFF=</b>	0.024	m/s

### 2.6.3.11. Dimensionamiento línea impulsión agua potable.

Aplicando la fórmula de Bresse.

$$\phi = 1.3 \left( \frac{N}{24} \right)^{0.25} * Q_b^{0.25}$$

Dónde:

- $\phi$  = Diámetro en metros.
- N = # Horas de bombeo en el día.
- $Q_b$  = Caudal de bombeo (m<sup>3</sup>/s)

#### Tramo: Balsa Flotante – PTAP

Asumiendo un punto óptimo de captación (ver plano clave)

Q prom. = 10.87 l/s

Q md = 14.13 l/s

Q mh. = 21.74 l/s

N= 12 horas bombeo

Q bombeo = 28.26 l/s

Q diseño= 1698.7 l/min

C (Hazen & Williams) = 140

L proyectada= 140.00 m (Longitud Tub. PVC = 90.00 m + Longitud Tub. HDPE= 50.00m)

#### Calculando el diámetro: Reemplazando en la Formula.

$\phi$  = 0.1838 m

$\phi$  = 7.24 pulgadas

#### Diámetro comercial

$\phi$  = 8.00 pulgadas

#### Selección diámetro más económico.

$$Q_b = \pi D^2 * V / 4$$

Donde:

Caudal de Bombeo (Q b)	28.26 (l/s)
Diámetro interior (D)	Iterando (mm)
Velocidad (V)	Iterando (m/s)

Verificación de la Perdida de Carga: Usando la fórmula de Hazen & Williams.

$$H_f = 10.674 * C^{-1.852} * D^{-4.871} * L * D^{1.852}$$

Donde:

Caudal de Bombeo (Q bombeo)            28.26 (l/s)  
 Diámetro interior (D)                    Iterando (mm)  
 Velocidad (V)                                Iterando (m/s)

**Cuadro Comparativo de Diámetros**

NTP				
Norma NTP	Norma ISO		Velocidad (m/s)	Hf (m)
Diámetro (pulg)	DN (mm)	D interior (mm)		
2	63	57.00	11.076	246.37
3	90	81.40	5.431	43.43
4	110	99.40	3.642	16.41
6	160	144.60	1.721	2.64
8	200	180.80	1.101	0.89
10	250	225.80	0.706	0.30
12	315	287.80	0.434	0.09

Fuente: Elaboración propia.

**Nota:** Aplicando la Formula de Bresse el resultado del diámetro de la tubería es de 200 mm y haciendo la comprobación respectiva para la selección del diámetro económico, utilizando la ecuación de la continuidad y la formula de Hazen y Williams se puede optar por un diámetro comercial de 160 mm con una velocidad resultante de 1.72 m/s, el mismo que está dentro de los parámetros recomendados para tuberías de impulsión de distancias cortas.

### **Tramo: Cisterna – Reservorio Elevado**

La Ubicación de la Cisterna y Reservorio elevado se encuentra próximo a la PTAP (ver plano clave)

Q prom. = 10.87 l/s

Q md = 14.13 l/s

Q mh. = 21.74 l/s

N= 12 horas bombeo

Q bombeo = 28.26 l/s

Q diseño= 1698.7 l/min

$C$  (Hazen & Williams) = 140

$L$  proyectada= 140.00 m (Longitud Tub. PVC = 888.13 m)

### Calculando el diámetro: Reemplazando en la Formula.

$\phi = 0.1838$  m

$\phi = 7.24$  pulgadas

### Diámetro comercial

$\phi = 8.00$  pulgadas

### Selección diámetro más económico.

$$Q_b = \pi D^2 * V / 4$$

Donde:

Caudal de Bombeo (Q b)                      28.26 (l/s)  
 Diámetro interior (D)                      Iterando (mm)  
 Velocidad (V)                                  Iterando (m/s)

Verificación de la Perdida de Carga: Usando la fórmula de Hazen & Williams.

$$H_f = 10.674 * C^{-1.852} * D^{-4.871} * L * D^{1.852}$$

Donde:

Caudal de Bombeo (Q bombeo)              28.26 (l/s)  
 Diámetro interior (D)                      Iterando (mm)  
 Velocidad (V)                                  Iterando (m/s)

**Cuadro Comparativo de Diámetros**

NTP				
Norma NTP	Norma ISO		Velocidad (m/s)	Hf (m)
Diámetro (pulg)	DN (mm)	D interior (mm)		
2	63	57.00	11.076	1562.924
3	90	81.40	5.431	275.520
4	110	99.40	3.642	104.120
6	160	144.60	1.721	16.774
8	200	180.80	1.101	5.649
10	250	225.80	0.706	1.913
12	315	287.80	0.434	0.587

Fuente: Elaboración propia.

**Nota:** Aplicando la Formula de Bresse el resultado del diámetro de la tubería es de 200 mm y haciendo la comprobación respectiva para la selección del diámetro económico, utilizando la ecuación de la continuidad y la formula de Hazen y Williams se corrobora optar por un diámetro comercial de 200 mm con una velocidad resultante de 1.101 m/s, el mismo que está dentro de los parámetros recomendados para tuberías de impulsión de distancias largas.

### 2.6.3.12. Determinación equipo de bombeo

El cálculo de la potencia de la bomba y del motor debe realizarse con la siguiente fórmula:

**Tramo: Balsa Flotante – PTAP**

$$P_{bomba} = \frac{Q_b * H_b}{76 \eta}$$

Donde:

Potencia de bomba y del motor (P bomba)	Por determinar (HP)
Caudal de Bombeo (P b)	28.26 (l/s)
Altura manométrica total (m)	18.65 (m)
Eficiencia del sistema de bombeo	$\eta = \eta_{motor} * \eta_{bomba}$

Cota nivel max. (ing. PTAP.)	= 151.82 msnm
Cota nivel (Balsa Flotante)	= 141.58 msnm
Altura geométrica ( $Hg1$ )	= 10.24 m
Perdida de carga por accesorios ( $Hf2$ )	= 3.77 m
Presión de llegada a la Planta PTAP ( $Pll$ )	= 2.00 m
Longitud de tubería de impulsión	= 140.00 m
C (Hazen & Williams)	= 140
Perdida de carga por tubería ( $Hf1$ )	= 2.64 m
Altura dinámica total ( $Hg1+Hf1+hf2+Pll$ )	= 18.65 m
Potencia del equipo de bombeo:	

$$P_{bomba} = \frac{28.26 * 18.65}{76 * 70\%}$$

$$P_{bomba} = 9.90 \text{ HP}$$

La bomba seleccionada debe impulsar el volumen de agua para la altura dinámica



deseada, con una eficiencia ( $\eta$ ) mayor a 70%

De acuerdo al catálogo de bombas se ha seleccionado electrobomba centrífuga = 10.00 HP.

### Tramo: Cisterna – Reservorio Elevado.

$$P_{bomba} = \frac{Q_b * H_b}{76 \eta}$$

Donde:

Potencia de bomba y del motor (P bomba)	Por determinar (HP)
Caudal de Bombeo (P b)	28.26 (l/s)
Altura manométrica total (m)	40.807 (m)
Eficiencia del sistema de bombeo	$\eta = \eta_{motor} * \eta_{bomba}$

Cota nivel max. (ing. Res. Elevado) = 178.545 msnm

Cota nivel (Cisterna) = 146.931 msnm

Altura geométrica ( $Hg1$ ) = 31.614 m

Perdida de carga por accesorios ( $Hf2$ ) = 1.544 m

Presión de llegada a la Planta PTAP ( $Pll$ ) = 2.00 m

Longitud de tubería de impulsión = 888.134 m

C (Hazen & Williams) = 140

Perdida de carga por tubería ( $Hf1$ ) = 5.649 m

Altura dinámica total ( $Hg1 + Hf1 + hf2 + Pll$ ) = 40.807 m

Potencia del equipo de bombeo:

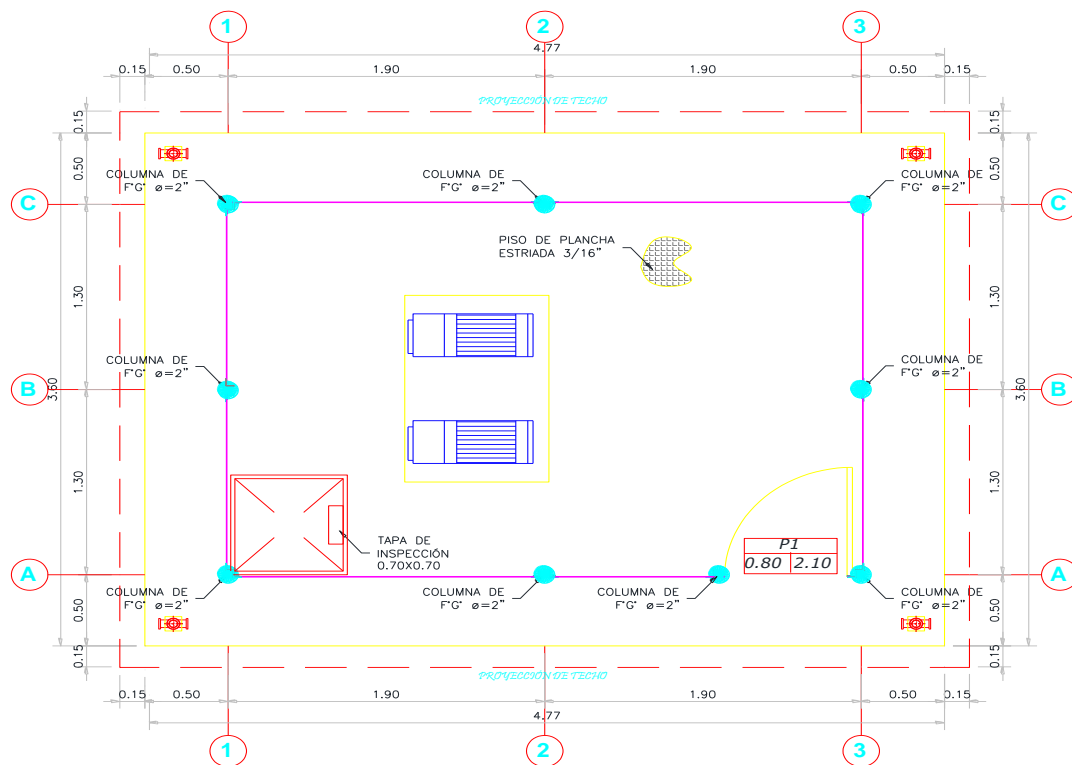
$$P_{bomba} = \frac{28.26 * 40.807}{76 * 70\%}$$

$$P_{bomba} = 21.68 \text{ HP}$$

La bomba seleccionada debe impulsar el volumen de agua para la altura dinámica deseada, con una eficiencia ( $\eta$ ) mayor a 70%

De acuerdo al catálogo de bombas se ha seleccionado electrobomba centrífuga = 22.00 HP.

**2.6.3.13. Diseño del sistema de Captación – Balsa Flotante**



**Figura 6:** Diseño del sistema de captación – Balsa flotante

**CG :** CENTRO DE GRAVEDAD  
**CF :** CENTRO DE FLOTACION

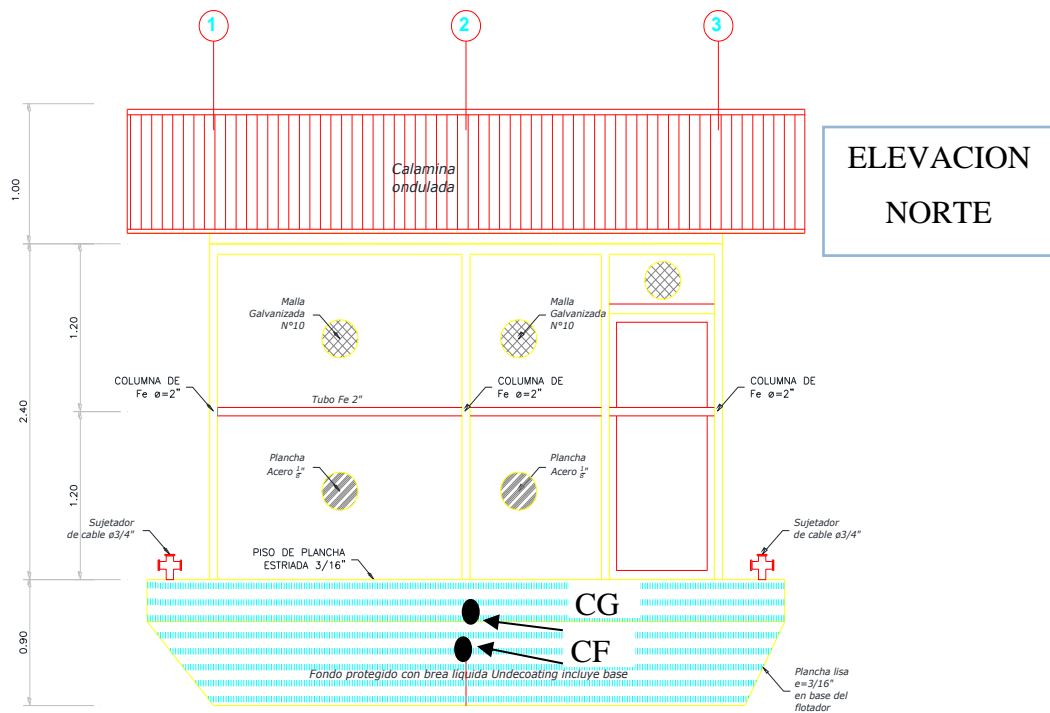


Figura 7: Elevación norte – Balsa flotante

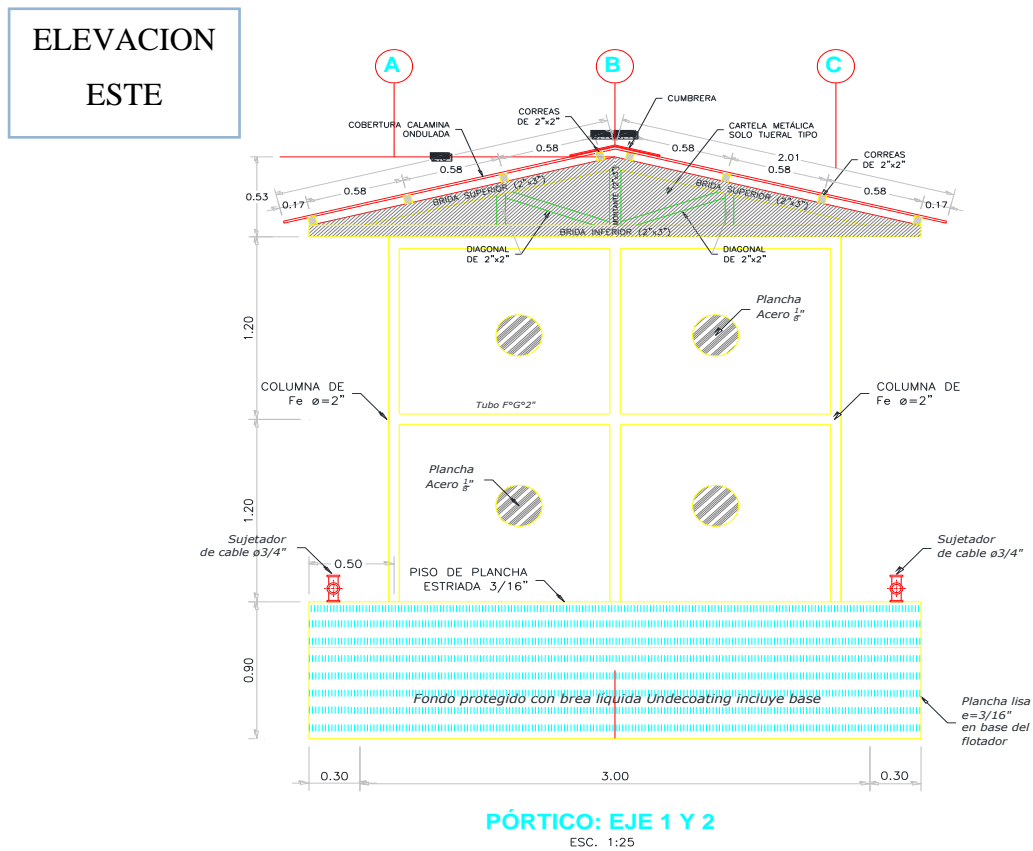


Figura 8: Elevación este – Balsa flotante

**Volumen del Pontón y agua desplazada**

$$\text{Volumen del pontón aprox.} = 4.80 \times 3.60 \times 0.90 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen del pontón aprox.} = 15.55 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de agua desplazada} = 15.55 \text{ m}^3$$

**Peso de las planchas**

$$\text{Espesor de las planchas } 3/16" = 0.0047625 \text{ m}$$

$$\text{Peso específico del acero} = 7,000 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Longitud promedio del pontón} = (3.8 + 4.8) / 2 = 4.30 \text{ m}$$

$$\text{Longitud promedio de la plancha} = (3.6 + 2.6) / 2 = 3.10 \text{ m}$$

**Cuadro 17**

*Peso total de la balsa flotante.*

<b>Dimensiones</b>	<b>Largo (m)</b>	<b>Ancho (m)</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>
Planta superior	4.8	3.8	0.0047625	0.086868
Planta Inferior	3.6	2.6	0.0047625	0.044577
Elevación N orte 1	4.8	0.3	0.0047625	0.006858
Elevación Norte 2	4.3	0.6	0.0047625	0.01228725
Elevación Sur 1	4.8	0.3	0.0047625	0.006858
Elevación Sur 2	4.3	0.6	0.0047625	0.01228725
Elevación este	3.1	0.9	0.0047625	0.013287375
Elevación Oeste	3.1	0.9	0.0047625	0.013287375
<b>VOLUMEN TOTAL M<sup>3</sup> =</b>				<b>0.19631025</b>

Fuente: elaboración propia.

<b>Peso de la base del pontón</b>	= $0.19631025\text{m}^3 \times 7,000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 1374.17 \text{ kg}$
<b>Peso de parte superior aprox. <math>150 \text{ kg/m}^2</math></b>	= 2592.00 kg
<b>Peso por carga viva aprox. <math>200 \text{ kg/m}^2</math></b>	= 3456.00 kg
<b>Peso motor – bomba <math>150 \text{ kg} \times 2 \text{ und.}</math></b>	= 300.00 kg
<b>Peso total</b>	= <b>7,722.17 kg</b>

**Fuerza de flotación = Volumen desplazado\*peso específico del fluido**

V	Peso específico	Fuerza Kg
7.776	1,000.00	7,776.00

$$\text{Volumen desplazado} = 0.45 \times 4.80 \times 3.60 = 7.776 \text{ m}^3$$

**Profundidad de inmersión**

$$h = \frac{7,722.17}{4.80 \times 3.60 \times 1000}$$

$$h = 0.45 \text{ m}$$

### 2.6.3.14. Dimensionamiento línea Aducción de agua potable Balsa Flotante – Cisterna (PTAP)

#### Cuadro 18:

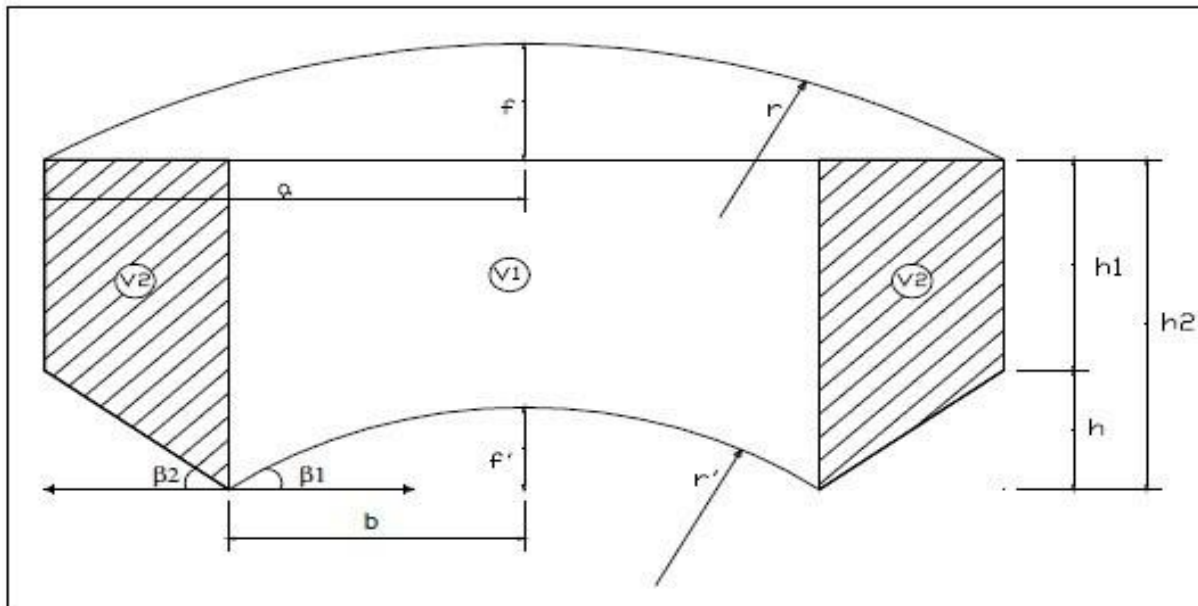
Dimensionamiento línea de aducción de agua potable, balsa flotante – cisterna.

Paso	Descripción	Datos	Unidades	Criterio	Valor	Unidades	Parámetros
1	Nivel Agua (Ingreso a PTAP)	151.82	m.s.n.m	$Hg1 = \text{Niv.ingr. (PTAP)} - \text{Niv.min. (Pontón)}$	10.236	m	Altura Geométrica
	Nivel Agua (Max. creciente)	---	m.s.n.m				
	Nivel Min. Agua (Pontón)	141.58	m.s.n.m				
2	Longitud de la Línea de Imp.	140.00	metros	$Hf1 = 10.674 * L * Q^{1.852} * C^{-1.852} * D^{-4.871}$	2.644	m	Pérdida de carga en tubería
	Diámetro de la Línea	0.1446	m				
		6	pulgadas				
	Caudal de Bombeo	28.26	litros/s				
		0.028	m <sup>3</sup> /s				
Coeficiente Hazen & Williams (PVC)	140	-					
3	Porcentaje de pérdida (%)	25	-	$Hf2 = 25 * (V^2) / 2 * g$	3.774	m	Pérdida carga por accesorios
	Porcentaje de pérdida Pta. Tratam. (%)	-	-	$Hf3 = 0.15 * (f22 + f10 + f14)$	2.000	m	
4	Diámetro de la Línea	0.145	m	$V1 = Q / (\pi * D^2 / 4)$	1.721	m/s	Velocidad del Flujo
	Caudal de Bombeo	0.028	m <sup>3</sup> /s				
5	Altura Geométrica	10.24	m	H.D.T. = Hg + Hf + Hf3	16.654	m	Altura Dinámica Total
	Pérdida carga total	6.42	M				

Fuente: Elaboración propia.

### 2.6.3.15. Diseño del reservorio elevado

#### 2.6.3.15.1. Dimensionamiento del reservorio elevado



**Figura 9:** Dimensionamiento de reservorio elevado.

Volumen de Almacenamiento del reservorio:  $V_A = 260.00 \text{ m}^3$

Las dimensiones que se muestran en la imagen precedente se calcularán con las formulas del (1) al (8).

$$1 \dots a = 0.722160926 * V.A^{1/3} \quad \rightarrow \quad a = 4.61 \text{ m}$$

$$2 \dots b = \frac{a}{\sqrt{2}} \quad \rightarrow \quad b = 3.26 \text{ m}$$

$$3 \dots r' = b * \sqrt{2} \quad \rightarrow \quad r' = 4.61 \text{ m}$$

$$4 \dots h2 = a \quad \rightarrow \quad h2 = 4.61 \text{ m}$$

$$5 \dots h1 = b \quad \rightarrow \quad h1 = 3.26 \text{ m}$$

$$6 \dots f' = a - b \quad \rightarrow \quad f' = 1.35 \text{ m}$$

$$7 \dots f = \frac{a}{3} \quad \rightarrow \quad f = 1.54 \text{ m}$$

$$8 \dots r = \frac{5 * a}{3} \quad \rightarrow \quad r = 7.68 \text{ m}$$

Ahora, para calcular las dimensiones definitivas se tendrá que considerar la chimenea de acceso luego el volumen V1 será reducido por el volumen de chimenea (Vch), es así que se harán iteraciones en la tabla N°01 con las fórmulas de (9) al (15), haciendo variar solo el f' y manteniendo los demás datos, con la finalidad de hacer que el volumen de almacenamiento V.A coincida con 260 m³.

$$9 \dots r' = \frac{b' + fr}{2 * fr}$$

$$10 \dots h1 = h2 - \frac{b*(a-b)}{\sqrt{r'^2 - b^2}}$$

$$11 \dots V1 = \pi * b^2 * h2 - \pi * f'^2 * (r' - f'/3)$$

$$12 \dots V2 = [(a-b)/3] * \pi * [h1 * (2 * a + b) + h2 * (2b + a)]$$

$$13 \dots Vch = \pi * D^2 * \frac{(h2-f')}{4}$$

$$14 \dots V.A = V1 - Vch + V2$$

$$15 \dots \beta = \beta_1 = \beta_2$$

### Cuadro 19

*cálculo de volumen.*

CALCULO DEL VOLUMEN												
ITERACIONES	a (m)	b (m)	h2 (m)	dext chim	f' (m)	r' (m)	h1 (m)	V1 (m <sup>3</sup> )	V2 (m <sup>3</sup> )	Vch (m <sup>3</sup> )	V.A (m <sup>3</sup> )	$\beta$ (°)
1	4.61	3.26	4.61	1.90	1.40	4.50	3.19	129.11	128.79	9.10	248.80	46.48
2	4.61	3.26	4.61	1.90	1.30	4.74	3.33	131.06	131.28	9.38	252.96	43.48
3	4.61	3.26	4.61	1.90	1.20	5.03	3.46	132.98	133.59	9.67	256.90	40.42
4	4.61	3.26	4.61	1.90	1.15	5.20	3.52	133.92	134.68	9.81	258.79	38.86
5	4.61	3.26	4.61	1.90	1.10	5.38	3.58	134.86	135.73	9.95	260.64	37.29
6	4.61	3.26	4.61	1.90	1.05	5.59	3.64	135.78	136.75	10.09	262.44	35.71
7	4.61	3.26	4.61	1.90	1.00	5.81	3.70	136.70	137.74	10.24	264.21	34.11
8	4.61	3.26	4.61	1.90	0.90	6.35	3.80	138.51	139.64	10.52	267.63	30.87

Fuente: Elaboración propia.

#### 2.6.3.15.2. Análisis sísmico de reservorio (volumen=260 m<sup>3</sup>)

#### DATOS GENERALES

- RESERVORIO ELEVADO**

VOLUMEN

$$V = 260 \text{ m}^3$$

DIAMETRO

$$D = 9.22 \text{ m}$$

ALTURA EQUIVALENTE

$$H = \frac{4*V}{\pi*D^2} = 3.894 \text{ m}$$

DENSIDAD DEL AGUA

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

GRAVEDAD

$$g = 9.8066 \text{ m/s}$$



- **MASA TOTAL DEL LIQUIDO**

$$M_f = 260000 \text{ kg}$$

- **MASA IMPULSIVA**

$$m_i = m_f * \left( \frac{\tanh\left(\frac{\sqrt{3}}{2} * \frac{D}{H}\right)}{\frac{\sqrt{3}}{2} * \frac{D}{H}} \right)$$

$$m_i = 122672.991 \text{ kg}$$

Posición de la masa impulsiva respecto a la base del tanque  $D/H = 2.3676$

$$h_c = H * \left( 1 - \frac{\cosh\left(3.68 * \frac{H}{D}\right) - \beta}{3.68 * \frac{H}{D} * \sinh\left(3.68 * \frac{H}{D}\right)} \right)$$

$$h_c = 2.263 \text{ m}$$

Constante de rigidez "K" del sistema mecánico equivalente de housner

$$k = 0.836 * \frac{m_f}{H} * \left( \tanh\left(3.68 * \frac{H}{D}\right) \right)^2$$

$$k = 4.6679 * 10^4$$

$$\frac{k}{60} = 777.9807 \text{ kg/m}$$

## PARAMETROS DE SISMICIDAD

### I) Periodo impulsivo

$t_w = 10$  pulgadas (ancho promedio del muro circular)

$r = 30.25$  pies (radio interior del tanque circular)

- **Coficiente CL y CW**

El coeficiente  $C_w$  para tanques circulares se calcula del siguiente grafico

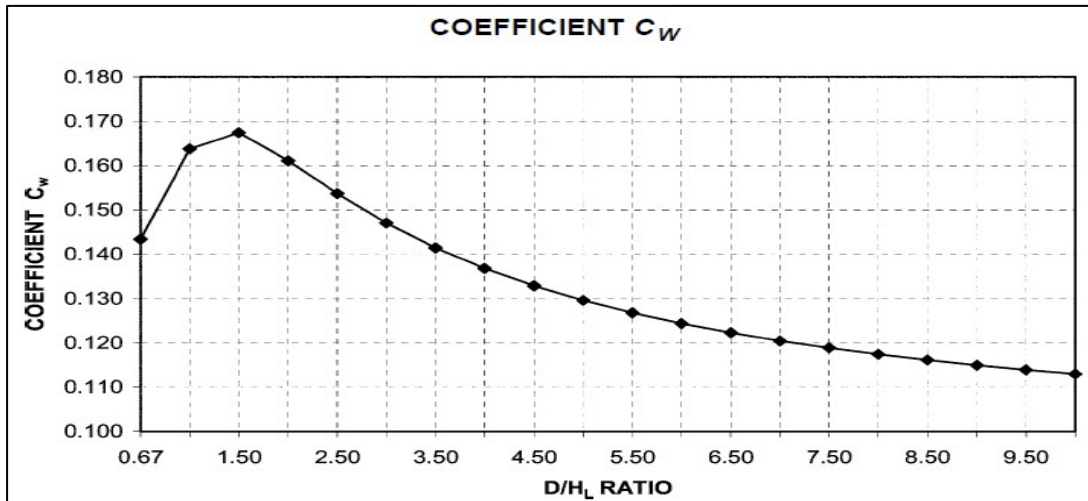


Figura 10; Parámetros de sismicidad (Norma ACI 350.3-06)

$$\frac{D}{H} = 2.376$$

$$C_w = 0.165$$

$$CL = 10C_w \sqrt{\frac{tw}{12r}}$$

$$CL = 0.2739$$

- **Módulo de elasticidad del concreto**

NOTA: 1 Lb/pulg<sup>2</sup> = 0.0703069626 kg/cm<sup>2</sup>  
1 Lb/pulg<sup>2</sup> = 1 Psi

$$E_c = 57000 * \sqrt{\frac{230}{0.0703069626}}$$

$$E_c = 3597118.155 \text{ Psi}$$

- **Peso específico del concreto**

$$\rho_c = 2400 * 0.06242796 = 149.8271 \text{ lb/ft}^3$$

- **Frecuencia circular del modo de vibración impulsiva**

NOTA: g=32.17405512 pie/seg<sup>2</sup>

$$\omega_i = CL * \frac{12}{\frac{H}{0.3048}} * \sqrt{\frac{E_c * 32.174055.12}{\rho_c}}$$

$$\omega_i = 226.069 \text{ rad/seg}$$

Reemplazan los datos encontrados, el periodo impulsivo es:  $T_i = \frac{2\pi}{\omega_i}$   **$T_i = 0.0278 \text{ seg}$**

## II) Periodo convectivo (Tc):

$$\lambda = \sqrt{3.68 * 32.17405512 * \tanh\left(3.68 \frac{H}{D}\right)} \quad \lambda = 10.4056$$

$$\frac{2\pi}{\lambda} = 0.6038 \quad T_c = \frac{2\pi}{\lambda} * \sqrt{D}$$

$$T_c = 1.833 \text{ seg.}$$

El factor  $2\pi/\lambda$  también se puede encontrar de manera gráfica en la Fig. 10; Factor  $2\pi/\lambda$  for circular tanks. de la Norma ACI 350.3-06, que se muestra a continuación:

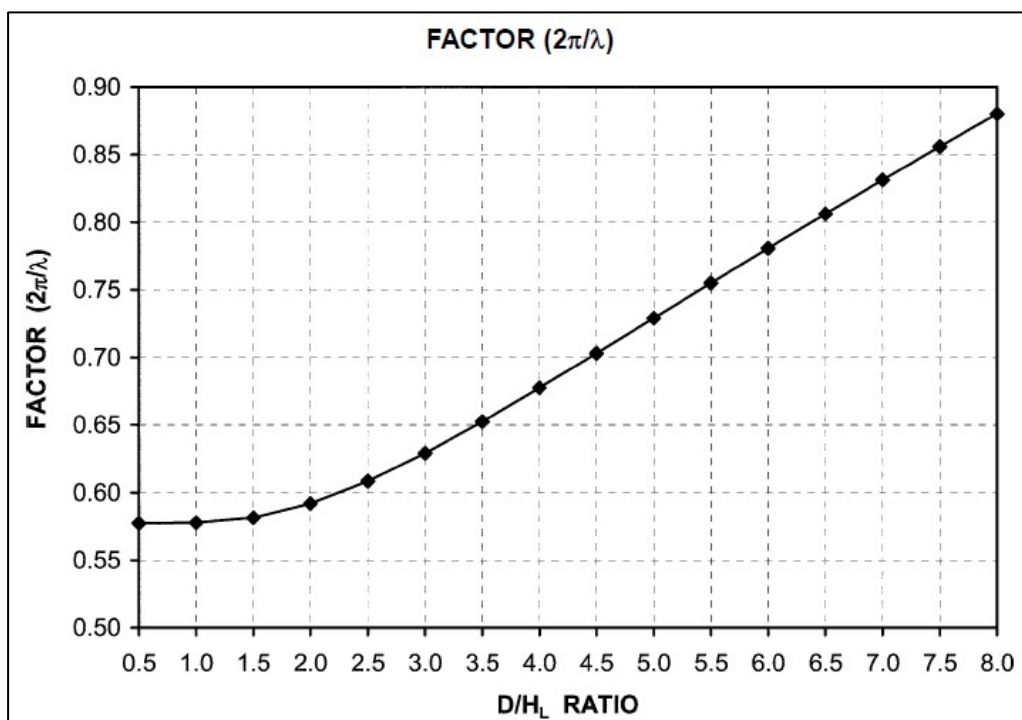


Figura 11: El factor  $2\pi/\lambda$  (Norma ACI. 350.3-06)

## FACTOR DE IMPORTANCIA ( I )

Tabla 15: Factor de importancia (I)

	Tank use	Factor I
III	Tanks containing hazardous materials*	1.5
II	Tanks that are intended to remain usable for emergency purposes after an earthquake, or tanks that are part of lifeline systems	1.25
I	Tanks not listed in Categories II or III	1.0

\*In some cases, for tanks containing hazardous materials, engineering judgment may require a factor  $I > 1.5$ .

Fuente: Norma ACI. 350.3-06

I= 1.25

### **FACTOR DE MODIFICACIÓN DE RESPUESTA ( R )**

$$R_i = 2.00 \quad R_c = 1$$

**Tabla 16:** *Factor de modificación de respuesta (R)*

Type of structure	$R_i$		$R_c$
	On or above grade	Buried <sup>†</sup>	
Anchored, flexible-base tanks	3.25 <sup>†</sup>	3.25 <sup>†</sup>	1.0
Fixed or hinged-base tanks	2.0	3.0	1.0
Unanchored, contained, or uncontained tanks <sup>‡</sup>	1.5	2.0	1.0
Pedestal-mounted tanks	2.0	—	1.0

<sup>\*</sup>Buried tank is defined as a tank whose maximum water surface at rest is at or below ground level. For partially buried tanks, the  $R_i$  value may be linearly interpolated between that shown for tanks on grade and for buried tanks.

<sup>†</sup> $R_i = 3.25$  is the maximum  $R_i$  value permitted to be used for any liquid-containing concrete structure.

<sup>‡</sup>Unanchored, uncontained tanks shall not be built in locations where  $S_{DS} \geq 0.75$ .

Fuente: Norma ACI. 350.3-06

### **CÁLCULO DEL CORTANTE ESTÁTICO**

- **ACELERACIÓN ESPECTRAL DE DISEÑO PARA EN CORTOS PERIODOS (SDS)**

Según la figura 22-1 hasta la figura 22-14 del ASCE 7-05, y haciendo una analogía con el territorio peruano, se tiene que:  $S_{ms} = S_s * F_a = 1.73 * g$

$$S_{ms} = 1.73 \text{ xg}$$

$$SDS = 2 * S_{ms} / 3 \quad SDS = 1.1533 \text{ xg}$$

- **ACELERACIÓN ESPECTRAL DE DISEÑO EN PERIODO DE 1 SEGUNDO (SD1)**

Según la figura 22-1 hasta la figura 22-14 del ASCE 7-05, y haciendo una analogía con el territorio peruano, se tiene que:  $S_{m1} = S_1 * F_v = 1.035 * g$

$$S_{m1} = 1.035 \text{ xg}$$

$$SDI = 2 * S_{m1} / 3 \quad SDI = 0.69 \text{ xg}$$

- PERIODO DE TRANSICION DE PERIODOS CORTOS**

$$T_s = S_{DI} / S_{DS}$$

$$T_s = 0.5983 \text{ seg}$$

- COEFICIENTE DE RESPUESTA SISMICA IMPULSIVA  $C_i$**

$$C_i(S_{DS}, S_{DI}, T_i, T_s) \implies \begin{cases} C_i \leftarrow S_{DS} & \text{if } T_i T_s \leq \text{if} \\ C_i \leftarrow S_{DS}/T_i & \text{if } T_i T_s > \text{if} \end{cases}$$

$$C_i(S_{DS}, S_{DI}, T_i, T_s) = 1.1533$$

$$C_i = C_i(S_{DS}, S_{DI}, T_i, T_s) = 1.1533$$

- COEFICIENTE DE RESPUESTA SISMICA CONVECTIVA  $C_c$**

$$C_c(S_{DS}, S_{DI}, T_c, T_s) = \begin{cases} C_c \leftarrow 1.5 S_{DI} / T_c & \text{if } T_c \leq 1.6 / T_s \\ C_c \leftarrow 2.4 S_{DS} / T_c^2 & \text{if } T_c > 1.6 / T_s \end{cases}$$

$$C_c(S_{DS}, S_{DI}, T_c, T_s) = 0.5645$$

- COEFICIENTE DE MASA EFECTIVA**

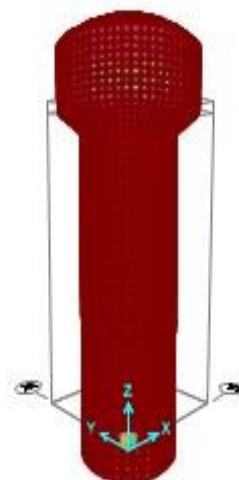
$$\varepsilon = 0.0151 \left( \frac{D}{H} \right)^2 - 0.1908 * \frac{D}{H} + 1.021$$

$$\varepsilon = 0.6539$$

- MASAS IMPULSIVA**

Cabe resaltar que estas masas se calculan haciendo uso del software SAP 2000

$$W_{\text{reservorio}} = 7223.44 \cdot 60 = 433406.4 \text{ Kg}$$



- **CORTANTE ESTÁTICO (COMPONENTE IMPULSIVO)**

$$V_i = \frac{C_i * I * (\varepsilon * W_{reserv.} + m_i)}{R_i}$$

$$V_i = 292715.649 \text{ kg}$$

- **CORTANTE ESTÁTICO (COMPONENTE CONVECTIVA)**

$$V_c = \frac{C_i * I * m_c}{R_c}$$

$$V_c = 186662.192 \text{ kg}$$

- **CORTANTE ESTÁTICO EN LA BASE**

$$V_t = \sqrt{V_i^2 + V_c^2}$$

$$V_t = 347167.461 \text{ kg}$$

### **COMBINACIONES DE CARGA LRFD:**

SERVIVIO	S1= D++L+EH+EQ
ULTIMA	U1 = 1.4*D+1.7*L+1.4*EH
	U2 = 1.25*D+1.25*L+1.25*EH+EQ
	U3= 0.9*D+EQ

### **DONDE:**

D: Carga muerta debida al peso propio de los elementos y los efectos permanente sobre la estructura.

L: Carga viva en la azotea.

EH: Empuje Hidrostático

EQ: Carga de sismo de acuerdo a la Norma E.030 Diseño Sismoresistente.

### **VERIFICACIÓN DE LA DERIVA:**

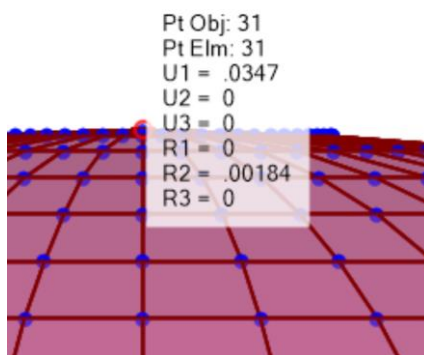
Según el artículo N° 5.2 Desplazamientos laterales Relativos admisibles de la Norma E.030 del RNE, los límites para la distorsión del entrepiso son como se detalla en el siguiente cuadro:

**Tabla 17***Verificación de la deriva*

LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO	
Material Predominante	( $\Delta_i / h_{ei}$ )
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

Fuente norma E.0.30

Después de haber modelado completamente el reservorio, se obtuvo el desplazamiento mostrado en la imagen de abajo, bajo la combinación de carga DRIFT X, ya no se analizaron los demás lados debido a que el reservorio es simétrico por todos los lados.



Por tanto, la deriva se calcula de la manera siguiente:

$$\text{DESPLAZAMIENTO} = 0.0347$$

$$\text{ALTURA} = 26.199$$

$$\text{DERIVA} = \frac{\text{DESPLAZAMIENTO}}{\text{ALTURA}} = 0.0013$$

Por tanto, según lo expresado en el cuadro precedente, la deriva de la edificación si cumple con los requerimientos de la Norma E.030.

### **CÁLCULO DEL ACERO DE REFUERZO EN EL RESERVORIO ELEVADO**

**Cúpula esférica, E = 0.10 m**

- **Refuerzo radial**

Cuantía :  $\rho r1 = 0.0104 \text{ cm}^2/\text{cm}$

Espaciamiento :  $Sr1 = 35 \text{ cm}$

Acero :  $As = \rho r1 * Sr1 = 0.364$   
 USAR =  $\emptyset \frac{1}{2} @ 0.35 m$

- **Refuerzo circular**

Cuantía :  $\rho r2 = 0.0072 \text{ cm}^2/\text{cm}$   
 Espaciamiento :  $Sr2 = 35 \text{ cm}$   
 Acero :  $As = \rho r2 * Sr2 = 0.252$   
 USAR =  $\emptyset \frac{1}{2} @ 0.35 m$

### Fondo Cónico, E = 0.25 m

- **Refuerzo inclinado**

Cuantía :  $\rho r3 = 0.2068 \text{ cm}^2/\text{cm}$   
 Espaciamiento :  $Sr3 = 20 \text{ cm}$   
 Acero :  $As = \rho r3 * Sr3 = 4.136$   
 USAR DOBLE MALLA =  $\emptyset 1" @ 0.20 m$

- **Refuerzo circular**

Cuantía :  $\rho r4 = 0.0461 \text{ cm}^2/\text{cm}$   
 Espaciamiento :  $Sr4 = 20 \text{ cm}$   
 Acero :  $As = \rho r4 * Sr4 = 0.922$   
 USAR DOBLE MALLA =  $\emptyset \frac{3}{4} @ 0.20 m$

### Fondo Esférico, E = 0.25 m

- **Refuerzo radial**

Cuantía :  $\rho r5 = 0.0325 \text{ cm}^2/\text{cm}$   
 Espaciamiento :  $Sr5 = 20 \text{ cm}$   
 Acero :  $As = \rho r5 * Sr5 = 0.65$   
 USAR DOBLE MALLA =  $\emptyset \frac{3}{4} @ 0.20 m$

- **Refuerzo circular**

Cuantía :  $\rho r6 = 0.0628 \text{ cm}^2/\text{cm}$   
 Espaciamiento :  $Sr6 = 20 \text{ cm}$   
 Acero :  $As = \rho r6 * Sr6 = 0.922$   
 USAR DOBLE MALLA =  $\emptyset \frac{3}{4} @ 0.20 m$



**Pared Cilíndrica, E = 0.25 m**

- **Refuerzo vertical**

$$\text{Cuantía} \quad : \quad \rho r7 = 0.0614 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

$$\text{Espaciamiento} \quad : \quad Sr7 = 20 \text{ cm}$$

$$\text{Acero} \quad : \quad As = \rho r7 * Sr7 = 1.228$$

USAR DOBLE MALLA =  $\emptyset$  1/2" @ 0.20 m

- **Refuerzo horizontal**

$$\text{Cuantía} \quad : \quad \rho r8 = 0.0628 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

$$\text{Espaciamiento} \quad : \quad Sr8 = 20 \text{ cm}$$

$$\text{Acero} \quad : \quad As = \rho r8 * Sr8 = 0.922$$

USAR DOBLE MALLA =  $\emptyset$  1/2" @ 0.20 m

**Fuste Cilíndrico, E = 0.30 m**

- **Refuerzo vertical**

$$\text{Cuantía} \quad : \quad \rho r9 = 0.0614 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

$$\text{Espaciamiento} \quad : \quad Sr9 = 20 \text{ cm}$$

$$\text{Acero} \quad : \quad As = \rho r9 * Sr9 = 1.228$$

USAR DOBLE MALLA =  $\emptyset$  1/2" @ 0.20 m

- **Refuerzo horizontal**

$$\text{Cuantía} \quad : \quad \rho r10 = 0.0628 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

$$\text{Espaciamiento} \quad : \quad Sr10 = 20 \text{ cm}$$

$$\text{Acero} \quad : \quad As = \rho r10 * Sr10 = 0.922$$

USAR DOBLE MALLA =  $\emptyset$  1/2" @ 0.20 m

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Resultados

##### 3.1.1 Población actual

###### Cuadro 20

*Datos censales y proyección al año actual.*

Población	N° Habitantes
Población 2017 (según INEI)	2727
Población 2019 (año de elab. de tesis)	2832

Fuente: Elaboración propia.

##### 3.1.2 Estimación de la población futura

###### Cuadro 21

*Población futura.*

Población	N° Habitantes	
	AÑOS	
Población 2019	2019	2039
	2832	4270

Fuente: Elaboración propia.

Entonces la población futura es de **4270 habitantes**.

##### 4.1.3 Caudal de diseño

###### Cuadro 22

*Caudales de diseño.*

Tipo de caudales	Caudales
Promedio	10.87 (lts/seg)
Máximo diario	14.13(lts/seg)
Máximo horario	21.75(lts/seg)

Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.4 Caudal de Reserva

$$V_{res.} = 25\% Q_{md.}$$

$$V_{res.} = 3.53 \text{ lts/seg}$$

### 3.1.5 Caudal de diseño para la Planta de Tratamiento

$$Q_{diseño} = Q_{md} + V_{reserva}$$

$$Q_{diseño} = 17.67 \text{ lts/seg}$$

### 3.1.6 Volumen para el reservorio elevado

#### Cuadro 23

*Volumen de reservorio elevado.*

VOLUMEN	
V Reg. =	234.85 m <sup>3</sup>
V Inc. =	0.00 m <sup>3</sup>
V Res. =	23.49 m <sup>3</sup>
V. alm.=	258.34 m <sup>3</sup>
	260.00 m <sup>3</sup>

Fuente: elaboración propia.

### 3.1.7 Volumen para cisterna de agua

Volumen para diseño de cisterna es de 1200 m<sup>3</sup>.

3.1.8 Balsa flotante

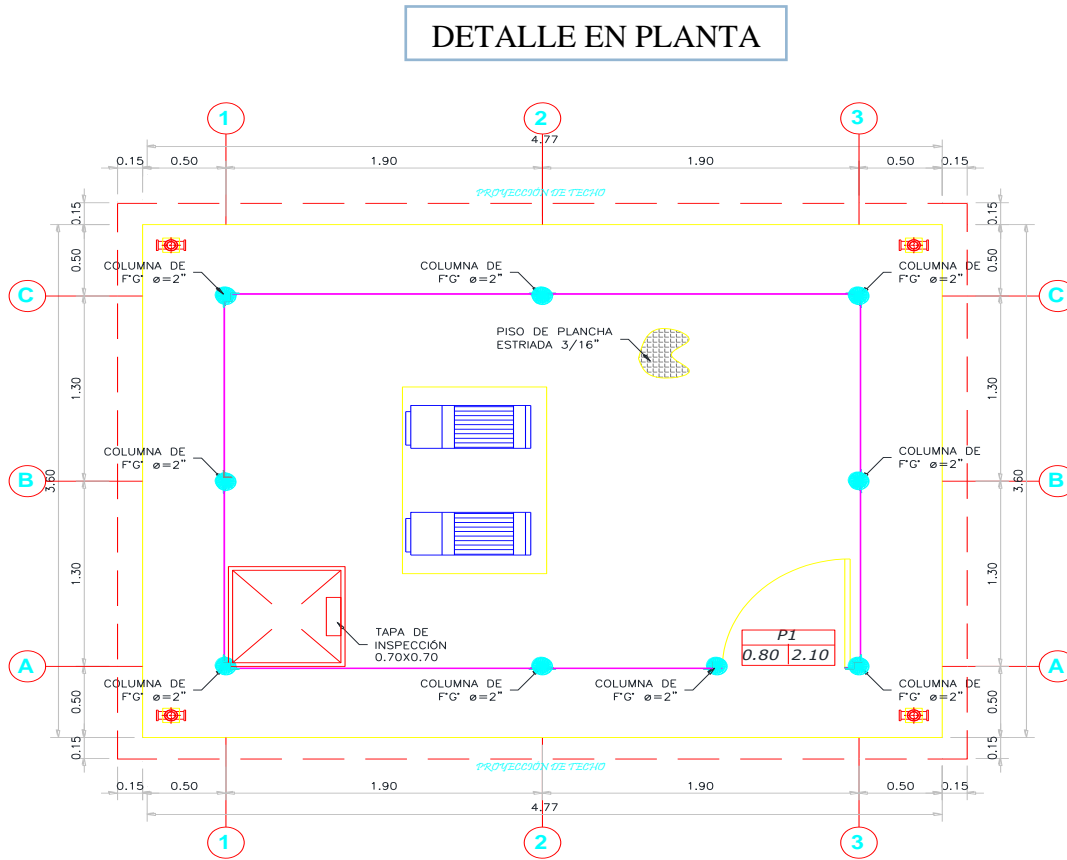


Figura 12; Detalle en planta – Balsa flotante.

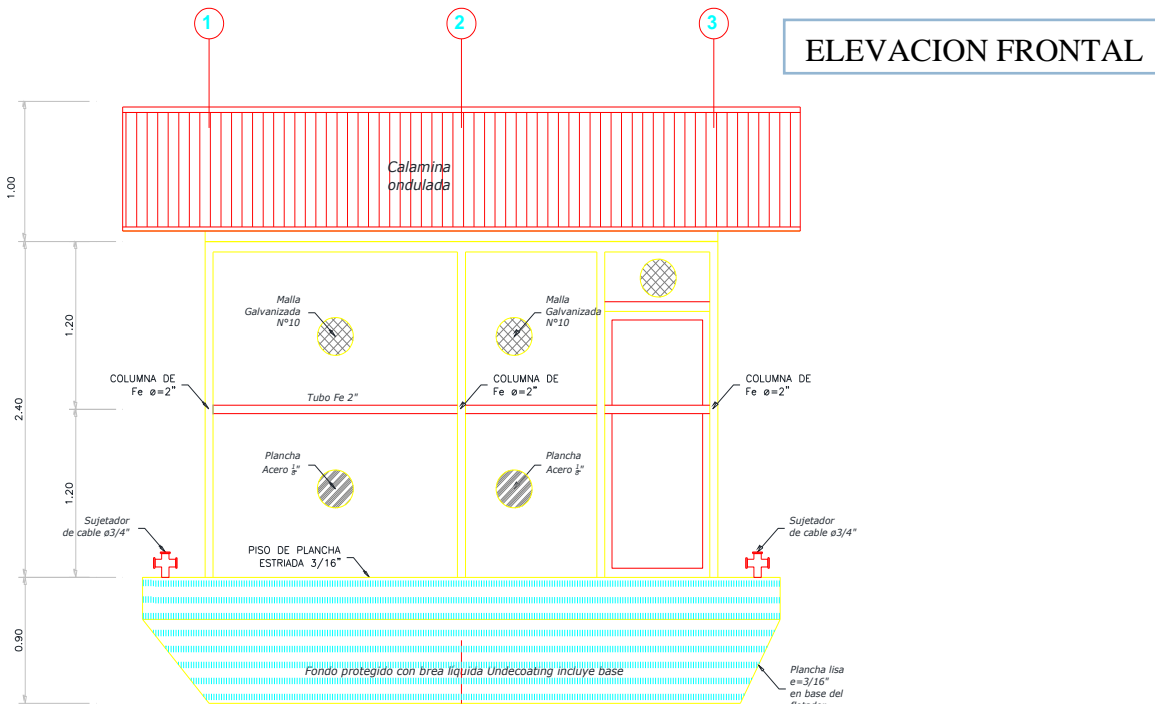
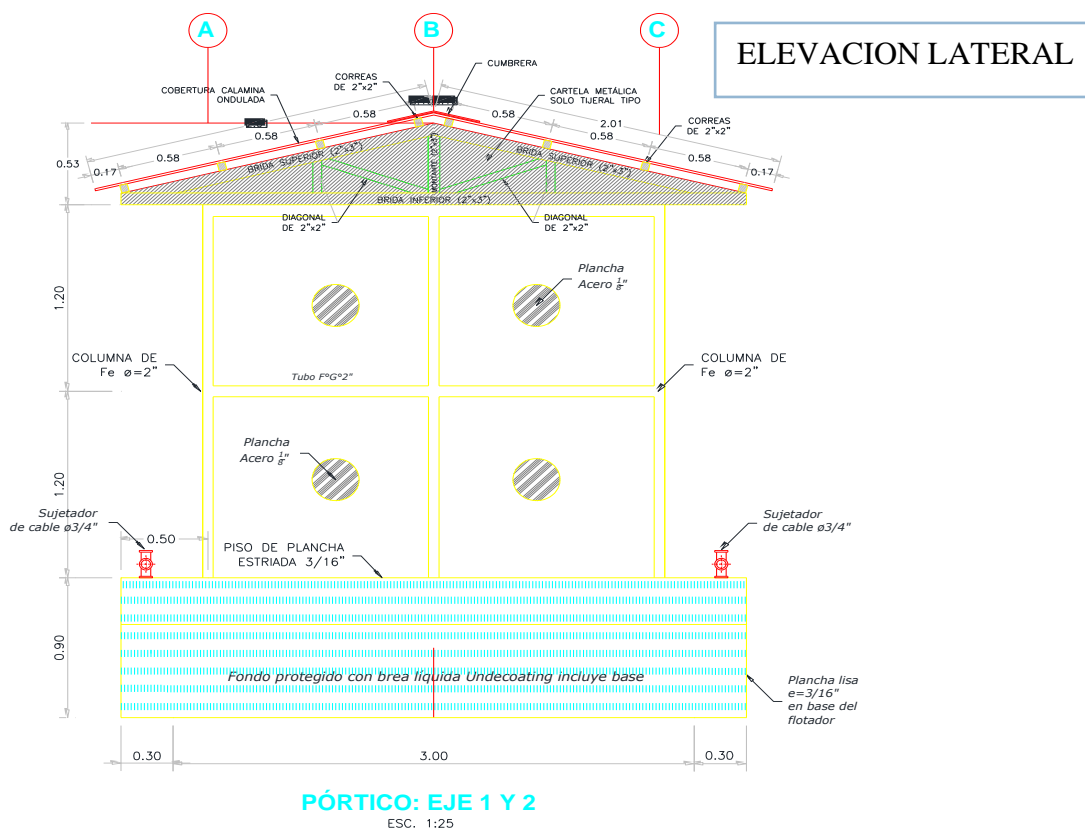


Figura 13; Elevación frontal – Balsa flotante.



**Figura 14:** Elevación lateral – Balsa flotante.

**Cuadro 24***Estimación de la profundidad de inmersión.*

DESCRIPCION DE DATOS	VALORES OBTENIDOS
PESO TOTAL	7,722.17 kg
FUERZA DE FLOTACION	7,776.00 kg.
PROFUNDIDAD DE INMERSION	0.45 m

Fuente: Elaboración propia.

**3.1.9 Línea de conducción****Cuadro 25***Línea de impulsión.*

TRAMO	Captación- PTAP.
Caudal impulsión	28.26 lts/seg
Cota inicial	141.58 msnm
Cota final	151.82 msnm
Diferencia de cotas	10.236 m
Material de tubería	PVC
Coef. H &W	140
Longitud	140 m
Diámetro elegido	160 mm.
Velocidad (m/s)	1.721 m/s
Hf (tramo)	2.644 mca
Presión inicial	18.654 mca
Presión final	2.00 mca
TRAMO	
Caudal impulsión	28.26 l/s
Cota inicial	178.545 msnm
Cota final	146.931 msnm
Diferencia de cotas	31.614 m
Material de tubería	PVC
Coef. H &W	140
Longitud	140 m
Diámetro elegido	200 mm
Velocidad (m/s)	1.101 m/s
Hf (tramo)	5.649 mca
Presión inicial	40.807 mca
Presión final	2.00 mca

Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.10 Planta de Tratamiento

#### 3.1.10.1 Mezcladores

**Cuadro 26**

*Mezcladores.*

Resultados	Cálculos		Unidad
Caudal Unitario	$q =$	0.088	$m^3/s/m$
Inclinación de la Rampa	$\theta =$	0.15	Rad.
	$\theta =$	8.95	Sexag.
Factor de resolución de la ecuación	$K =$	6.986	-
	$\varphi =$	1.304	
Relación de alturas antes y después del resalto	$a =$	10.357	-
Altura antes del resalto	$d_1 =$	0.025	m
Profundidad antes del resalto	$h_1 =$	0.025	m
Velocidad al inicio del resalto	$V_1 =$	<b>3.534</b>	m/s
Comprobación del Numero de Froude	$F =$	<b>7.14</b>	
Profundidad después del resalto	$h_2 =$	0.259	m
Longitud del resalto	$L =$	1.400	m
Perdida de carga	$h_p =$	0.495	m
Volumen del resalto	$V =$	0.04	$m^3$
Gradiente de Velocidad	$G =$	<b>1365</b>	$s^{-1}$
Tiempo de mezcla	$T =$	<b>2.264</b>	s
Grada al final del resalto	$h =$	0.043	m
Altura de agua en el vertedero	$h_3 =$	0.132	m
Comprobación de igualdad de Energía	$\Delta =$	<b>-0.37</b>	-

Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.10.2 Floculador

#### Cuadro 27

*Diseño de floculador (flujo horizontal).*

RESULTADOS		UNIDADES
Longitud de canales		
Tramo 1 "L1"=	<b>70.20</b>	M
Tramo 2 "L2"=	<b>57.60</b>	M
Tramo 3 "L3"=	<b>37.80</b>	M
Área de canales		
Tramo 1 "A1"=	<b>0.14</b>	m <sup>2</sup>
Tramo 2 "A2"=	<b>0.15</b>	m <sup>2</sup>
Tramo 3 "A3"=	<b>0.20</b>	m <sup>2</sup>
Ancho de canales		
Tramo 1 "a1"=	<b>0.18</b>	m
Tramo 2 "a2"=	<b>0.20</b>	M
Tramo 3 "a3"=	<b>0.26</b>	M
Ancho de vueltas		
Tramo 1 "d1"=	<b>0.27</b>	M
Tramo 2 "d2"=	<b>0.29</b>	M
Tramo 3 "d3"=	<b>0.39</b>	M
Ancho del floculador		
Tramo 1 "B1"=	<b>2.75</b>	M
Tramo 2 "B2"=	<b>2.77</b>	M
Tramo 3 "B3"=	<b>2.87</b>	M
Número de canales		
Tramo 1 "N1"=	<b>26</b>	Und.
Tramo 2 "N2"=	<b>21</b>	Und.
Tramo 3 "N3"=	<b>13</b>	Und.
Longitud de los tramos		
Tramo 1 "LT1"=	<b>4.78</b>	M
Tramo 2 "LT2"=	<b>4.20</b>	M
Tramo 3 "LT3"=	<b>3.52</b>	M
Pérdida de carga en las vueltas		
Tramo 1 "h1"=	<b>0.04</b>	M
Tramo 2 "h2"=	<b>0.03</b>	M
Tramo 3 "h3"=	<b>0.01</b>	M
Perímetro mojado de las secc.		
Tramo 1 "P1"=	<b>1.68</b>	M
Tramo 2 "P2"=	<b>1.70</b>	M
Tramo 3 "P3"=	<b>1.76</b>	M



Radio Hidráulico de las secc.		
Tramo 1 "r1"=	<b>0.08</b>	M
Tramo 2 "r2"=	<b>0.09</b>	M
Tramo 3 "r3"=	<b>0.11</b>	M
Pérdida de carga en los canales		
Tramo 1 "H1"=	<b>0.19</b>	M
Tramo 2 "H2"=	<b>0.13</b>	M
Tramo 3 "H3"=	<b>0.04</b>	M
Pérdida de carga total		
Tramo 1 "Hf1"=	<b>0.23</b>	M
Tramo 2 "Hf2"=	<b>0.16</b>	M
Tramo 3 "Hf3"=	<b>0.05</b>	M
Gradiente de velocidad		
Tramo 1 "G1"=	<b>64.89</b>	s-1
Tramo 2 "G2"=	<b>56.35</b>	s-1
Tramo 3 "G3"=	<b>34.00</b>	s-1

Fuente: Elaboración propia.

## Cuadro 28

*Diseño de canal de agua floculada.*

RESULTADOS		UNIDAD
Caudal de ingreso a cada decantador "q"=	<b>0.009</b>	m <sup>3</sup> /s
Sección final del canal AF=	<b>0.550</b>	m <sup>2</sup>
Velocidad en la sección final del canal "Vc"=	<b>0.016</b>	m/s
Sección inicial del canal Ai =	<b>1.10</b>	m <sup>2</sup>
Altura inicial del canal Hi =	<b>2.00</b>	m
Área sección útil de las compuertas	<b>AL =</b>	<b>0.05</b> m <sup>2</sup>
	<b>H =</b>	<b>0.50</b> m
	<b>B =</b>	<b>0.50</b> m
Coeficiente de pérdida de carga en los orificios de las compuertas "beta1"	<b>1.713</b>	cte
Velocidad real en la primera compuerta "VL1"=	<b>1.40</b>	m/s
Velocidad real en la última compuerta "VL2"=	<b>1.404</b>	m/s

Perdida de carga en las compuertas $hf''=$	<b>0.2998</b>	m
Radio hidráulico de la compuerta lateral "RH"	<b>0.1250</b>	m
Gradiente de velocidad al paso del flujo por las compuertas $"G"=$	<b>5.41</b>	s-1

Fuente: Elaboración propia.

### Cuadro 29

*Diseño del canal central de distribución de agua floculada en el decantador.*

RESULTADOS		UNIDAD
Caudal del canal durante el mantenimiento de una unidad $"Qc"=$	<b>0.011</b>	<b>m<sup>3</sup>/s</b>
Área total de orificios $"AT"=$	<b>0.050</b>	<b>m<sup>2</sup></b>
Números de orificios $"N"=$	<b>14</b>	<b>Und.</b>
La mitad a cada lado del canal Área de cada de orificio $"AL"=$ $"d"=$ $"d"=$	<b>0.004</b>	<b>m<sup>2</sup></b> <b>m</b> <b>pulg</b>
Sección en el extremo final del canal $"AF"=$	<b>0.26</b>	<b>m<sup>2</sup></b>
Caudal por orificio $"qo"=$	<b>0.00040</b>	<b>m<sup>3</sup>/s</b>
Caudal que llega al extremo final del canal $QF"=$	<b>0.00080</b>	<b>m<sup>3</sup>/s</b>
Velocidad en el extremo final del canal $"VF"=$	<b>0.003</b>	<b>m/s</b>
Sección inicial del canal $"Ac"=$	<b>0.88</b>	<b>m<sup>2</sup></b>
Velocidad en el extremo inicial del canal $"Vc"=$	<b>0.013</b>	<b>m/s</b>
Coeficiente de pérdida de carga total en el primer orificio del canal $"beta1"$	<b>1.722</b>	-
Coeficiente de pérdida de carga en el último orificio del canal $"beta n"$	<b>1.722</b>	-
Velocidad real en el primer orificio $"VL1"=$	<b>0.082</b>	<b>m/s</b>
Velocidad real en el último orificio $"VL n"=$	<b>0.084</b>	<b>m/s</b>
Desviación de caudal entre el primer y el último orificio $"o-"=$	<b>26%</b>	<b>%</b>

Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.10.3 Decantador de placas paralelas

**Cuadro 30**

*Decantador de placas paralelas.*

RESULTADOS			UNIDAD
Espaciamiento entre las placas	d=	<b>13.9</b>	cm
		<b>0.139</b>	m
Longitud útil dentro de las placas	Lu ="	<b>111.5</b>	cm
		<b>1.115</b>	m
Longitud relativa del módulo de placas	"Lr="	<b>8.01</b>	
Area superficial de la unidad	"f=" As=	<b>4.22</b>	
		<b>12.1</b>	m <sup>2</sup>
Número de canales formados por las placas	N=	<b>16</b>	
Longitud total del decantador	LT=	<b>3.4</b>	m
Velocidad media del flujo	"Vo ="	<b>0.08</b>	cm/s
Radio hidráulico del módulo de placas	"RH="	<b>6.58</b>	cm
Número de Reynolds	Nr=	<b>222.5</b>	
Velocidad longitudinal máxima	"Vo="	<b>0.09</b>	cm/s

Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.10.4 Filtros rápido con tasa declinante y lavado mutuo

**Cuadro 31**

*Filtro rápido de tasa declinante.*

RESULTADOS			UNIDAD
Área de cada filtro	AF=	1.46	m <sup>2</sup>
Múltiplo de 3	a = b =	0.90	M
		1.62	M
Área total de filtros	AT =	7.3	m <sup>2</sup>
Número de Filtros	N =	5.00	Und.
Tamaño de la antracita del 90% que pasa la malla	d'90 =	1.68	Mm
Tamaño efectivo de la antracita	d'10 =	0.84	Mm
Porosidad expandida prom. de la capa de arena	e =	0.596	
Porosidad expandida prom. de la capa de antracita	e' =	0.579	
% de expansión promedio de la arena	E =	0.424	

% de expansión promedio de la antracita	$E' =$	0.308	
Altura del lecho filtrante expandido	$Le =$	1.010	M
Caudal de recolección de cada canaleta	$Qc =$	1.38	m <sup>3</sup> /min
Ancho de las canaletas de lavado	$W =$	0.14	M
Altura total de canaletas de lavado más losa de fondo	$H =$	0.46	M
Altura de borde de la canaleta relativa al fondo del filtro	$Hc =$	2.98	M

**Fuente:** Elaboración propia.

### Cuadro 32

*Pérdida de carga en el recorrido de agua de lavado.*

RESULTADOS		UNIDAD	
Perdida de carga en la arena durante el lavado	$h'F_{arena} =$	0.23	m
Perdida de carga en la antracita durante el lavado	$h'F_{antracita} =$	0.182	m
Hf del medio filtrante	$hF1 =$	0.413	m
Numero de viguetas de drenaje	$N1 =$	3.00	
Numero de orificios en cada vigueta	$N2 =$	32.40	
Número total de orificios en el drenaje	$Nt =$	97.20	
Caudal de lavado por orificio	$qo =$	0.000182	m <sup>3</sup> /s
Área de orificios de drenaje	$Ao =$	0.000127	m <sup>2</sup>
Perdida de carga de los orificios de drenaje	$hF2 =$	0.248	m
Velocidad en el falso fondo durante el retro lavado	$VFF =$	0.024	m/s

Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.10.5 Cisterna

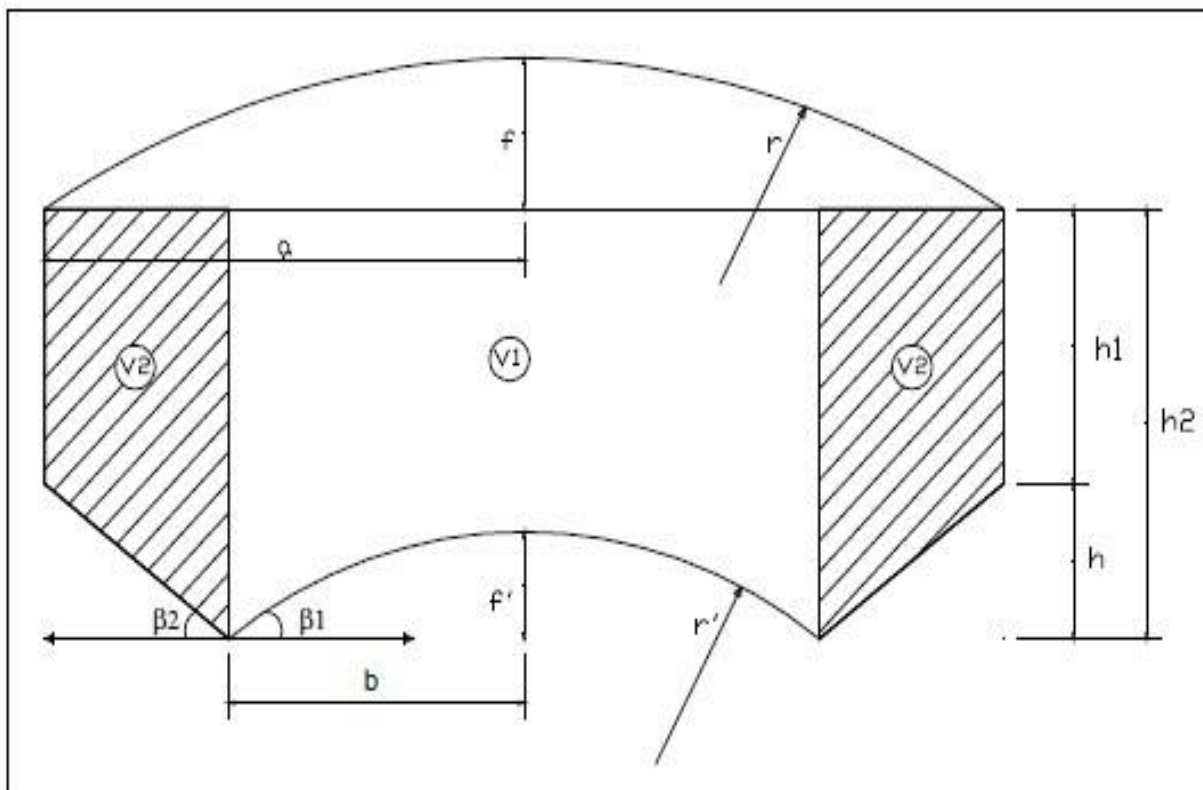
#### Cuadro 33

*Dimensiones de cisterna.*

DIMENSIONES	RESULTADOS
Capacidad de cisterna	1200 m <sup>3</sup>
Ancho	12.5 m
Largo	20.00 m
Altura	5.00 m

Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.11. Reservorio Elevado



*Figura 15:* Diseño de reservorio elevado.

**Cuadro 34***Dimensiones del depósito de almacenamiento.*

DIMENSIONES	RESULTADOS
a	4.61 m
b	3.26 m
h2	4.61 m
D. ext chim	1.90 m
f'	1.10 m
r'	5.38 m
h1	3.58 m
V1	134.86 m <sup>3</sup>
V2	135.73 m <sup>3</sup>
Vch	9.95 m <sup>3</sup>
V.A	260.64 m <sup>3</sup>
$\beta_1=$	37.29°
$\beta_1=$	37.29°

Fuente: Elaboración propia.

## Red de Distribución

**Cuadro 35**

*Red de distribución.*

TRAMO		LONG. m.	DIAMETRO (INTERNO) MM.	DIAMETRO COMERCIAL	MATERI AL	CAUDAL L/s.	VELOCID AD m/s.	PERDIDA DE CARGA m.	COTA DE TERRENO		COTA PIEZOMETRICA		PRESIONES	
INICIAL	FINAL								INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIA L	FINAL
RESERV.	J-1	32	144.6	160 MM	PVC	21.74	1.32	3.2	153.75	153.79	173.75	173.43	19.96	19.59
J-1	J-2	20	144.6	160 MM	PVC	16.27	0.99	1.1	153.79	153.91	173.43	173.31	19.59	19.36
J-1	J-4	37	99.4	110 MM	PVC	5.47	0.71	1.8	153.79	153.50	173.43	173.25	19.59	19.71
J-2	J-23	120	144.6	160 MM	PVC	11.21	0.68	3.5	153.91	153.57	173.31	172.95	19.36	19.34
J-2	J-31	39	99.4	110 MM	PVC	5.05	0.65	1.6	153.91	154.14	173.31	173.14	19.36	18.96
J-4	J-7	62	81.4	90 MM	PVC	2.77	0.53	2.3	153.50	153.21	173.25	173.02	19.71	19.77
J-4	J-19	63	81.4	90 MM	PVC	1.64	0.32	0.9	153.50	153.50	173.25	173.16	19.71	19.62
J-4	J-46	101	67.8	75 MM	PVC	1.06	0.29	1.5	153.50	153.90	173.25	173.09	19.71	19.15
J-5	J-6	42	67.8	75 MM	PVC	0.11	0.03	0.0	152.93	153.00	171.82	171.81	18.85	18.78
J-5	J-68	140	67.8	75 MM	PVC	0.04	0.01	0.0	152.93	153.80	171.82	171.81	18.85	17.98
J-7	J-8	45	81.4	90 MM	PVC	1.83	0.35	0.8	153.21	152.13	173.02	172.94	19.77	20.77
J-7	J-22	66	67.8	75 MM	PVC	0.4	0.11	0.2	153.21	153.48	173.02	173.00	19.77	19.48
J-8	J-23	69	99.4	110 MM	PVC	-0.9	0.12	0.1	152.13	153.57	172.94	172.95	20.77	19.34
J-8	J-36	126	81.4	90 MM	PVC	2.6	0.5	4.1	152.13	151.98	172.94	172.52	20.77	20.51

J-9	J-10	45	67.8	75 MM	PVC	1.11	0.31	0.7	154.00	154.00	170.45	170.38	16.42	16.35
J-10	J-47	102	67.8	75 MM	PVC	0.57	0.16	0.5	154.00	154.00	170.38	170.33	16.35	16.30
J-10	J-39	145	67.8	75 MM	PVC	0.48	0.13	0.5	154.00	153.75	170.38	170.33	16.35	16.55
J-11	J-12	49	67.8	75 MM	PVC	0.18	0.05	0.0	153.73	150.15	170.63	170.62	16.86	20.43
J-11	J-20	113	67.8	75 MM	PVC	1.07	0.3	1.7	153.73	153.04	170.63	170.45	16.86	17.37
J-13	J-14	54	67.8	75 MM	PVC	0.25	0.07	0.1	153.05	152.85	172.69	172.68	19.60	19.79
J-13	J-35	59	99.4	110 MM	PVC	4.72	0.61	2.2	153.05	151.68	172.69	172.46	19.60	20.74
J-15	J-16	60	67.8	75 MM	PVC	0.64	0.18	0.4	153.55	154.09	172.98	172.95	19.40	18.82
J-15	J-33	81	67.8	75 MM	PVC	0.18	0.05	0.0	153.55	153.75	172.98	172.98	19.40	19.19
J-16	J-51	119	99.4	110 MM	PVC	3.5	0.45	2.5	154.09	154.03	172.95	172.69	18.82	18.62
J-16	J-25	124	67.8	75 MM	PVC	1.91	0.53	5.5	154.09	153.86	172.95	172.39	18.82	18.49
J-17	J-65	127	67.8	75 MM	PVC	0.04	0.01	0.0	154.27	155.00	170.22	170.22	15.92	15.18
J-17	J-66	508	67.8	75 MM	PVC	0.84	0.23	4.9	154.27	152.80	170.22	169.72	15.92	16.88
J-18	J-17	61	67.8	75 MM	PVC	0.7	0.19	0.4	153.81	154.27	170.26	170.22	16.42	15.92
J-19	J-34	83	67.8	75 MM	PVC	0.07	0.02	0.0	153.50	153.50	173.16	173.16	19.62	19.62
J-19	J-43	96	67.8	75 MM	PVC	0.57	0.16	0.4	153.50	150.00	173.16	173.11	19.62	23.07
J-19	J-15	127	67.8	75 MM	PVC	1	0.28	1.7	153.50	153.55	173.16	172.98	19.62	19.40
J-20	J-21	64	67.8	75 MM	PVC	0.92	0.25	0.7	153.04	153.00	170.45	170.38	17.37	17.34
J-21	J-26	77	67.8	75 MM	PVC	0.81	0.22	0.7	153.00	153.53	170.38	170.31	17.34	16.74
J-21	J-30	78	67.8	75 MM	PVC	0.11	0.03	0.0	153.00	154.00	170.38	170.38	17.34	16.34
J-23	J-51	104	99.4	110 MM	PVC	3.78	0.49	2.5	153.57	154.03	172.95	172.69	19.34	18.62



J-23	J-13	54	99.4	110 MM	PVC	5.48	0.71	2.6	153.57	153.05	172.95	172.69	19.34	19.60
J-25	J-24	72	67.8	75 MM	PVC	0.07	0.02	0.0	153.86	153.75	172.39	172.39	18.49	18.60
J-25	J-42	95	67.8	75 MM	PVC	1.62	0.45	3.1	153.86	153.77	172.39	172.07	18.49	18.27
J-26	J-27	73	67.8	75 MM	PVC	0.11	0.03	0.0	153.53	153.32	170.31	170.30	16.74	16.95
J-26	J-17	112	67.8	75 MM	PVC	0.75	0.21	0.9	153.53	154.27	170.31	170.22	16.74	15.92
J-28	J-29	75	67.8	75 MM	PVC	0.11	0.03	0.0	150.26	152.00	171.93	171.93	21.62	19.89
J-28	J-5	107	67.8	75 MM	PVC	0.87	0.24	1.1	150.26	152.93	171.93	171.82	21.62	18.85
J-31	J-32	80	67.8	75 MM	PVC	0.04	0.01	0.0	154.14	154.25	173.14	173.14	18.96	18.85
J-31	J-16	47	99.4	110 MM	PVC	4.94	0.64	1.9	154.14	154.09	173.14	172.95	18.96	18.82
J-35	J-61	120	99.4	110 MM	PVC	2.68	0.35	1.5	151.68	152.31	172.46	172.31	20.74	19.95
J-35	J-45	137	81.4	90 MM	PVC	2.08	0.4	2.9	151.68	153.67	172.46	172.17	20.74	18.46
J-36	J-35	85	67.8	75 MM	PVC	0.7	0.19	0.6	151.98	151.68	172.52	172.46	20.51	20.74
J-36	J-44	109	67.8	75 MM	PVC	1.54	0.43	3.2	151.98	151.27	172.52	172.20	20.51	20.88
J-36	J-67	104	67.8	75 MM	PVC	0.07	0.02	0.0	151.98	149.91	172.52	172.52	20.51	22.57
J-37	J-38	87	67.8	75 MM	PVC	0.33	0.09	0.1	154.00	152.69	171.30	171.28	17.26	18.56
J-37	J-57	117	67.8	75 MM	PVC	-0.36	0.1	0.2	154.00	154.04	171.30	171.32	17.26	17.25
J-39	J-26	100	67.8	75 MM	PVC	0.38	0.11	0.2	153.75	153.53	170.33	170.31	16.55	16.74
J-39	J-18	105	67.8	75 MM	PVC	0.68	0.19	0.7	153.75	153.81	170.33	170.26	16.55	16.42
J-40	J-39	90	67.8	75 MM	PVC	1.02	0.28	1.3	154.24	153.75	170.46	170.33	16.18	16.55
J-40	J-9	119	67.8	75 MM	PVC	0.11	0.03	0.0	154.24	154.00	170.46	170.45	16.18	16.42
J-40	J-20	149	67.8	75 MM	PVC	0.14	0.04	0.1	154.24	153.04	170.46	170.45	16.18	17.37

J-41	J-9	90	67.8	75 MM	PVC	1.33	0.37	2.1	153.94	154.00	170.66	170.45	16.69	16.42
J-41	J-49	137	67.8	75 MM	PVC	0.18	0.05	0.1	153.94	154.25	170.66	170.66	16.69	16.37
J-42	J-59	112	67.8	75 MM	PVC	2.18	0.6	6.3	153.77	153.55	172.07	171.43	18.27	17.84
J-42	J-60	126	67.8	75 MM	PVC	1.07	0.3	1.9	153.77	154.04	172.07	171.88	18.27	17.80
J-43	J-46	106	67.8	75 MM	PVC	0.35	0.1	0.2	150.00	153.90	173.11	173.09	23.07	19.15
J-44	J-45	100	67.8	75 MM	PVC	0.45	0.12	0.3	151.27	153.67	172.20	172.17	20.88	18.46
J-44	J-50	103	67.8	75 MM	PVC	0.25	0.07	0.1	151.27	150.08	172.20	172.19	20.88	22.06
J-44	J-62	147	67.8	75 MM	PVC	0.73	0.2	1.1	151.27	147.64	172.20	172.09	20.88	24.40
J-45	J-63	134	67.8	75 MM	PVC	0.81	0.22	1.2	153.67	149.28	172.17	172.04	18.46	22.71
J-45	J-53	139	81.4	90 MM	PVC	1.14	0.22	1.0	153.67	153.38	172.17	172.07	18.46	18.65
J-46	J-52	106	67.8	75 MM	PVC	0.9	0.25	1.2	153.90	153.27	173.09	172.97	19.15	19.66
J-47	J-18	195	67.8	75 MM	PVC	0.49	0.14	0.7	154.00	153.81	170.33	170.26	16.30	16.42
J-48	J-41	102	67.8	75 MM	PVC	1.66	0.46	3.5	153.99	153.94	171.02	170.66	17.00	16.69
J-49	J-40	102	81.4	90 MM	PVC	1.96	0.38	2.0	154.25	154.24	170.66	170.46	16.37	16.18
J-49	J-11	126	67.8	75 MM	PVC	0.39	0.11	0.3	154.25	153.73	170.66	170.63	16.37	16.86
J-51	J-42	118	67.8	75 MM	PVC	2.07	0.57	6.1	154.03	153.77	172.69	172.07	18.62	18.27
J-51	J-61	119	99.4	110 MM	PVC	4.37	0.56	3.8	154.03	152.31	172.69	172.31	18.62	19.95
J-52	J-8	108	67.8	75 MM	PVC	0.46	0.13	0.3	153.27	152.13	172.97	172.94	19.66	20.77
J-52	J-56	117	67.8	75 MM	PVC	0.04	0.01	0.0	153.27	149.82	172.97	172.97	19.66	23.11
J-53	J-54	108	67.8	75 MM	PVC	1.36	0.38	2.5	153.38	153.88	172.07	171.81	18.65	17.89
J-53	J-28	147	67.8	75 MM	PVC	0.82	0.23	1.4	153.38	150.26	172.07	171.93	18.65	21.62

J-54	J-57	134	67.8	75 MM	PVC	1.69	0.47	4.7	153.88	154.04	171.81	171.32	17.89	17.25
J-54	J-5	148	67.8	75 MM	PVC	-0.18	0.05	0.1	153.88	152.93	171.81	171.82	17.89	18.85
J-55	J-49	108	81.4	90 MM	PVC	2.72	0.52	3.8	154.05	154.25	171.04	170.66	16.96	16.37
J-55	J-48	124	67.8	75 MM	PVC	0.36	0.1	0.2	154.05	153.99	171.04	171.02	16.96	17.00
J-55	J-58	125	67.8	75 MM	PVC	0.58	0.16	0.6	154.05	152.96	171.04	170.98	16.96	17.98
J-57	J-58	110	67.8	75 MM	PVC	1.56	0.43	3.3	154.04	152.96	171.32	170.98	17.25	17.98
J-58	J-11	115	67.8	75 MM	PVC	1.55	0.43	3.5	152.96	153.73	170.98	170.63	17.98	16.86
J-59	J-64	126	67.8	75 MM	PVC	0.41	0.11	0.3	153.55	154.24	171.43	171.39	17.84	17.12
J-59	J-48	126	67.8	75 MM	PVC	1.59	0.44	4.0	153.55	153.99	171.43	171.02	17.84	17.00
J-60	J-64	123	99.4	110 MM	PVC	4.85	0.63	4.7	154.04	154.24	171.88	171.39	17.80	17.12
J-60	J-54	124	67.8	75 MM	PVC	0.63	0.18	0.7	154.04	153.88	171.88	171.81	17.80	17.89
J-61	J-60	113	99.4	110 MM	PVC	4.74	0.61	4.2	152.31	154.04	172.31	171.88	19.95	17.80
J-61	J-53	129	81.4	90 MM	PVC	1.91	0.37	2.4	152.31	153.38	172.31	172.07	19.95	18.65
J-62	J-63	114	67.8	75 MM	PVC	0.51	0.14	0.4	147.64	149.28	172.09	172.04	24.40	22.71
J-63	J-28	177	67.8	75 MM	PVC	0.67	0.18	1.1	149.28	150.26	172.04	171.93	22.71	21.62
J-64	J-55	118	99.4	110 MM	PVC	4.16	0.54	3.4	154.24	154.05	171.39	171.04	17.12	16.96
J-64	J-57	124	67.8	75 MM	PVC	0.63	0.17	0.7	154.24	154.04	171.39	171.32	17.12	17.25

<b>LONGITUD ACUMULADA</b>	
75 MM	7751.00 m
90 MM	911.00 m
110 MM	1121.00 m
160 MM	172.00 m
<b>TOTAL</b>	<b>9955.00 m</b>

Fuente: Elaboración propia.

### **3.2. Análisis y discusión de resultados**

La localidad de Alianza hoy en día no cuenta con los servicios básicos de agua y alcantarillado con lo que normalmente para abastecerse de este líquido vital lo hacen de tres maneras, teniendo en cuenta la ubicación en que se encuentren las viviendas respecto de las fuentes de agua natural.

Un grupo de la población cercana al río Shanusi se abastece de esta fuente mencionada a través del acarreo hasta distancia aproximada de 500 metros. Otro grupo de pobladores se abastecen de vertiente muy pequeñas, pero es un grupo muy escaso. La gran mayoría se abastece a través de excavaciones o posos artesanales, que son los comúnmente usados

Con el proyecto que estamos realizando queremos dar un nuevo enfoque a la calidad de vida para esta localidad de Alianza, desarrollando un sistema de agua y saneamiento innovador. En lo concerniente al sistema de agua potable se a realizado el diseño optimo con la finalidad de brindar el servicio de agua los veinticuatro horas.

#### **3.2.1. La fuente de abastecimiento**

La fuente de abastamiento para el sistema de agua potable, es del tipo superficial cuya fuente de abastecimiento principal y única es el río Shanusi cuyos parámetros de calidad para el consumo humano no están alejados en demasía de los establecidos por el Reglamento de la calidad de agua apta para el consumo humano DS N° 03-2010- SA, claro que es necesario realizar su respectivo tratamiento.

El caudal proporcionado por esta fuente de agua es de 28.26 lts./seg. Que es el caudal de bombeo.

El bombeo se realizará sobre una balsa flotante que estará anclada a una estructura de concreto por medio de cables de acero, en la orilla del río.

#### **3.2.2. Caudal de diseño de la planta de tratamiento de agua potable**

El diseño hidráulico del sistema agua potable, obtuvimos un caudal máximo diario  $Q_{md} = 14,13 \text{ lt/s}$ .

### **3.2.3. Captación**

La captación por bombeo se decidió por condiciones topográficas, debido a que la fuente de abastecimiento de agua está muy por debajo del terreno de la localidad, se realizará a través de una balsa flotante, sobre ella se colocará la bomba de succión de agua de 10 HP, la misma que impulsará a la planta de tratamiento, ya que este no está muy alejado de la captación, a solo 140 m. Sobre la balsa flotante se construirá una estructura de protección para el motor de succión y las conexiones eléctricas necesarias para el funcionamiento de esta bomba, estamos hablando de un techo con estructura metálicas.

La bomba de succión se conectará con una manguera de 6 pulg. de diámetro cuyo material es de HDPE o similar tal que tenga flexibilidad adecuada. En el extremo del río se diseñará una estructura de transición de manguera donde se cambiará de tipo flexible a tubería PVC. La que conducirá a la planta de tratamiento. En ella tendrá un proceso de tratamiento de tal manera que este apta para el consumo.

#### **3.2.3.1. Balsa flotante**

La estructura de flotación está disponible como un kit completo o por elementos individuales para de 4.80 m de longitud y 3.60 m de ancho vista en planta, elaborado con planchas metálicas de 3/16 de espesor tal como se indica en el plano **E-C 01**.

La balsa flotante consta de tres partes: la primera es la denominada pontón flotante, es la estructura que tiene contacto con el agua, la parte superior de esta tiene 4.8 m. de largo y 3.6 de ancho; la parte inferior tiene 3.8 m de largo y 3.6 m de ancho formando así una estructura de forma de trapecio la cual de acuerdo a nuestros cálculos solo tendrá que sumergirse dentro del agua 45 cm. Este a la vez estará conectado a la estructura de anclaje a través de cable de acero de tal manera que no se desplace en tiempos de avenidas máximas.

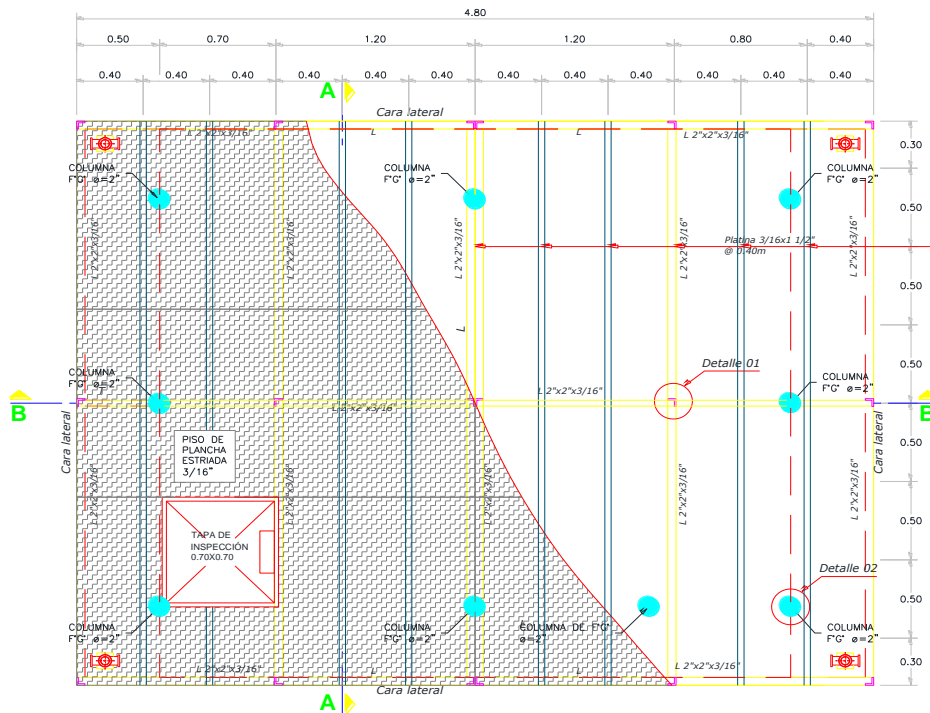


Figura 16: Vista de planta del Pontón flotante.

La segunda parte es la estructura de protección o caseta de maquina donde se instalará la bomba de impulsión. Esta estructura se consideró un peso por metro cuadrado de 150 kg/m<sup>2</sup>. De acuerdo a nuestra norma peruana.

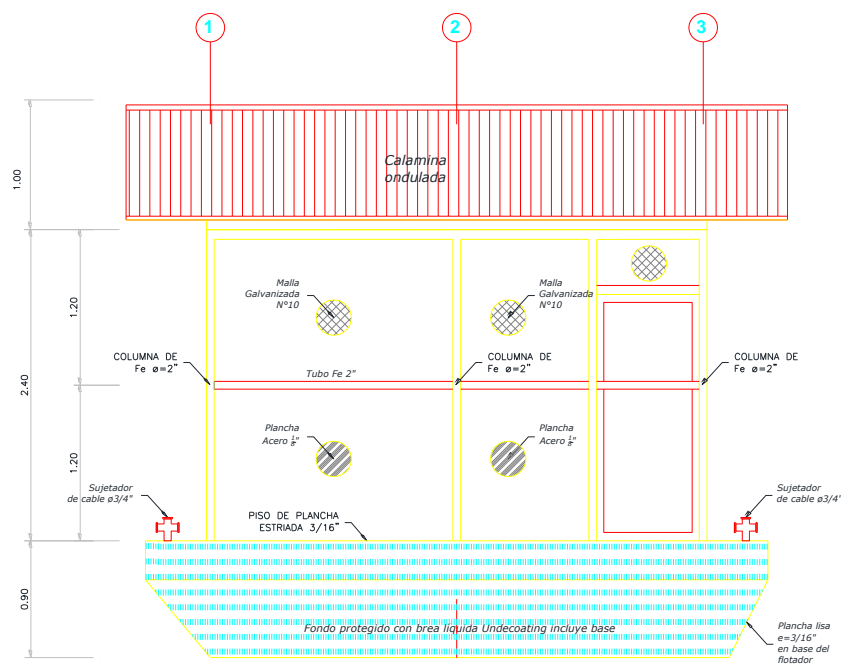
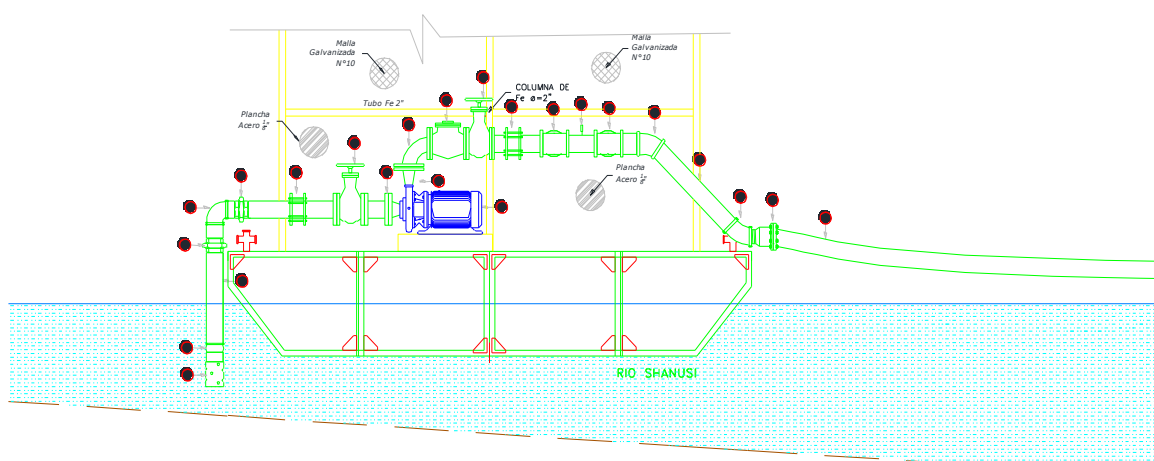


Figura 17: Vista de planta de la segunda parte del Pontón flotante.

La tercera parte que conforma la balsa flotante es el equipo de bombeo, compuesto por la bomba de impulsión y accesorios y la manguera flexible los cuales son estimados de 300 kg.



**Figura 18:** Vista de la tercera parte que conforma la balsa flotante.

### 3.2.3.2 Motor de impulsión

La bomba de impulsión es la misma que succiona el agua e impulsa en un primer tramo BALSA FLOTANTE – PTAP, ya que este se encuentra a solo 140 m. de distancia de la captación. Esta bomba necesita impulsar el agua una altura dinámica total de 18.65 m, un caudal de 1695.70 l/min. Según nuestros cálculos tiene que ser de 10.0 HP.

Según los catálogos estudiados optamos por una Electrobomba centrífuga normalizada modelo SN 65-160 C, cuya potencia es de 10 HP con un comportamiento hidráulico que puede impulsar un caudal hasta 1800 l/min y una altura dinámica de 21 m de columna de agua.

Posteriormente en un segundo tramo el proyecto contempla la impulsión 1695.70 l/min de caudal de bombeo de agua desde la CISTERNA – RESORVORIO ELEVADO, la misma que tiene una longitud proyectada de 0+888.13 km mediante y una altura dinámica total de 40.807 m tubería de PVC de diámetro nominal de 200 mm. Para suplir dichos parámetros es necesario una Electrobomba centrífuga 22.0 HP de capacidad de impulsión mínimo de 1700 l/min y altura dinámica total de 41 m de columna de agua.

### **3.2.4. Planta de tratamiento (PTAB)**

La planta de tratamiento que se está planteando consta de 5 partes, por las cuales el agua ingresara y antes de ser trasportado al reservorio elevado para por un proceso que le ayudara a convertirse en agua apta para el consumo humano.

La línea de conducción que llega de la captación descarga su agua en un vertedero que es el ingreso del Mezclador Rápido de Rampa, aquí se dispersara el coagulante de tal manera que hará que las partículas e impurezas contenidas en el agua se juntes formando partículas de más tamaño de tal manera que tengan mayor peso y tengan que ir a la parte del fondo y se puedan separar el agua de las impurezas encontradas en ella.

Después de pasar el mezclador, el agua inmediatamente pasa al floculador, donde esté en su proceso proporciona a la masa de agua coagulada una agitación lenta, aplicando velocidades decrecientes para promover el crecimiento de los flóculos y su conservación, hasta que la suspensión de agua y flóculos salgan de la unidad.

El agua una vez llegada a los decantadores, agua ya floculada, a la zona de entrada esta pasa a la zona de decantación la cual está compuesta por planchas de asbesto-cemento, de acá mediante canaletas pasa a la zona de salida como agua ya decantada y también los lodos pasan a la zona de depósito o extracción de lodos a través de orificios los cuales serán expulsados de esta unidad.

#### **3.2.4.1. Mezclador rápido de rampa**

Se diseñó un mezclador con la finalidad de verter en este el coagulante para comenzar con el proceso de potabilización del agua. Este mezclador es de tipo rampa con vertedero triangular cuyos valores más relevantes son: una longitud de resalto de 1.40 m., que contiene cuatro difusores de 0.0001 m<sup>2</sup>, altura de agua en el vertedero de 0.132 m

#### **3.2.4.2. Floculador**

El floculador está compuesto por tres zonas, cada una distinta de la otra en dimensiones, solo se uniformizo el ancho de las tres zonas para tener una estructura más geométricamente uniforme.



La zona 1, es la que recibe el agua del mezclador recibiendo el caudal de 17.67 lts. /seg. Esta zona está compuesta por 26 canales de 0.18 m de ancho en cada canal, un ancho de vuelta de 0.27 m., una longitud de recorrido del agua de 70.20 m, y una longitud de toda esta zona de 4.78 m, pero se redujo a 4.25 m debido a que el ancho se aumentó ya que en el cálculo inicial el ancho de este tramo resulta 2.75 m y se optó por 2.90 m.

La zona 2, es la que recibe el agua de la zona 1 del floculador un caudal de 17.67 lts. /seg. Esta zona está compuesta por 21 canales de 0.20 m de ancho en cada canal, un ancho de vuelta de 0.29 m., una longitud de recorrido del agua de 57.60 m, y una longitud de toda esta zona de 4.25 m.

La zona 1, es la que recibe el agua de la zona 2 del floculador un caudal de 17.67 lts. /seg. Esta zona está compuesta por 13 canales de 0.26 m de ancho en cada canal, un ancho de vuelta de 0.39 m., una longitud de recorrido del agua de 37.80 m, y una longitud de toda esta zona de 3.55 m.

En toda esta obra de arte la altura es uniforme de 1.20 m.

### **3.2.4.3. Decantadores**

Esta estructura está compuesta ten dos zonas o dos decantadores, donde el caudal ingresante a esta estructura se dividirá de tal manera que a ambos lleguen caudales de igual magnitud. El agua una vez terminada el proceso de floculación será conducido a través de dos canales hacia los decantadores, cada canal con una sección de 0.55 m de ancho y 1.00 m de altura, y el líquido transcurre a una velocidad de 0.016 m/seg.

El decantador está compuesto por un canal central que recibe el agua floculada de 2 m. de alto de 0.4 m de ancho en el cual tiene 14 orificios, la mitad a cada lado, dentro de los cuales transcurre el agua hacia la zona de decantación. Estos orificios tienen un área de 0.004 m<sup>2</sup>. En la parte superior del canal central se diseñó un canal para recoger el agua ya decantada, este canal de 0.4 m de ancho y una altura de 0.65 m.

Las dos zonas de decantación contienen planchas de asbesto con una separación de 0.139 m. las planchas tienen una inclinación de 60°, estas a su vez forman en su interior 16 canales dentro de los decantadores, lo que significa que tenemos 33 plancha de asbesto dentro de cada decantador.

#### **3.2.4.4. Filtros rápidos**

Los filtros rápidos diseñados están paralelamente instalados y trabajaran de manera simultánea. Cada compartimiento o cada filtro posee un área de 1.46 m<sup>2</sup>, haciendo un total entre los 5 filtros de 0.90 m de ancho, un área de 7.3 m<sup>2</sup> necesarios y suficiente para para trabajar con el caudal de ingreso. El material filtrante estará compuesto por una capa de 0.50 m antracita con un diámetro de 0.84 mm. Seguido de una capa de 0.25 m de arena libre de arcillas y finalmente una cade 0.12 m de grava.

En la parte inferior se colocarán viguetas prefabricadas de 0.30 m de ancho con 33 orificios de ½ pulg. De diámetro colocados cada 0.10 m. cada una. Estos orificios darán pase del agua hacia un canal de interconexión que recolectar el agua de los cinco compartimientos ya filtrados y lo conducirá a la caseta de cloración y luego a la cisterna.

#### **3.2.5. Cisterna**

Este componente final de la planta de tratamiento es un elemento diseñado para una capacidad de 1250 m<sup>3</sup> de agua. Tiene de profundidad 5 m. una longitud de 20 m. y un ancho de 12.5 m. en la parte superior se colocará 02 bombas de impulsión de 22 HP. que conducirá el agua hacia el reservorio elevado. La estructura de concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  de 0.25 m de espesor.

#### **3.2.6. Reservorio elevado**

El reservorio será de tanque elevado de sección circular de concreto armado, con 20 de altura en la parte inferior del depósito de agua, con capacidad para 260,00 m<sup>3</sup> de volumen de reservorio, ubicado en la localidad de Alianza, ubicado a 153.75 m.s.n.m con dimensiones interiores especificadas en los planos (AR-01, ER-01 y IS. R IE. R 01).

Además, constara de caseta de válvulas, escalera exterior e interior, barandas de protección y tapas de registro. Será de concreto armado  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , de forma circular el depósito de almacenamiento constará con una altura de 4.61 m, una flecha inferior de 1.10 m. y una flecha superior de 1.54 m.

En la parte central del depósito de agua tiene una chimenea de acceso de diámetro 1.90 m. el diámetro total del depósito de agua es de 4.61 m. como borde libre consideramos que trabaja la flecha superior con una dimensión de 1.54 m.

### 3.2.7. Red de distribución

La red de distribución es de tipo cerrado, diseñado a través del modelador Water Cad donde se describe el diagrama de presiones., estando este dentro de los parámetros establecidos por el R.N.E. OS-0.50 donde indica que la presión mínima es de 10 m.c.a y máxima de 50 m.c.a; lo cual es nuestro diseño podemos observar que el valor mínimo de presión es en el punto J-17 con una lectura de 15.18 m.c.a y una lectura de presión máxima en el punto J-61 de 24.4 m.c.a.

La norma peruana también establece límites de velocidad en las tuberías indicando un máximo de 3 m/s en casos debidamente justificados debería no exceder de 5 m/s; en nuestro diseño la velocidad máxima transcurre por el tramo inicial del reservorio elevado hacia el punto J-1 con una velocidad de 1.32 m/s.

### 3.3. Contrastación de hipótesis.

Para que nuestro sistema diseñado haya sido óptimo se ha tenido que recurrir a la revisión de diferentes bibliografías especialmente OPS, CEPIS. (2005). “Diseño de Plantas de Tecnología Apropriada”. Lima, Perú, entre otras, así como también diferentes normas. Con las recomendaciones que hemos encontrado en las diferentes Guías y Normas se ha diseñado cada componente del sistema desde el cálculo de la población futura hasta el diseño del saneamiento básico que se muestra en las hojas de cálculo bien detallado.

Nuestro diseño de este proyecto nos ha permitido determinar la convalidación de la Hipótesis planteada al inicio del Proyecto. En tal sentido el proyecto *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por el sistema de bombeo de la localidad de Alianza, distrito del Pongo de Caynarachi, provincia de Lamas, región San Martín*, conllevará a mejorar la calidad de vida de toda la población brindando el servicio de agua potable las veinticuatro horas del día, que conllevará a reducir el alto índice de las enfermedades gastrointestinales, parasitarias y dérmicas en las localidades de Alianza; Distrito de Caynarachi, provincia de Lamas, Región San Martín.

## CONCLUSIONES

1. El sistema de abastecimiento de agua potable por el sistema de bombeo comprende desde la captación de coordenadas geográficas (358453.978; 9323833.445; 141.583); con el aprovechamiento de una balsa flotante de (3.60 x 4.80 m) a través de 02 electrobombas centrifugas de 10.0 hp alternadas cada 12 h, la misma que bombea agua mediante una línea de impulsión de tubería de 160 mm con 40.00 m de hp de y 100 m de PVC aproximadamente hacia una planta de tratamiento de agua potable compuesta por un mezclador, floculador, decantadores, y filtros rápidos, de acuerdo al estudio físico, químico y bacteriológico del agua; derivando éste a una cisterna enterrada de 1250 m<sup>3</sup> de capacidad, para desde allí bombear agua tratada mediante 02 electrobombas de 22.0 hp y línea de impulsión de PVC 200 mm y 806.00 m de longitud hasta un reservorio elevado de 260 m<sup>3</sup>, en una última etapa seguida a éste se encuentra una red de distribución 9.96 km de tubería PVC.
2. El punto óptimo de captación será a través de una balsa flotante que estará anclada a una estructura de concreto por medio de cables de acero, en la orilla del río. Por ser un punto crítico y caudal mínimo de agua en épocas de estiaje y encontrarse próximo al área de terreno de proyección de la planta de tratamiento.
3. La captación de agua superficial por sistema de bombeo es a través de una balsa flotante de dimensiones (3.60 x 4.80 m), con 02 electrobombas centrifugas de 10.0 hp alternadas en funcionamiento por 12.0 h.
4. En relación al estudio físico, químico y bacteriológico, es necesaria la proyección de una planta de tratamiento compuesta por un mezclador, floculador, decantadores, y filtros rápidos.
5. De acuerdo a la demanda poblacional futura que influye en el caudal máximo diario es necesario una cisterna enterrada de 1200.00 m<sup>3</sup> de capacidad.
6. La línea de impulsión tramo cisterna – reservorio elevado es de 888.13 m de tubería PVC de 200 mm, cuya altura dinámica total a suplir es de 40.807 m a una velocidad de 1.01 m/s.

7. De acuerdo a la demanda poblacional futura que influye en el proyecto, el volumen de almacenamiento necesario es de 200.00 m<sup>3</sup> de capacidad.
8. La Red de distribución está conformada por 7751.00m de tubería de PVC diámetro de 75 mm, 911.00m de tubería de PVC de 90mm diámetro, 1121.00 m de tubería PVC de 110 mm de diámetro y 172.00 m de tubería de PVC de 160 MM de diámetro.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a la Municipalidad del Centro Poblado de Alianza y a la Junta de Administración de Agua y Saneamiento (JASS), de administrar, operar y mantener los servicios e infraestructura del sistema de agua de manera eficiente, para cumplir con los objetivos y periodo de diseño del proyecto.
2. Se recomienda a la junta de usuarios tener un padrón de responsables de acuerdo a turnos para la supervisión y operación de la balsa, en caso de estiaje e inviernos, para proteger la ubicación correcta de la balsa.
3. Se recomienda a la Municipalidad del Centro Poblado de Alianza, administrar y operar correctamente los equipos de bombeo y mantener la estructura de captación según características iniciales del proyecto.
4. Se sugiere a la Municipalidad del Centro Poblado de Alianza, capacitar al personal asignado, en materia de operación y mantenimiento de planta de tratamiento de agua potable (PTAP), para una correcta operación y mantenimiento periódico de las estructuras hidráulicas.
5. Se recomienda a la Municipalidad del Centro Poblado de Alianza, cumplir con el plan de mantenimiento de la cisterna en cuanto a limpieza, pintura y estructura.
6. Se propone a los responsables de la construcción del mencionado sistema de bombeo, estabilizar la estructura de sostén, en la cual se fijará la línea de impulsión, y considerar el diseño presentado, para que el agua no pierda la velocidad que requiere.
7. Se recomienda a los responsables de la construcción del sistema de bombeo de agua potable, construir el cimiento del tanque elevado considerando la topografía y estudio de suelos de acuerdo a la normativa del MVCS, y el diseño que plantea la presente tesis.
8. Se sugiere a la Municipalidad del Centro Poblado de Alianza supervisar la labor de la empresa constructora encargada de la obra del sistema de bombeo de agua potable, utilizar la tubería PVC indicada y demás materiales de conducción, de manera que el agua potable llegue en condiciones saludables y cantidades requeridas a los hogares.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agüero Pittman Roger. (1997). *Agua Potable para Poblaciones Rurales-Sistema de abastecimiento por gravedad sin tratamiento*. Lima.
- Alejo, Leonel H. Ochoa. *Metodos y Sistemas de Medicion de Gasto*. Mexico : Leonel H. Ochoa Alejo. pág. 6.
- Arrocha, Simón. (1980). *Abastecimientos de agua. Teoría y diseño*. Caracas: Vega editores.
- Arquitectura&Deco. (2012.) *Sistema de agua potable*. Colombia.
- Banco Mundial. ( 2017). *Mejorar los sistemas de información del agua y el saneamiento rural en América Latina y el Caribe: Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento*.
- Bentley Colleague Blogs. (2012). *Diferencias entre WaterCAD y WaterGEMS*. México.
- Cepes Portal Rual. (2012). Centro Peruano de Estudios Sociales. Lima.
- De Azevedo, Netto. (1987). *Manual de Hidráulica*. 6. Sao Pablo: Edgard Blucher.
- Eterplast, Nicoll. "*Sistema Presion NTP-ISO 4422*."
- García, Eduardo. (2009). *Manual de Proyectos de Agua Potable en Poblaciones Rurales*. Lima.
- Hernández, R. (2016). *¿Qué es la estructura?* Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- Hernández, Sampieri. (2010). *Metodología de la investigación*. México: McGraw Hill.
- Hueb, José Augusto. (1985). *Serie Documentos Tecnicos*. La Haya-Paises Bajos. s.l.: CEPIS.
- Kiely, G. (1999). *Ingeniería: Ambiental Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de biogestion*. México: McGraw-Hill.
- Maureen, Abel Mejía. (2015). *El futuro de los servicios de agua y saneamiento en América Latina*. Perú : Corporación Andina de Fomento.
- Ministerio de Salud. (2000). *Infraestructura del sistema de agua potable: Diseño y distribución*. Lima.
- OPS, CEPIS. (2005). "*Diseño de Plantas de Tecnología Apropriada*". Lima, Perú.

Organización Panamericana para la Salud. (2014). *América Latina y el Caribe avanza en el acceso a agua potable y saneamiento*. Argentina.

*Reglamento de la calidad de agua apta para el consumo humano DS N° 03-2010- SA*

Reglamento Nacional de Edificaciones. “*Edificaciones y Instalaciones Sanitarias*”. pp. 103-104. Lima : s.n.

R., Raúl Botero B y Thomas. (1987). *Biodigestor de bajo costo para la producción de combustible y fertilizante a partir de excretas*. Estados Unidos: Preston.

Samaniego, F. (2005). *Biodigestores, una alternativa a la autosuficiencia energética y de bio-fertilizantes*. Colombia: Fundación Hábitat.

Sedapal. (2013). *Servicio de agua potable*. Lima : GetLife.

Valderrama, Santiago. (2016). *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica*. Lima: San Marcos. ISBN:978-612-302-878-7.

### **Tesis**

Bordonabe, R. (2013). Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrícola. “Mejoramiento, ampliación del servicio de agua potable en la localidad de Malcamachay, distrito de Chugay – Sánchez Carrión – La Libertad – I Etapa”. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú.

Córdova, M., y Soria, G. (2018). Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. “Diseño definitivo del sistema de agua potable de la CC.NN. Kichwa Morillo – distrito de Shanao-Lamas-Man Martín”. Universidad Nacional de San Martín - T. Tarapoto, Perú.

Lam, J. (2011). En su Tesis, para optar la Licenciatura en Ingeniería Civil. “Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Captzín Chiquito, municipio de San Mateo Ixtatán, Huehuetenango”. Universidad de San Carlos de Guatemala.

Lossio, M. (2011). Tesis de pregrado en Ingeniería Civil. “Sistema de abastecimiento de agua potable para cuatro poblados rurales del distrito de Lancones”. Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. Programa Académico de Ingeniería Civil. Piura, Perú.

Mendoza, G. (2010). En su Tesis, para optar la Licenciatura en Ingeniería Civil. “*Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, para la aldea Suculique y diseño del pavimento para la aldea Llano Grande, municipio de*



*Huehuetenango, departamento de Huehuetenango*". Universidad de San Carlos de Guatemala.

- Meza, J. (2010). Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil. "Diseño de un sistema de agua potable para la comunidad nativa de Tsoroja, analizando la incidencia de costos siendo una comunidad de difícil acceso". Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería. Lima, Perú.
- Molina, G. (2012). En su Tesis, para optar el grado de Máster en administración de empresas con orientación en finanzas. "Proyecto de mejoramiento del sistema de distribución de agua para el casco urbano de Cucuyagua, Copán". Universidad Nacional Autónoma de Honduras.
- Pinchi, M. (2019). Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. "Diseño del sistema de agua potable por bombeo de la localidad de Víveres, Distrito de Pajarillo - Mariscal Cáceres - San Martín". Universidad Nacional de San Martín - T. Tarapoto, Perú.
- Rojas, H., y Alegría, G. (2019). Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. "Diseño hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable para mejorar la calidad de vida de los pobladores del Sector Satélite, La Banda de Shilcayo, San Martín". Universidad Nacional de San Martín - T. Tarapoto, Perú.

**ANEXOS**

### Panel fotográfico



**Fotografía 1:** Reunión con un grupo de población para la indagación preliminar en referencia al estado situacional del sistema de abastecimiento de agua en la localidad de Alianza



**Fotografía 2:** Trabajo de recopilación de datos e información del estado situacional y socioeconómico de la población a tener en cuenta en el diseño.



**Fotografía 3:** Recopilación de datos en el puesto de salud con el medico encargado brindar información de las enfermedades más recurrentes en la localidad.



**Fotografía 4:** Trabajo de Campo. Levantamiento topográfico de toda el área urbana del CC. PP Alianza, estudio básico para inicio de la proyección del sistema de abastecimiento de agua potable.



**Fotografía 5:** Levantamiento topográfico con estación total Topcon ES -105. El trabajo fue realizado por los 02 testistas de acuerdo a la necesidad vista en campo



**Fotografía 6:** Vista del levantamiento del nivel del terreno en las diferentes calles de la Localidad de Alianza.



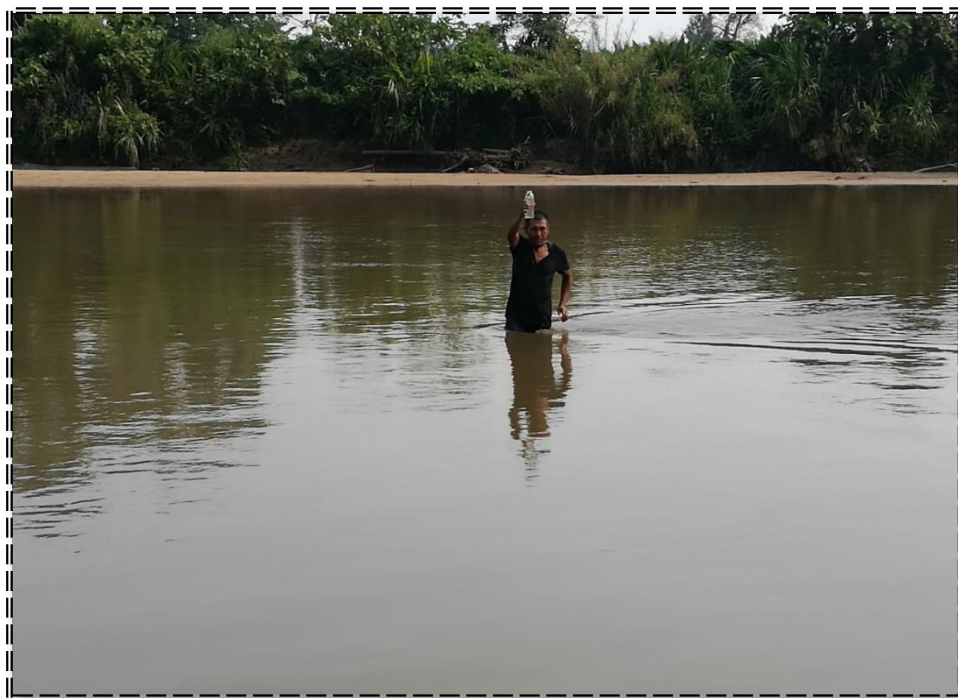
**Fotografía 7:** Vista del levantamiento topográfico en todas las calles de la Localidad de Alianza, detallo y triangulado según variación del terreno.



**Fotografía 8:** Recopilación de datos en campo mediante levantamiento topográfico. Estudio básico para el diseño del abastecimiento de agua potable en la Localidad.



**Fotografía 9:** Recopilación de datos en campo mediante levantamiento topográfico. Estudio básico para el diseño del abastecimiento de agua potable en la Localidad.



**Fotografía 10:** Toma de las muestras de agua para la determinación del estudio físico – químico y bacteriológico de la fuente de abastecimiento.



**Fotografía 11:** Muestra del agua para posterior traslado de acuerdo a lo indicado por el laboratorio para posterior estudio clave para determinar las estructuras del PTAP.



**PLANOS**