



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**

**FACULTAD DE ECOLOGÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA**



**Diseño y determinación del sistema de simulación hidráulica de abastecimiento  
de agua potable en el centro poblado de Las Palmas - San Martín**

**Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Sanitario**

**AUTOR:**

**Katherin Danitza Bardález Rojas**

**ASESOR:**

**Lic. Dr. Fabián Centurión Tapia**

**Código :6053720**

**Moyobamba - Perú**

**2022**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN**

**FACULTAD DE ECOLOGÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA**



**Diseño y determinación del sistema de simulación hidráulica de abastecimiento de agua potable en el centro poblado de las Palmas-SanMartín, 2022”**

**AUTOR:**

**Katherin Danitza Bardález Rojas**

**Sustentado y aprobado el día 19 de diciembre del 2022, por los siguientes jurados:**

**Blgo. M. Sc. Astriht Ruiz Ríos**  
Presidente

**Ing. M. Sc. Mirtha Felicita Valverde Vera**  
Secretario

**Ing. M. Sc. Angel Tuesta Casique**  
Miembro

**Lic. Dr. Fabián Centurión Tapia**  
Asesor



**ACTA DE SUSTENTACIÓN PARA OBTENER EL TÍTULO**  
**PROFESIONAL DE INGENIERO SANITARIO**

Siendo las **10:00 a.m.** de la mañana del día **lunes 19 de diciembre del 2022** en la ciudad de Moyobamba, según la Directiva N° 01-2020-UNSM-T, aprobado con Resolución N° 367-2020-UNSM/CU-R de fecha 29 de mayo del 2020, sobre Sustentación de Tesis de Pregrado según la Modalidad No Presencial (forma virtual) de la Facultad de Ecología, se reunieron virtualmente los miembros de jurado de tesis integrado por:

<b>Blgo. M. Sc. ASTRIHT RUIZ RÍOS</b>	<b>PRESIDENTE</b>
<b>Ing. M. Sc. MIRTHA FELÍCITA VALVERDE VERA</b>	<b>SECRETARIO</b>
<b>Ing. M. Sc. ANGEL TUESTA CASIQUE</b>	<b>MIEMBRO</b>
<b>Lic. Dr. FABIÁN CENTURIÓN TAPIA</b>	<b>ASESOR</b>

Para evaluar la sustentación de la tesis titulado: **Diseño y determinación del sistema de simulación hidráulica de abastecimiento de agua potable en el centro poblado de las Palmas- San Martín**; presentado por la Bachiller en Ingeniería Sanitaria: **Katherin Danitza Bardález Rojas** según **Resolución N° 170-2020-UNSM/CFT/FE Moyobamba, 31 de diciembre de 2020**. Los señores miembros del jurado, después de haber escuchado la sustentación virtual, las respuestas a las preguntas formuladas y terminada la réplica; luego de debatir entre sí, reservada y libremente lo declaran: **APROBADA** por **UNANIMIDAD** con el calificativo de: **BUENO** y nota **CATORCE (14)**.

En fe de la cual se firma la presente acta, siendo las **11:30** horas del mismo día, con lo cual se dio por terminado el presente acto de sustentación.

Blgo. M. Sc. Astriht Ruiz Ríos  
Presidente

Ing. M. Sc. Mirtha Felícita Valverde Vera  
Secretario

Ing. M. Sc. Angel Tuesta Casique  
Miembro

Lic. Dr. Fabián Centurión Tapia  
Asesor

## Declaratoria de Autenticidad

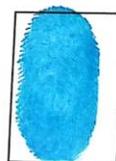
Yo, **Katherin Danitza Bardález Rojas**, egresado de la Facultad de Ecología, de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria, de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, identificado con DNI N° 71323258, con la tesis titulada “**Diseño y determinación del sistema de simulación hidráulica de abastecimiento de agua potable en el centro poblado de las Palmas-San Martín, 2022**”.

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
3. La tesis no ha sido auto plagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De considerar que el trabajo cuenta con una falta grave, como el hecho de contar con datos fraudulentos, demostrar indicios y plagio (al no citar la información con sus autores), plagio (al presentar información de otros trabajos como propios), falsificación (al presentar la información e ideas de otras personas de forma falsa), entre otros, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Moyobamba, 09 de Enero del 2023.



  
Katherin Danitza Bardález Rojas

DNI N° 71323258

**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:	Bardález Rojas Katherin Damitza		
Código de alumno :	122102	Teléfono:	
Correo electrónico :	kelbardalez.rojas@gmail.com		DNI: 71323258

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

**2. Datos Académicos**

Facultad de:	Ecología
Escuela Profesional de:	Ingeniería Sanitaria

**3. Tipo de trabajo de investigación**

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

**4. Datos del Trabajo de investigación**

Título :	Diseño y determinación del sistema de simulación hidráulica de abastecimiento de agua potable en el centro poblado de las Palmas - San Martín
Año de publicación:	2023

**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, 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, 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.

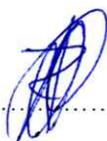
## 7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

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/4.0/deed.es>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín, 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 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 del Autor



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

Fecha de recepción del documento.

17 / 04 / 2023



\***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

### **A mi madre:**

*Carmen Rojas Soplin, por ser la principal impulsora de mis sueños y metas, por los valores y principios que me ha enseñado para ser una persona correcta.*

### **A mis hermanos:**

*Sherlioth, Tiago las personas que han estado conmigo en mi vida, por su soporte perenne.*

### **A mis abuelos**

*Nemesio Rojas Torres, Semira Soplin Flores, que han estado conmigo desde el día que nací y brindándome su favor y afecto devoto*

## **Agradecimiento**

### ***A Dios:***

*Para ayudarme a alcanzar esta meta en mi vida, por darme las fortalezas elementales para enfrentar todos los desafíos y mantenerme saludable.*

### ***A mis padres:***

*Gracias a mis padres por ser los principales promotores de mis sueños, gracias a ellos por cada día guiar y conceptuar en mí y en mis horizontes.*

### ***A mi asesor Lic. Dr. Fabián Centurión Tapia:***

*Por el tiempo, dedicación contribuciones significativas desde que comenzó a planificar esta investigación*

*La autora.*

## Índice

Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento .....	vii
Índice .....	viii
Índice de tablas .....	x
Índice de figuras .....	xi
Resumen .....	xii
Abstract.....	xiii
Introducción.....	1
CAPITULO I .....	4
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
1.1 Antecedentes de la investigación.....	4
1.2 Bases teóricas.....	5
1.3 Definición de términos básicos.....	19
CAPITULO II.....	21
MATERIAL Y METODOS .....	21
2.1 Materiales.....	21
2.2 Métodos.....	21
2.3 Procedimiento.....	23
CAPITULO III .....	28
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	28
3.1 Resultados.....	28
3.2 Discusión de los resultados.....	45
3.3 Contrastación de la hipótesis.....	49
CONCLUSIONES.....	51
RECOMENDACIONES .....	52
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	53
ANEXOS.....	57
ANEXO 1: Panel Fotográfico.....	57

ANEXO 2: Memoria de Calculo Hidráulico .....	59
ANEXO 3: Datos de simulación hidráulica.....	62
ANEXO 4: Resultados de los ensayos de laboratorio (Laboratorio Referencial Regional de Salud Pública de San Martín).....	65
ANEXO 5: PLANOS.....	70

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> <i>Dotación diaria</i> .....	13
<b>Tabla 2</b> <i>Resultados del Ensayo Fisicoquímico I</i> .....	28
<b>Tabla 3</b> <i>Resultados del Ensayo Fisicoquímico II</i> .....	29
<b>Tabla 4</b> <i>Cuadro comparativo de los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico</i> .....	40
<b>Tabla 5</b> <i>Resultados del Ensayo Bacteriológico I</i> .....	29
<b>Tabla 6</b> <i>Resultados del Ensayo Bacteriológico II</i> .....	30
<b>Tabla 7</b> <i>Resultados del Ensayo Bacteriológico III</i> .....	30
<b>Tabla 8</b> <i>Resultados del Ensayo Bacteriológico IV</i> .....	31
<b>Tabla 9</b> <i>Cuadro comparativo de los resultados obtenidos del análisis bacteriológico</i> .....	41
<b>Tabla 10</b> <i>Resultados del Ensayo Parasitológico y Organismos de vida libre I</i> .....	31
<b>Tabla 11</b> <i>Resultados del Análisis Parasitológico y Organismos de vida libre II</i> .....	32
<b>Tabla 12</b> <i>Resultados del Análisis Parasitológico y Organismos de vida libre III</i> .....	33
<b>Tabla 13</b> <i>Cuadro comparativo de los resultados obtenidos del análisis bacteriológico</i> .....	42
<b>Tabla 14</b> <i>Cuadro comparativo de los resultados del estudio de topografía – sistema empleado</i> .....	43
<b>Tabla 15</b> <i>Resultados del cálculo de la demanda de agua</i> .....	34
<b>Tabla 16</b> <i>Comparación de los resultados obtenidos del caudal de la demanda</i> .....	43
<b>Tabla 17</b> <i>35.FlexTable: Pipe Table (Tabla de Tuberías)</i> .....	35
<b>Tabla 18</b> <i>FlexTable: Junction Table</i> .....	38
<b>Tabla 19</b> <i>Resumen de presiones</i> .....	39
<b>Tabla 20</b> <i>Comparación de los resultados obtenidos de la simulación hidráulica</i> .....	44

## Índice de figuras

Figura 1: Trazo en Sistema Cerrado. ....	12
Figura 2: Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos .....	16
Figura 3: Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica .....	16
Figura 4: Resumen de la demanda.....	25
Figura 5: FlexTable: Tank .....	35
Figura 6: Resumen de velocidades .....	37
Figura 7: Análisis estadístico de la capacidad del proceso en la simulación hidráulica .....	51

## Resumen

En la presente investigación se desarrolló la simulación hidráulica para el abastecimiento de agua potabilizada destinada para el centro poblado Las Palmas, considerando estudios básicos realizados tales como el estudio de topografía y el diseño de la red de suministro de agua potable, se realizó el estudio respectivo de la calidad de agua, el proyecto está dividido en 2 etapas, se recolectaron datos de campo considerando el estudio de topografía y luego se procesó los datos para obtener la simulación hidráulica optimizada, mediante el software denominado WaterCAD, las condiciones topográficas permiten emplear un modelo convencional para el suministro de agua potable en base a la gravedad a partir de un reservorio de 691,95 m<sup>3</sup> de capacidad, a través de una tubería de 2920,59 metros lineales con una variación de nivel de 5,74 m hasta la red de distribución y de diámetro nominal 10 pulgadas (tubería HDPE). Comprobando así la presión adecuada para que pueda ser enviada a la línea de distribución más tarde y velocidades de la simulación hidráulica optimizada, la distribución consta de redes primarias con un diámetro nominal mínimo de 2 pulgadas y redes secundarias con diámetro nominal mínimo de ½ pulgada. En base a los resultados, se concluyó que el diseño de red cumple con las normas de construcción nacionales, mejorando el diseño existente en el centro poblado.

**Palabras Claves:** Diseño, simulación hidráulica.

## Abstract

In the present research, a hydraulic simulation was developed for the supply of potable water for the Las Palmas village, considering basic studies such as the topography study and the design of the potable water supply network, as well as the respective study of water quality. The project is divided into 2 stages: field data was collected considering the topography study and then the data was processed to obtain the optimized hydraulic simulation, using the WaterCAD software. The topographic conditions allow the use of a conventional model for the supply of drinking water based on gravity from a 691.95 m<sup>3</sup> capacity reservoir, through a 2920.59 linear meter pipeline with a level variation of 5.74 m until the distribution network and a nominal diameter of 10 inches (HDPE pipe). Verifying the proper pressure so that it can be sent to the distribution line later and speeds of the optimized hydraulic simulation, the distribution consists of primary networks with a minimum nominal diameter of 2 inches and secondary networks with a minimum nominal diameter of ½ inch. Based on the results, it was concluded that the network design complies with national construction standards, improving on the existing design in the village.

**Keywords:** Design, hydraulic simulation.



## Introducción

La condición y salud de las comunidades dependen de las condiciones del agua utilizada por ese residente; Por ello, es importante asegurar que las condiciones sean las más óptimas posibles en toda la red de distribución, independientemente del trayecto desde cualquier punto de distribución hasta la planta de agua tratada (Momba & Makala, 2004).

El agua es fundamental para un progreso socioeconómico, para el progreso de los ecosistemas, para la producción de alimentos, la producción de energía y la conservación de las especies. Es también un factor importante en la adaptación del cambio climático vinculado entre el medio ambiente y la sociedad. La ausencia del saneamiento básico y la contaminación del agua han dificultado la supresión de las enfermedades y la pobreza de un país. Durante el año dos mil diecisiete, dos mil de habitantes no disponen del saneamiento básico, según el Programa de la UNICEF con respecto al monitoreo del abastecimiento de agua potable y del saneamiento básico (UN, 2019).

La existencia de esta problemática no solo es en los grandes países o en países industrializados; por el contrario, también tenemos estos tipos de problemas a nivel nacional ya que el fácil crecimiento de todos los habitantes hace que el consumo en todos los sectores aumente constantemente que a la larga el problema mencionado sería alarmante ya que al crecer la población crece el consumo de agua potable sin embargo el agua como fuente no aumenta por el contrario disminuye cada día, es por ello que es de vital importancia manejar eficientemente este recurso para mejorar la calidad de vida de cada poblador.

La provisión de agua potable para los seres humanos se considera una necesidad indispensable y prioritaria para el progreso de la población beneficiaria, y el estado considerando esta una prioridad para llenar los vacíos en la visión de la era moderna. No obstante, para muchas personas la necesidad fundamental de agua potable no es satisfecha en su totalidad, especialmente en el distrito de la Banda de Shilcayo el cual tiene lugares recién pobladas, las condiciones topográficas de estas zonas son muy accesibles para establecer plantas potabilizadoras (PTAP), la falta de esta prestación provoca numerosos inconvenientes relacionados a la salud, por ejemplo.

Como resultado, los problemas de estas comunidades se ven agravados por algunos posibles casos de enfermedades gastrointestinales y diarreas causada por la baja cobertura y servicios de agua interrumpidos. Actualmente, el centro poblado Las Palmas cuenta con la Junta de

Administración de Servicios de Saneamiento (JASS), que es una distribución a nivel comunal responsable de la gestión, manipulación y sostenimiento de los servicios de saneamiento de agua.

En ese contexto, la investigación se enfocó en encontrar soluciones a la escasez de agua potabilizada del centro poblado Las Palmas, teniendo como problema principal ¿En qué medida el diseño y simulación del sistema hidráulico de abastecimiento de agua potable es eficiente para el prestación de calidad del agua en el centro poblado de Las Palmas - San Martín?, tratando de responder la hipótesis planteada es posible que, si al efectuar el diseño y determinación del sistema de hidráulico de abastecimiento de agua potable del centro poblado de las Palmas mejore la calidad de vida de los pobladores. Cuyo objetivo general es diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable mediante una simulación hidráulica para el mejoramiento del servicio de calidad del agua potable en el centro poblado de las Palmas - San Martín y teniendo como objetivos específicos: Realizar los estudios de la calidad del agua (análisis fisicoquímicos, microbiológicos y parasitológicos, inorgánicos); realizar estudios topográficos, estableciendo las cotas del terreno y la posición U.T.M. para conocer la pendiente de diseño; diseñar los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable el cual inicia con el reservorio, la línea de conducción y culmina en la red de distribución; y la elaboración de planos en base a los resultados obtenidos de la simulación hidráulica realizada para el suministro de agua potable.

El presente trabajo de investigación tuvo como hipótesis: Si establecemos el diseño y determinación del sistema hidráulico de abastecimiento de agua potable del centro poblado de las Palmas entonces, la calidad de vida y la eficiencia del sistema hidráulico se mejorará significativamente. El sistema de Variables estuvo comprendido por: variable independiente(x): “Diseño y determinación de un sistema de simulación hidráulica de abastecimiento de agua potable” y como variable dependiente (y): “Servicio eficiente y de calidad del agua”.

En el capítulo I, se presenta la revisión bibliográfica donde incluye los antecedentes de investigación, las bases teóricas y la definición de los términos básicos, en el capítulo II, los materiales y métodos empleados, en el capítulo III se presenta los resultados y discusión basados en los resultados de la investigación, discusión de resultados por cada objetivo específico desarrollado y la contrastación de resultados, finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones del proyecto de investigación.

# CAPITULO I

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 1.1 Antecedentes de la investigación

A nivel internacional

Reyes (2019), en la investigación de su autoría denominado “Diseño de la red de distribución de agua potable del recinto manantiales del Cantón Montecristi- Provincia de Manabí- Ecuador”, consideró que para la optimización del diseño y la construcción de este servicio de abastecimiento de agua potable iniciar con tubería PVC de diámetro de 50,80 mm arrojando resultados de velocidades y presiones por debajo de lo establecido en las normas vigentes. Posterior a ello se procedió a utilizar un diseño más optimizado empleando diámetros de 50,80 milímetros para las líneas de aducción y diámetros de 25,40 milímetros para las conexiones domiciliarias.

Céspedes (2016), en la investigación de su autoría denominada: “Diseño de la red de distribución de agua potable de la parroquia el Rosario del Cantón San Pedro de Pelileo, provincia de Tungurahua”(Ambato-Ecuador); el autor concluyó que su diseño de la red de abastecimiento de agua potabilizada se realizó de tal manera que esté funcionando al 100% todo su periodo de diseño (comúnmente conocido en la ingeniería como “Diseño optimizado”), consideró todos los parámetros y criterios establecidos en la norma estatal vigente.

A nivel nacional

Chuquicondor (2019), en la tesis de su autoría denominada: “Mejoramiento del servicio de agua potable en el caserío Alto Huayabo-San Miguel de El Faique-Huancabamba-Piura”; efectuó el diseño de la simulación hidráulica para el abastecimiento de agua potable en el Caserío Alto Huayabo empleando el Software Watercad y el de AutoCAD, se verificó que las presiones y las velocidades respectivas estén dentro de los parámetros establecidos en las normas vigentes. Para la línea principal o inicial se trabaja con el máximo caudal diario para su diseño y para la red que distribuirá el agua potable se diseñará teniendo en cuenta el caudal máximo horario, considerando que presión no

superen los 50 metros de columna de agua y que la velocidad no exceda los 3 metros/segundo. El proyecto de investigación favorecerá a más de 20 hogares con un total de más de 100 habitantes y se preparará hasta un periodo de diseño de 20 años con una población futura de 187 pobladores, incrementando las condiciones de vida de toda la población.

Alayo & Espinoza (2016), en la investigación de su autoría denominada : “Simulación hidráulica de la línea de conducción y red de distribución de agua potable aplicando el software Watercad en la localidad de Laredo”; se llegó a obtener de la simulación hidráulica que, en los nodos de las redes, presiones entre 10 metros de columna de agua y 50 metros de columna de agua, valores permitidos por el Reglamento Nacional de Edificaciones Permitiendo un funcionamiento adecuado en la simulación hidráulica. Con respecto a la velocidad obtenida en el simulacro realizado se estableció que en su mayoría cumplen con el reglamento vigente. Sin embargo, no todas las velocidades desempeñan con los requisitos mínimos, a pesar de ello el diseño realizado es adecuado debido a que cumple con las demandas establecidas. Se ejecutó la simulación hidráulica de tres diferentes escenas posibles y concluyó que para el mejor funcionamiento se realizó el cambio de diámetros en las tuberías en un 95% por lo cual serán de 10 pulgadas, 8 pulgadas, 6pulgadas y 4 pulgadas.

Diaz & Vargas (2015), en la tesis de su autoría denominada: “Diseño del sistema de agua potable de los caseríos de Chagualito y Llurayaco, distrito de Cochorco, provincia de Sánchez Carrión aplicando el método de seccionamiento”; en relación al sistema de abastecimiento planeada en su tesis se logrará aumentar la salud y como consecuencia incrementará la calidad de vida. Los diámetros empleados para la red principal en la conducción del agua potable son de 3/4”, 1” y 1 1/2”. En la simulación hidráulica de la red de agua potabilizada que se utilizó el software denominado EPANET y AutoCAD civil 3D empleando en el diseño tuberías PVC, con un coeficiente de rugosidad de 150 según establecido en norma y se consideró para este caso cámaras rompe presión obteniendo presiones mayores de 60 mH<sub>2</sub>O con los caudales ideales, válvulas de purga y cámaras de control.

A nivel regional y local

Torres (2019), en su investigación denominado: “Diseño y simulación hidráulica del sistema de abastecimiento de agua potable de la urbanización las brisas de la ciudad de Moyobamba”, concluyó que para un eficiente abastecimiento de agua potabilizada para la urbanización se empleará una bomba de 80 milímetros de diámetro nominal con potencia de 7,17 HP, con una línea de impulsión con un diámetro de 110 milímetros, y con un reservorio elevado de volumen de 23 metros cúbicos para compensar la demanda de agua para esta Urbanización en estudio. Las líneas de distribución se emplearon tuberías con diámetro de 110 milímetros y líneas secundarias con diámetros de 90 milímetros.

Frisancho (2018), en su investigación denominado: “Diseño hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable para mejorar la calidad de vida en el centro poblado de la Marginal, distrito de Cuñumbuqui, San Martín”; menciona que la línea de conducción que une el punto de captación con el reservorio se obtuvo en los estudios respectivos que cuenta con una distancia de 8481,30 metros y la red empleada cuenta con un diámetro de 90 milímetros y material de PVC clase diez, dieciséis y veinte. El diseño se ejecutó usando el software denominado Watercad en conjunto con el software AutoCAD y obtenemos que el flujo es igual a 1,77 L/s.

## **1.2 Bases teóricas**

Los proyectos de Ingeniería Sanitaria ligados a la hidráulica urbana tienen como finalidad primordial, la de suministrar el abastecimiento de agua potable para que puedan proporcionar a los residentes locales un incremento de la calidad de vida y así cumplir con la necesidad requerida. El primer paso para realizar un proyecto de esta envergadura es realizar un estudio de factibilidad. Su objetivo principal es proyectar el desarrollo de la población y asegurar su viabilidad a través de los análisis técnicos tales como lo social, económico, financiero, político y cultural.

### **Con relación al sistema de abastecimiento de agua y simulación hidráulica.**

#### **Agua**

Es el elemento de vital importancia para el progreso sostenible, la conservación de la biodiversidad y ciclos naturales lo sustentan (Minagri, 2010).

**Agua potable**

Para que el agua sea potable, esta no debe contener sustancias orgánicas, minerales y/o microorganismos patógenos debido a que pueden originar efectos fisiológicos indeseables. Este elemento debe estar libre de olor, turbidez, matiz oscuro, y de sabor desagradable. Se puede beber o usar en procesos de elaboración de alimentos sin afectar la salud (Cordero Ordóñez, y otros, 2011).

**Demanda de agua potable**

Es la demanda de agua basada en las actividades diarias y el uso que se le pueda dar (es decir, en base a la eficacia del sistema, consumo de agua potable, técnicas de riego, estándares de vida, precio del agua, actividades culturales, etc.). Está determinado por las actividades de la población beneficiaria (Cordero Ordóñez, y otros, 2011).

**Abastecimiento de agua potable**

Una red de suministro de agua potabilizada es una obra de ingeniería interconectadas el cual permite llevar agua potable a los hogares de la población beneficiaria ya sea urbana o rural (Peña, 2011).

**Límite máximo permisible**

Es el valor máximo permitido según los requisitos expresados en la normativa vigente con respecto en la calidad del agua reservada al consumo humano, según lo indica el Anexo I, debiendo estar libre de *Escherichia coli*, larvas de helmintos, quistes de protozoarios patógenos, Virus, Huevos y bacterias coliformes totales, quistes de protozoarios patógenos, Huevos y larvas de helmintos, termotolerantes (Minsa, 2010).

**Promoción de la higiene**

Es la planificación metodológica que consiente que los pobladores tomen todas las medidas preliminares para limitar y contrarrestar algún peligro de padecimientos afines al agua, el higieney sanamiento. De este modo se fomenta la participación la ciudadanía, la responsabilidad y el seguimiento de programas para el abastecimiento de agua potable (Esfera, 2010).

**Propiedades organolépticas del agua**

El agua de calidad es inodora, incolora e insípida. Sin embargo en la naturaleza el agua dista mucho de ser pura, por lo que presenta propiedades específicas que afectan a los sentidos. Común mente conocido como propiedades organolépticas y pueden afectan al

gusto, al tacto, al aspecto y al olo, distinguiéndose: turbidez, temperatura, olor, sabor y color (Aquamarket, 2017).

### **Turbiedad**

Se define como la falta de claridad de un líquido, producida por la suspensión de partículas. (Cordero Ordóñez, y otros, 2011).

### **Saneamiento básico**

Es la solución más económica, el cual permite tratar las aguas negras de manera higiénica y crea un ambiente limpio y saludable para toda la familia. El saneamiento incluye privacidad y seguridad en el uso de este servicio. La zona beneficiaria del proyecto de saneamiento que emplee este servicio mejorado la infraestructura perteneciente al sistema de saneamiento básico mejorando las conexiones a las alcantarillas públicas; conexiones a pozos sépticos en caso de requerirse; letrinas, etc. (OMS, 2015).

### **Consumo promedio diario anual (QM)**

Es el consumo aproximado de la población futura en el periodo de diseño, se calcula según la siguiente formula:

$$Q_m = \frac{P_{fx} \cdot d}{86400}$$

Donde:

$Q_m$  = Consumo promedio diario.

$P_f$  = Población futura (habitantes).

$d$  = Dotación (litros/habitantes/día).

El consumo promedio diario anual es expresada en l/s (Aguero, 1997).

### **Consumo máximo diario (QMD)**

La demanda de agua tiene un comportamiento estacional, Se incrementa en épocas calurosas y en estaciones frías se reduce. El abastecimiento de agua para el consumo humano debe satisfacer la demanda total aún en los días de mayor calor del año.

La demanda de agua potable es de carácter temporal, aumentando en la estación cálida y disminuyendo en la estación fría. El almacenamiento de agua potable para las actividades humanas debe cumplir la demanda neta en los momentos más calurosos del año. El gasto que demanda el día donde el consumo es máximo se le designa demanda máxima diaria (QMD) y se computa multiplicando el caudal medio por el factor máximo diario, tal como recomienda la normativa según la siguiente formula:

$$Q_{md} [\text{en l/seg.}] = Q_{promedio} [\text{en l/seg.}] * K1$$

$Q_{md}$  = consumo máximo diario (l/s)

$K1$ = coeficiente del caudal máximo diario, según (GFPIE; 2011) se considera un valor de 1,3 veces el consumo promedio diario anual.

$Q_m$ = consumo promedio diario anual.

El QMD se emplea en el pre-dimensionamiento de aquellos elementos que están ubicados antes del reservorio tales como las captaciones para luego ser conducidas a las plantas de tratamiento y/o reservorios (Agüero, 1997).

### **Consumo máximo horario (QMH)**

En el transcurso del día la demanda es variable, por tal motivo se opta añadir otro componente de corrección. Esta diversificación es acogida en el reservorio de regulación y en las líneas de distribución, estos elementos son diseñados para poder satisfacer la demanda máxima horaria ( $Q_{mh}$ ), el cual se establece de la siguiente forma:

$$Q_{mh} [\text{en l/seg.}] = Q_{promedi} [\text{en l/seg.}] * K2$$

Donde:

$Q_{m.h.}$  = consumo máximo horario (l/s)

$K2$ = coeficiente del caudal máximo diario

El consumo máximo diario toma un valor de 2 veces el consumo promedio diario anual (Aguero Pitman, 1997).

## **Población**

### **Estudios de población**

Para los proyectos de abastecimiento que son diseñados con la finalidad de satisfacer las necesidades de la población, sino también el de predecir un aumento en la población futura que puede variar entre los diez años y los cuarenta años, siendo imprescindible el poder calcular la población futura de este período de diseño elegido (Calcerón, 2014).

### **Cálculo de la población futura**

La metodología empleada para el cálculo de la población futura es:

Método de Interés Simple:

En el cálculo de la población futura se aplica la siguiente fórmula:

$$P = P_o * (1 + r * (t - t_o))$$

$$r = \frac{(P_i + 1 - P_i)}{P_i * (t_i + 1 - t_i)}$$

Donde:

P= Población a computar

Po= Población Inicial

r= Razón de crecimiento

t= Tiempo futuro

to= Tiempo inicial

Método aplicado para la población que se encuentra en un proceso de franco crecimiento debido a que los habitantes crecen como un capital sujeto a interés simple (Vierendel, 2009).

Método Geométrico:

Para el cálculo de la población futura se aplica la siguiente fórmula:

$$P = P_0 \times r^{(t-t_0)}$$

$$r = \sqrt[t_{i+1}-t_i]{\frac{P_{(i+1)}}{P_i}}$$

Donde:

P= Población a computar

Po= Población Inicial

T= Tiempo en que se calcula la población

To= Tiempo final

r= Factor de cambio de las poblaciones

El crecimiento de la población es similar a la inversión de un capital con interés compuesto. Este procedimiento se utiliza cuando la cantidad de habitantes está en un periodo de iniciación o saturación mas no cuando está en periodo de franco crecimiento (Vierendel, 2009).

Método de la Parábola:

Para determinar la población futura se aplica la presente fórmula:

$$P = A * \Delta t^2 + B * \Delta t + C$$

Donde:

P= Población a calcular

A,B,C= Ctes.

$\Delta$ = Intervalo de tiempo

Este procedimiento es empleado usualmente en las poblaciones con un periodo de inicio o asentamiento, por ello escogeremos 3 datos censales (Vierendel, 2009).

### **Periodo de diseño**

El periodo de diseño es el tiempo que asumiremos y emplearemos en el modelamiento hidráulico el cual funcionará eficientemente cumpliendo todos los requisitos respectivos en el criterio de diseño. Tiene elementos externos que participan en su cálculo, tales como la ampliaciones futuras, durabilidad de materiales, aumento o reducción poblacional y la certificado presupuestario el cual se requerirá para su ejecución.

Considerando los criterios ya mencionado, se debe fomentar un diseño adecuado y diferente para cada caso pues la realidad es diferente en cada centro poblado. Para el periodo de diseño se toman en cuenta algunos valores definidos para poblaciones rurales como para proyectos de captación 20 años, para obras de conducción de 10 a 20 años, para reservorios 20 años, para las redes secundarias es de 10 años y para las redes principales de 20 años (Calcerón, 2014).

### **Sistema de abastecimiento**

#### **Captación**

Es inicio de la red hidráulica estas incluyen las estructuras que captan agua para el abastecimiento domiciliario. Pueden ser simples o múltiples, lo fundamental saber la cantidad de agua necesaria para que satisfaga el consumo de la población beneficiaria. Para determinar qué fuente será utilizada tales como aguas superficiales, aguas subterráneas, aguas meteóricas y agua de mar. Es fundamental la calidad y cantidad de agua disponible, según el ciclo hidrológico en la zona de estudio que se puede encontrar (Jiménez Terán, 2010).

#### **Línea de conducción**

Como concepto “línea de conducción” se define como la conducción de agua de una fuente de captación hasta una planta que efectuará el tratamiento para ser potabilizada, un tanque de regularización, o hasta el beneficiario. Cabe mencionar que debido a la distancia entre la fuente de agua y la población beneficiaria, con el tiempo habrá mucho mayor dificultad en el abastecimiento de agua para los pobladores (Jiménez, 2010).

Una línea de absorción o una red de distribución no están compuestas solamente por tuberías, por el contrario, usualmente están compuestas por accesorio o algún otro tipo de estructuras tales como:

Tanque rompe presión o cámara de quiebre de presión: Estructura similar a un tanque o cámara empleada con la finalidad de disminuir la presión ejercida por el agua cuando esta sea conducida con una considerable presión. De este modo evitamos las altas presiones en las instalaciones aguas abajo. Cuando las presiones superiores al material del que están fabricados las líneas de conducción y distribución suelen romperse por ello el fabricante recomienda que no se exceda la máxima presión que una tubería pueda soportar. Por tal motivo y de ser necesario se pueden colocar cámaras de rompe presión durante el recorrido de la red de distribución y/o conducción. La cámara rompe presiones de pequeña estructura, el agua pierde presión, es por ello que se le conoce como “tanque rompe presión o cámaras de quiebre” (CARE, 2012).

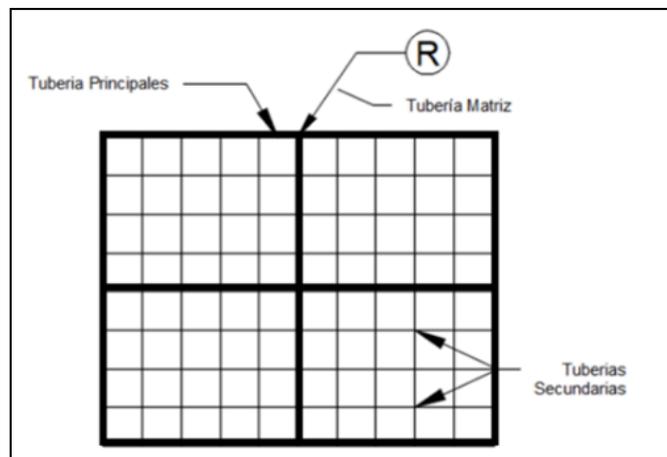
Válvula reguladora y reductora de presión: Tienen la función de aliviar las presiones en todas las tuberías existentes. Desempeñan una función similar a la cámara o tanque rompe presión. Si hablamos de ventajas estas son fáciles de instalar ocupando poco espacio y si comentamos de desventajas el costo es elevado. No obstante, las adquisiciones de estas válvulas permiten controlar un valor fijado y contante en la salida de estos accesorios (CARE, 2012).

Válvulas de aire: Es un accesorio que permite dejar salir el aire encapsulado en la tubería permitiendo al agua potable seguir su recorrido. Durante este recorrido de la línea de conducción o aducción en los puntos de mayor altura tienen la tendencia de llenarse de aire causando un cambio en velocidad del agua y forman bolsas de aire. Si ese aire no se expulsa puede provocar un rápido deterioro de las tuberías. Con la instalación de este accesorio, el aire acumulado es expulsado, estos accesorios tienen una pequeña apertura cilíndrica el cual está sellada con un flotador o esfera (CARE, 2012).

Válvulas de purga: Accesorio que permite limpiar las partículas acumuladas en las tuberías, esto sucede cuando el agua que es trasladada lleva material no deseado como suelo, arenas, fango y en el peor de los casos piedrecillas sedimentándose en las cotas más bajas, dificultando el paso del agua por la tubería por ello dichos accesorios son colocados de manera lateral en puntos estratégicos con la finalidad de abrirlas y así permitir limpiar el material sedimentado (CARE, 2012).

Distribución de agua: La función de la red de distribución es la de repartir el agua potable a los domicilios o puntos de consumo en una población determinada. Dependiendo del tamaño de la comunidad, la línea de abastecimiento puede ser cerrada (malla) o puede ser lineal abierta. Ya sea que la red de distribución sea abierta o cerrada se pueden encontrar múltiples accesorios tales como válvulas de purga, cierre o de limpieza, también se puede encontrar hidrantes en caso sea necesario (Vierendel, 2009).

Sistema de abastecimiento cerrado: Es amplia red de tuberías que permiten la distribución de agua, este tipo de sistemas son apropiados para la zona urbana de mediano tamaño o de un gran tamaño, como ventaja principal es la de tener menor pérdida de carga (Vierendel, 2009).



*Figura 1.* Trazo en Sistema Cerrado.

#### a) Denominación de las tuberías

Se consideran tres tipos de tuberías la primera se denomina tubería matriz que es la que alimenta el circuito primario de la red hidráulica, la segunda se denomina tubería principal que es la que alimenta a la población beneficiaria y la tercera tubería se denomina tubería secundaria o tubería de servicio (Vierendel, 2009).

#### b) Circuitos de un sistema cerrado

Se consideran tres tipos de circuitos, el primer circuito es denominado circuito primario el cual es conformado por tuberías principales (es decir tuberías de gran diámetro) el segundo circuito es denominado circuito secundario el cual se vincula a la red primaria mediante tuberías de diámetro intermedio y el tercer circuito es denominado circuito relleno el cual constituye tuberías de diámetro mínimo el cual distribuye a la población en general (Vierendel, 2009).

c) Dispositivos reductores de presión

- Cajas de romper presión
- Válvula reductora de presión

Velocidad: Según la normativa vigente la mínima velocidad aceptable es de tres metros por segundo y en algunos casos se conseguirá admitir una máxima velocidad permisible de cinco metros por segundo (OS.050 Reglamento Nacional de Edificaciones, 2006).

Presiones: La presión no debe ser superar los cincuenta metros en cualquier tramo de la red y durante la demanda máxima horaria, la presión no debe disminuir de diez metros (OS.050 Reglamento Nacional de Edificaciones, 2006).

### **Red de distribución**

Es el conjunto de tuberías principales y los ramales de distribución de una red el cual permite el abastecimiento de agua potabilizada a toda la población beneficiaria (MVCS, 2006).

### **Criterios técnicos en sistemas de abastecimiento de agua en zona rurales**

#### **Dotación**

La dotación diaria per cápita:

**Tabla 1**  
*Dotación diaria*

<b>Población</b>	<b>Clima</b>	
	<b>clima frio</b>	<b>clima templado</b>
De 2,000 Hab. a 10,000 Hab.	120 L/Hab./Día	150 L/Hab./Día
De 10,000 Hab. a 50,000 Hab.	150 L/Hab./Día	200 L/Hab./Día
Más de 50,000 Hab.	200 L/Hab./Día	250 L/Hab./Día

De Vierendel, 2009

#### **Variaciones de consumo**

Se considera una variación de consumo según lo siguiente:

- a) El máximo anual de la demanda diaria es representado con la variable “K1” y toma valores entre 1,2 y 1,5, generalmente se recomienda usar  $K1 = 1,3$  (Vierendel, 2009).
- b) El Máximo anual de la demanda horaria es representad con la variable “K2”, toma el valor de  $K2 = 2,5$  cuando la población se encuentre entre 2,000 a 10,000 Hab. y  $k2 = 1,8$

cuando la población es mayor de 10,000 Hab. se representa mediante la ecuación:  $Q_{\text{máx. Horario}} = Q_p * K_2$  (Vierendel, 2009).

c) El máximo maximórum se representa mediante la siguiente ecuación:  $Q_{\text{máx. máx.}} = Q_p * K_1 * K_2$  (Vierendel, 2009).

### **Criterio social**

**Categoría de la población:** Se determina localidad rural cuando los habitantes sean menores de dos mil.

**Características de la población:** Está ligada a la distribución de la población y puede ser:

- Población Concentrada: concierne a los domicilios centrados en un núcleo urbano y están agrupados en vías, calles, jirones, etc.
- Población Dispersa: están relacionado a los domicilios distantes entre sí y no cuenta con una planificación urbana.

**Criterio económico:** Es un factor importante por lo que permite definir el criterio técnico y la calidad del servicio, al afectar llanamente el monto de inversión sea privada o pública para la ejecución del proyecto de abastecimiento de agua potable. Considerando los ingresos económicos de la población a beneficiaria, la situación puede ser:

- Condición Baja: Referido al ingreso familiar y corresponde a un medio o menos del total de la canasta familiar básica.
- Condición Medio: Cuando el ingreso familiar equivale entre la mitad y el valor de la canasta familiar básica.
- Condición Alta: Cuando el ingreso familiar supere el valor de la canasta familiar básica.

### **Consumo en relación con el uso diario**

#### **Consumo en relación a los tipos de usos**

Para el abastecimiento del líquido fundamental no siempre se suele se considera las pérdidas de carga, se denomina consumo al gasto generado por los habitantes y esta es expresada en l/h/día o m<sup>3</sup> /día. El consumo de agua potable es calculado según el tipo de beneficiario, estas pueden ser de uso doméstico, de uso no-doméstico, de uso industrial y/o uso público, se dividen según la clase socioeconómica de los habitantes beneficiarios (Jiménez , 2010).

El tipo de consumo se divide en:

- Consumo doméstico: Es la cantidad de agua potable empleada en la zona beneficiaria y depende esencialmente de la temperatura y la capacidad económica de los pobladores, el consumo varía dependiendo al costo del agua, existencia de alcantarillado sanitario, la presión del agua en la red, etc.
- Consumo no-doméstico: Viene a ser el agua empleada en las zonas de comercios y en las zonas de servicios, es el agua consumida por los pobladores que no residen en la zona beneficiaria.
- Consumo industrial. Es el consumo de agua empleada en hoteles, fábricas, embotelladoras, industrias etc. y su demanda se calcula según el tipo de actividad industrial.

**Usos públicos.** Es el agua empleada en: hospitales, escuelas, parques, jardines, etc.

### **Demanda de agua**

#### **Dotación**

La demanda per habitante, está relacionada con el consumo de agua potable de la zona beneficiaria, es expresa en litros/habitante/día (l/hab./día) (MVCS, 2006).

#### **Dotación de agua**

La demanda de agua potable es voluble en base a su uso, actividades, costumbres y condiciones existentes de saneamiento. Para asentamientos humanos mayores de 2000 hab., es recomendable establecer el consumo requerido para la dotación en base a los consumos justificados mediante informes estadísticos. Para el caso de no contar con los estudios respectivos de la demanda, se empleará para climas fríos una dotación de 180 l/hab./día y para climas templados y cálidos de 200 l/hab./día (MVCS, 2006).

### **Requisitos de calidad del agua para consumo humano**

#### **Agua apta para el consumo humano**

Es toda agua que será destinada al consumo humano y en caso no desempeñar los parámetros de calidad determinados en la normativa vigente entonces requiere ser potabilizada (Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, 2010).

#### **Parámetros microbiológicos y otros organismos**

El agua que está destinada para el consumo humano (según la tabla 2) debe estar exenta de: Nematodos, Bacterias coliformes totales, rotíferos, termotolerantes, quistes,

Escherichia coli, Virus, protozoarios, coquistes de protozoarios patógenos, Huevos y/o larvas de helmintos, algas, copépedos y las Bacterias Heterotróficas sean menor a 500 UFC/ml bajo una temperatura de 35 grados centígrados (Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, 2010).

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.	Nº org/L	0
6. Virus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	Nº org/L	0

**Figura 2.** Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos.

### Parámetros de calidad organoléptica

Según el plan de control existente en cada planta potabilizadora, se deben extraer muestras en un 90 % de las redes de distribución, estas muestras deben cumplir con los parámetros establecidos según el Anexo II en la normativa vigente sobre la calidad y la organoléptica del agua. El diez por ciento restantes, se centran en encontrar las posibles causas por las que no se cumple con el presente Reglamento (Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, 2010).

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	mg L-1	1 000
8. Cloruros	mg Cl - L-1	250
9. Sulfatos	mg SO4 L-1	250
10. Dureza total	mg CaCO3 L-1	500
11. Amoniac	mg N L -1	1,5
12. Hierro	mg Fe L-1	0,3
13. Manganeso	mg Mn L-1	0,4
14. Aluminio	mg Al L-1	0,2
15. Cobre	mg Cu L -1	2,0
16. Zinc	mg Zn L-1	3,0
17. Sodio	mg Na L-1	200

**Figura 3.** Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica

### Parámetros inorgánicos y orgánicos

Cuando el líquido elemental es destinado al consumo humano, este debe estar entre el límite máximo permisible señalados en la normativa vigente tales como el arsénico,

plomo, mercurio, cadmio, antimonio, nitrato, clorito clorato, etc. (Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, 2010).

### **Control de desinfectante**

Antes de la derivación del agua potable, la empresa responsable deberá realizar la desinfección con la finalidad de eliminar eficazmente bacterias, microorganismo y otros agentes que puedan dañar la salud de los beneficiarios, adicionalmente se debe dejar un residual para resguardar el agua potable en caso de ser contaminada en su posterior recorrido. Si la desinfección es en base a cloro se deberá extraer muestras a lo largo de la red de distribución y estas tienen que contener cloro residual no mayor a 0,5 mgL-1 al menos del 90 por ciento de todas las muestras extraídas en el transcurso del mes y el 10 por ciento restante deberá contener cloro residual no mayor a 0,3 mgL-1, según la normativa vigente (Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, 2010).

### **Control por contaminación microbiológica**

Cuando una muestra extraída en la línea de distribución presenta coliformes termotolerantes y/o bacterias totales, la empresa responsable deberá investigar las posibles causas y realizar las contramedidas necesarias para eliminar cualquier riesgo sanitario para certificar que el agua potable en esa línea de distribución sea apta para el consumo humano. Adicionalmente se deben extraer muestras de manera diaria en aquel punto donde se ha infringido la norma vigente hasta que dos muestras inmediatas no presenten exceso a los parámetros infringidos. (Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, 2010).

### **Control de parámetros químicos**

Cuando se detecte uno o más parámetros químicos que hayan sido infringidos según normativa, para la muestra tomada de fuentes subterráneas, plantas de tratamiento, reservorio o en la línea de distribución, el consignatario realizará una extracción de muestra nueva y en caso de coincidir los resultados en la primera muestra, se indagará las posibles causas para poder implementar toda medida correctiva necesaria lo antes posible y se comunicarán con la Autoridad de Salud de la jurisdicción perteneciente, con la finalidad de proteger el bienestar de los consumidores (Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, 2010).

**Tratamiento del agua cruda**

El consignatario proveerá agua potable el cual se efectuará acorde a los estándares de calidad del agua, en caso de que el agua proceda de una fuente subterránea y que cumpla los parámetros señalados en el reglamento vigente (Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, 2010).

**Sistema de tratamiento de agua**

El Ministerio de Salud mediante DIGESA promulgará la norma sanitaria el cual permita regular el proceso que realiza el sistema de potabilización de agua destinada al consumo, ya sea para zonas rurales o zonas urbanas Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, 2010).

**Muestreo, frecuencia y análisis de parámetros**

La periodicidad de muestreo, la cantidad de muestra a extraer y el método analítico empleado, serán establecidos mediante Resolución Ministerial la el cual deberá sustentarse mediante un informe emitido por DIGESA (Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, 2010).

**Pruebas analíticas confiables**

Los ensayos analíticos respectivos deberán realizarse en laboratorios donde el responsable sea un profesional colegiado y habilitado ya sea en ingeniería o ciencias, el proceso u método a emplearse deben ser confiables siguiendo los lineamientos de la normativa vigente (Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, 2010).

**Revisión de los requisitos de calidad del agua**

Para el parámetro de calidad del agua potable establecido en el reglamento vigente deberán ser sometido a revisión por la autoridad competente, cada cinco años (Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, 2010).

**Excepción para límite máximo permitido de parámetros químicos asociados a la calidad estética y organoléptica**

Las empresas que proveen de agua potable deberán solicitar transitoriamente en caso se requiera a la entidad pertinente la excepción de incumplir los máximos valores permitidos de los relacionados a la calidad organoléptica y estética, señalados en la en la norma vigente. En dicha solicitud se adjuntará el informe correspondiente que demuestre que la

salud los beneficiarios no se vea afectada por el suministro del proveedor y como último requisito las características organolépticas sean aceptadas por el beneficiario (Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, 2010).

### 1.3 Definición de términos básicos

**AutoCAD:** Es un programa de computador empleado para graficar planos en dos dimensiones y/o 3 dimensiones según sea el caso. Es el programa de computador más empleado para el diseño de ingeniería (Esneca, 2019).

**Consumo doméstico:** Es la demanda de agua que la población beneficiaria usará para su consumo, la cantidad que se empleará dependerá de mucho aspecto tales como, la cantidad de la población, el clima de la zona, etc.

**Usos públicos:** Es demanda de agua destinada para los parques, escuelas, hospitales, etc. (Jiménez, 2010).

**Sistema de agua potable:** Es aquel sistema que abastece a una población beneficiaria según los requisitos de calidad establecidos en la norma vigente (Jiménez, 2010).

**Línea de alimentación.** Es la red de tuberías con la presión dentro del parámetro establecido en la norma; destinada a abastecer el tanque de reserva el cual distribuirá el agua potable a la población beneficiaria (Jiménez, 2010).

**Escherichia coli:** Bacteria coliforme relacionada al ser humano y desechos de animales, dicha bacteria se encuentra en el intestino del consumidor (Fernández., 2009).

**EPANET:** Es un programa de computador que en base a los detalles físicos de la tubería a emplearse y de los nodos se puede hacer el análisis hidráulico de la red calculando las presiones en tuberías, caudales en los nudos velocidades, etc (EADIC, 2012).

**Factibilidad:** Es la posibilidad que se tiene ante un proyecto que puede lograr su ejecución, por ello pasa por filtros hasta su aprobación (Valera.R, 2003).

**Modelación hidráulica:** La simulación hidráulica es la representación escalada de un sistema de abastecimiento de agua potable ejecutado en un software el cual procesará situaciones similares a las reales estudiando el comportamiento del flujo a lo largo de las redes obteniendo los resultados necesarios para la ejecución real del proyecto simulado.

**Pozo artesiano:** Es el agua cautiva en cualquier zona topográfica (generalmente en pozos).

**PH:** Viene a ser la alcalinidad de una sustancia el cual puede ser neutro ácido u básico, según el resultado del ensayo realizado. (Sørensen, 1909).

**Viscosidad:** Es una característica física que tiene cualquier sustancia el cual está relacionado directamente con la densidad de un líquido para este caso el agua potable, recordemos que a mayor temperatura la viscosidad de la sustancia disminuye ( Lenntech , 1998).

**Watercad:** Es un programa de computador que modela los sistemas de conducción y las redes de distribución con la finalidad de analizar el comportamiento hidráulico del agua en la tubería (Richter, A.,1998).

**Digesa:** Es la Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria viene siendo un órgano público responsable del aspecto normativo y relacionada a la vigilancia, supervisión de todo riesgo físico, químico, biológico, etc.

## **CAPITULO II**

### **MATERIAL Y METODOS**

#### **2.1 Materiales**

Los materiales como las herramientas, los equipos y softwares empleados en la ejecución de la etapa de campo en la presente investigación fueron:

- ✓ Wincha, se utilizó para la toma de medidas de las estructuras existentes.
- ✓ Cámara fotográfica, se empleó para el registro de las actividades realizadas.
- ✓ Libreta de apuntes, se empleó para guardar los apuntes y/o notas realizadas en campo.
- ✓ USB, utilizado para el almacenamiento de datos digitales.
- ✓ Estación total, se empleó para el levantamiento topográfico.
- ✓ Prisma, se empleó para el levantamiento topográfico.
- ✓ Laptop, se empleó para la digitalización de datos.
- ✓ GPS, se empleó para el levantamiento topográfico.
- ✓ Impresora, utilizado para las impresiones de documentos.
- ✓ Excel, software empleado para el cálculo hidráulico.
- ✓ Word, software empleado para el desarrollo de la tesis.
- ✓ AutoCAD, software utilizado para la elaboración de planos.
- ✓ Watercad, software utilizado para el modelamiento hidráulico.

#### **2.2 Métodos**

La metodología se detalló de acuerdo a los siguientes objetivos específicos:

##### **Estudio de la calidad del agua**

Se realizó los estudios de calidad de agua en el laboratorio referencial regional de la salud San Martín (análisis microbiológico, fisicoquímico, bacteriológico, parasitológico y organismos de vida libre) con la finalidad de verificar que cumpla los parámetros mínimos indicados en el Reglamento de la Calidad para el Consumo Humano (ver anexo 4).

Los estudios de calidad de agua se realizaron según lo siguiente:

Informe de Ensayo N°019-UMAA-P/2021, con fecha 08.02.2021.

Informe de Ensayo N°020-UMAA-P/2021, con fecha 08.02.2021.

Informe de Ensayo N°090-UMAA-P/2021, con fecha 14.05.2021.

Informe de Ensayo N°093-UMAA-P/2021, con fecha 17.05.2021.

Informe de Ensayo N°094-UMAA-P/2021, con fecha 17.05.2021.

### **Estudio de topografía**

Se realizó el levantamiento topográfico del centro poblado Las Palmas para determinar la topología del centro poblado es decir las cotas del terreno, así como, la posición sobre la superficie de la tierra en la que se encuentra cuya finalidad es la de conocer la pendiente de diseño. Con estos datos se calculó el flujo máximo diario, flujo máximo horario, población, demanda total, dotación, datos fundamentales para el modelamiento hidráulico.

### **Diseño de componentes del sistema de abastecimiento de agua potable**

Mediante la recolección de datos se calculó el caudal de la demanda a emplearse en el abastecimiento de agua potable del centro poblado las Palmas, la cual se ejecutó el modelamiento hidráulico en el programa de computador denominado WaterCAD V8i, con la finalidad de realizar el diseño de los componentes de la red del sistema de abastecimiento de agua potable tales como: la línea de conducción, la red de distribución y las redes domiciliarias, los resultados fueron exportados en formato “xlsx” directo del software (Anexo d: Datos de la Simulación Hidráulica). Cabe resaltar que los resultados extraídos del programa certifican la validez, confiabilidad y su objetividad para ser empleados en la presente investigación.

### **Elaboración de planos de los componentes del sistema de agua potable.**

Mediante la recolección de datos, los métodos descritos anteriormente y los resultados obtenidos se realizó la elaboración de planos que si de ser empleados en algún momento serán de mucha ayuda en la ejecución de obra.

Los planos que se elaboraron fueron:

- ✓ Plano de ubicación y localización
- ✓ Plano de topografía
- ✓ Plano de lotización
- ✓ Plano de Simulación hidráulica

Los cuales se puede observar en el anexo 5.

### **2.3 Procedimiento**

En este punto de la investigación se desarrolló visitas de campo y se analizó de manera más detallada los elementos que desencadenan la problemática actual, al mismo tiempo se hizo visitas in situ las redes de distribución y al caudal de abastecimiento.

Entrevista a informantes claves: Selección de una o varias personas y/o a través de un grupo focal, realizar preguntas facilitadoras de discusión relacionada con la problemática del agua potable y su abastecimiento en el centro poblado Las Palmas que pertenece al distrito de la Banda de Shilcayo. Se hizo sugerencias a la participación de representantes de la autoridad distrital y líderes comunitarios. Mediante el apoyo de instrumentos de recolección, listas de orientación, obtención de muestras de agua, topografía y georreferenciación.

Al momento de recoger y comparar la información del origen y la de in situ se realizó el estudio correspondiente usando el programa de ingeniería tales como el de AutoCAD 2020 (programa que permite plasmar no solo el dibujo real al dibujo digital si no también la de digitar la topografía del terreno), se empleó Microsoft Excel para realizar los cálculos correspondientes, posterior a ello se dio uso al software de nombre Watercad v10.00 con la finalidad de procesar la red hidráulica y obtener los resultados tentativos.

#### **Estudio de la calidad del agua**

Se realizó la toma de muestras de agua de 4 lugares, el primero fue a 800 metros, aguas arriba del puente, el segundo fue a 1100 metros, aguas arriba del puente, el tercero fue en el pozo artesiano – captación 1 y el cuarto fue en el pozo artesiano - captación 2, después de realizar el muestreo se llevó al laboratorio referencial regional de salud pública de San Martín quienes realizaron el estudio del análisis microbiológico, fisicoquímico, bacteriológico, parasitológico y organismos de vida libre, cuya finalidad fue determinar si el agua estudiada es apta para consumo humano.

#### **Simulación hidráulica**

El software Watercad permitió divisar la gestión a largo plazo en cualquier sistema de abastecimiento de agua potable incluyendo: estudios de protección contra incendio, estudios de vulnerabilidad, calibración hidráulica, evaluación de coste energético, eficiencia, etc. Este software adicional a las opciones que presenta en el modelación y análisis de las líneas de agua potable bajo presión, cuenta con opciones de productividad para el proceso de gestión de datos que obtuvimos, también se realizó la ejecución los modelamientos

hidráulicos de archivos externos en formato DXF, asignación de demandas, extracción de elevaciones, elaboración y gestión de modelos hidráulicos, preparación de reportes, gestión operativa, cálculos hidráulicos complementarios y planos. Asimismo, este software brinda múltiples elecciones para visualizar los resultados en reportes. Por ello mediante este conocimiento se tiene claro sobre las características hidráulicas y físicas, datos definidos y establecidos, debido a que esta información se incrustó en el Watercad para realizar el modelo hidráulico representando así las condiciones más similares y tangibles posible para que las redes sean las más óptimas.

### **Procedimiento para el cálculo del caudal de demanda:**

Para el diseño y determinación la red de distribución de agua potable se propuso en el sistema de abastecimiento para el centro poblado Las Palmas, lograr un comportamiento eficiente cumpliendo con los parámetros establecidos en la normativa vigente (R.N.E.) por ello se realizó la simulación hidráulica computarizada, optando por emplear el programa denominado Watercad, definiendo así un software cuyo algoritmo nos da múltiples opciones para realizar el cálculo hidráulico, obteniendo cálculos como presiones en diferente puntos de la red hidráulica, caudales, velocidades, pérdidas de cargas; entre otros parámetros derivados del sistema hidráulico tales como: Válvulas de Control , Bombas, reservorios, etc. En base a la topología y topografía del centro poblado teniendo en cuenta de las condiciones de demanda previamente establecidas.

De la Tabla N° 2, descrita en el Ítem 3.1.1 “Resultado del caudal de demanda” se divisa que el promedio habitacional es de 4 hab. por vivienda del centro poblado las Palmas, en base los censos de 1993, 2007 y 2017 se realizó el cálculo de la población futura, el cual resultó un promedio de 9,226 habitantes, cabe resaltar que el centro poblado tiene una expansión poblacional desordenada.

Se consideró como referencia el libro de Vierendel (2009) donde manifiesta que la dotación de agua se clasifica según la ubicación geográfica las cuales pueden ser selva, sierra y costa, nos encontramos en la zona selva y nos corresponde una dotación de 150 litros/habitantes/día por ser un clima templado, del mismo modo se optó por los coeficientes de variación K1 con un valor de 1,5 y variación K2 con un valor de 1,8.

Con los datos asumidos empleado en el cálculo de caudales y obtengo los siguientes resultados tales como caudal promedio 16,02 litros/segundo, el caudal máximo diario 20,82

litros/segundo y el Máximo caudal Horario 40.04 litros/segundo, del mismo modo calculamos el almacenamiento del reservorio y obtenemos un volumen de 691.95 al 100 %.

Al efectuarse el primer modelamiento hidráulicos se tuvo en cuenta los siguientes datos que se detalla a continuación:

<b>Datos de Demanda</b>	
<b>Dotación diaria</b>	150 L /Hab./Día
<b>Caudal promedio anual de la demanda</b>	16.02 L/s.
<b>Coefficiente de variación K1</b>	1.3
<b>Caudal máximo diario</b>	20.82 L/s.
<b>Coefficiente de variación K2</b>	1.8
<b>Caudal máximo horario</b>	40.04 L/s.
<b>Caudal máximo máximórum</b>	52.06 L/s.

*Figura 4.* Resumen de la demanda

### **Datos que se empleó para la simulación hidráulica:**

#### **Caracterización de la urbanización**

Para determinar las características del centro poblado Las Palmas, se efectuó de manera in situ, por ello se realizó el estudio topográfico y la información respecto a la urbanización, realizando un recorrido por las calles del centro poblado y verificando lo siguiente:

El centro poblado Las Palmas esta abastecida por una fuente de agua subterránea, la población es abastecida mediante agua entubada la cual recibe tratamiento mínimo de desinfección en los reservorios, arriesgando la salud de todos los residentes, adicionalmente la red de distribución que la población tiene no satisface la demanda actual y como consecuencia de ello la presión ejercida en algunas tuberías no cumplen con los límites fijados en el reglamento vigente.

#### **Características físicas de la red**

##### **Reservorio**

El centro poblado las Palmas tiene 2 reservorios existentes uno rectangular con un área de 17,21 m<sup>2</sup> aproximadamente y uno circular con un área aproximadamente de 69,12 m<sup>2</sup>.

### **Red de distribución y línea de aducción.**

La Línea de Aducción es de diámetro de 10”, las líneas de distribución están entre 10” y 1/2 pulgada, hasta el momento no se tiene información precisa de las tuberías existentes debido a que estas fueron colocadas por la Junta de Administración de Servicios de Saneamiento (JASS) según la necesidad de cada poblador y sin ningún tipo de inspección y/o control.

### **Características hidráulicas de la red**

La red hidráulica estará funcionando de manera gravitatorio sin empleo de bomba alguna, la característica hidráulica fue obtenida mediante criterio técnico empleado el libro de “Abastecimiento de Agua y Alcantarillado” de autor Vierendel publicada en el año 2009, el cual describe que el empleo de K1 debe tomar un valor de 1,3 y K2 debe tomar un valor de 1,8 datos que coinciden con la norma vigente, con estos valores efectuaremos la simulación hidráulica para un periodo de diseño estático, para el análisis de flujo constante, para el diámetro en las líneas de distribución se consideró en base a criterio propio debido a que distribución de caudales se estableció de manera lineal para alcanzar un diseño de la red más realista.

### **Limitaciones encontradas durante la recolección de datos y el procesamiento del mismo**

En el diseño para el abastecimiento de agua potable se realizó considerando los estudios de la calidad del agua (análisis fisicoquímicos, microbiológicos y parasitológicos, inorgánicos) debido a que no sabemos si los parámetros mínimos establecido en la calidad del agua están dentro del límite establecido por la norma vigente. En los estudios topográficos a realizar la limitación más probable que tengamos sería el relieve del terreno debido a que afecta a la gradiente de la línea de conducción. Realizar estudios topográficos con la finalidad de conocer el contorno u la topografía de la zona beneficiaria para optar por la pendiente ideal de diseño.

### **Resumen del procedimiento que se siguió para lograr los objetivos trazados en mi tesis:**

Mediante el presente trabajo de investigación se realizó el levantamiento topográfico de los suelos y respectivo análisis del agua del centro poblado Las Palmas obteniendo las muestras. Implementación del proceso físico para establecer los cálculos matemáticos descritos en la memoria de cálculo tales como:

- Determinación de la población de diseño.
- Predimensionamiento del tanque de reserva.
- Obtención del caudal.
- Establecer dimensiones del sistema de tratamiento.
- Se implementó un sistema de tratamiento  
Programas de ingeniería tales como:
  - Auto CAD: Para el dibujo del plano del proceso físico, para apreciar con detalle el dimensionamiento y sus componentes.
  - Watercad: Para calcular la red de distribuciones y demás estructuras hídricas
  - Recolección de muestras para análisis.
  - Extracción manual de muestras
  - Análisis de muestras:  
Los análisis de los parámetros físicos, químicos, biológicos fueron medidos con equipos del laboratorio de Salud Pública San Martín
  - Caracterización de las muestras.
  - Ubicación del punto de monitoreo, medición de caudal.
  - Los Resultados se discutirán en el CAPITULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

## CAPITULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Resultados

Los resultados fueron obtenidos empleando los datos de la tabla (tabla de datos de demandas) que fueron introducidos en el modelamiento hidráulico propuesto, en el cual podemos ver el funcionamiento hidráulico de toda la red de abastecimiento del centro poblado Las Palmas, gracias a topología y topografía del área se propuso un sistema de abastecimiento de agua convencional, el cual contempla un sistema gravitatorio para aprovechar el desnivel, el agua potable debe ser tratada en el reservorio antes de abastecer a la población, a continuación describimos el resultado del sistema de abastecimiento propuesto:

##### 3.1.1 Estudios realizados de la calidad del agua

- **Análisis fisicoquímico**

Se aprecia en las siguientes tablas el resultado del análisis fisicoquímico:

**Tabla 2**  
*Ensayo Fisicoquímico I*

Muestra		Ensayo Fisicoquímico			
Matriz	Punto de Muestreo	pH	Alcalinidad Total Ppm HCO <sub>3</sub>	Dureza Total Ppm CaCO <sub>3</sub>	Turbiedad UNT
Agua Subterráneo	A 800 m. aguas arriba del puente	4.4	19.52	40	1.02
MÉTODO		Potenciómetro	Volumetría	Volumetría	Nefelométrico

Nota: Informe de ensayo N° 019-UMAA-P/2021, 2021

Los resultados de los ensayos fisicoquímicos, se logró evidenciar que la dureza total ppm está dentro del límite máximo permisible y con respecto a la turbiedad está dentro del límite máximo permisible. En cuanto al pH no está dentro del límite máximo permisible.

**Tabla 3**  
*Ensayo Físicoquímico II*

Muestra		Ensayo Físicoquímico			
Matriz	Punto de Muestreo	pH	Alcalinidad Total Ppm HCO <sub>3</sub>	Dureza Total Ppm CaCO <sub>3</sub>	Turbiedad UNT
Agua Subterráneo	A 1100 m. aguas arriba del puente	4.02	17.08	38	0.96
MÉTODO		Potenciómetro	Volumetría	Volumetría	Nefelométrico

Nota: Informe de ensayo N° 020-UMAA-P/2021, 2021

Los resultados de los ensayos físicoquímicos, se logró evidenciar que la dureza total ppm está dentro del límite máximo permisible y con respecto a la turbiedad está dentro del límite máximo permisible. En cuanto al pH no está dentro del límite máximo permisible.

- **Análisis bacteriológico**

Se aprecia en las siguientes tablas el resultado del análisis bacteriológico:

**Tabla 4**  
*Ensayo Bacteriológico I*

Muestra		Ensayo Bacteriológico			
Matriz	Punto de Muestreo	Bacterias Heterotróficas (UFC/mL)	Coliformes totales 35°C (NMP/100mL)	Coliformes Termotolerantes *44.5 C (NMP/100mL)	E. coli 44.5 °C (NMP/100mL)
Agua Subterráneo	A 800 m. aguas arriba del puente	5.4 x 10 <sup>2</sup>	1.7 x 10	0.78	<1.8
MÉTODO		APHA.AW W.WEF.Part 9221B. 21th.ed.2005	APHA.AWW. WEF.Part 9221E-1. 21th.ed.2005	APHA.AWW. WEF.Part 9221E-1. 21th.ed.2005	APHA.AWW. WEF.Part 9221 B,E y 9221 F1. 21th.ed.2005

Nota: Informe de ensayo N° 019-UMAA-P/2021, 2021

Los resultados de los ensayos bacteriológicos, se logró evidenciar que el resultado de las bacterias heterotróficas no está dentro del límite máximo permisible, en relación a los coliformes totales a 35°C tampoco no están dentro del límite máximo permisible, con respecto a los coliformes termotolerantes a 45°C no está dentro del límite máximo

permisible y en cuanto a la escherichia coli tampoco está dentro del límite máximo permisible.

**Tabla 5**

*Ensayo Bacteriológico II*

Muestra		Ensayo Bacteriológico			
Matriz	Punto de Muestreo	Bacterias Heterotróficas (UFC/mL)	Coliformes totales 35°C (NMP/100mL)	Coliformes Termotolerantes *44.5 C (NMP/100mL)	E. coli 44.5 °C (NMP/100mL)
Agua Subterráneo	A 1100 m. aguas arriba del puente	1.1 x 10 <sup>2</sup>	0.2	<1.8	<1.8
MÉTODO		APHA.AWW. WEF.Part 9221B. 21th.ed.2005	APHA.AWW. WEF.Part 9221E-1. 21th.ed.2005	APHA.AWW. WEF.Part 9221E-1. 21th.ed.2005	APHA.AWW. WEF.Part 9221 B,E y 9221 F1. 21th.ed.2005

Nota: Informe de ensayo N° 020-UMAA-P/2021, 2021

Los resultados de los ensayos bacteriológicos, se logró evidenciar que el resultado de las bacterias heterotróficas está dentro del límite máximo permisible, en relación a los coliformes totales a 35°C tampoco no están dentro del límite máximo permisible, con respecto a los coliformes termotolerantes a 45°C no está dentro del límite máximo permisible y en cuanto a la escherichia coli tampoco está dentro del límite máximo permisible.

**Tabla 6**

*Ensayo Bacteriológico III*

Muestra		Ensayo Bacteriológico			
Matriz	Punto de Muestreo	Bacterias Heterotróficas (UFC/mL)	Coliformes totales 35°C (NMP/100mL)	Coliformes Termotolerantes *44.5 C /NMP/100mL)	E. coli 44.5 °C (NMP/100mL)
Agua Subterráneo	Pozo artesiano - Captación 1	1.1 x 10 <sup>4</sup>	2.2 x 10 <sup>5</sup>	4.90 x 10 <sup>4</sup>	7.9 x 10 <sup>3</sup>
MÉTODO		APHA. 9215B. 23rd ed.2017	APHA. 9221B. 23rd Edición. 2017	APHA. 9221 E1 23rd Edición. 2017	APHA. 9221 F1 23rd Edición. 2017

Nota: Informe de ensayo N° 093-UMAA-P/2021, 2021

Los resultados de los ensayos bacteriológicos, se logró evidenciar que el resultado de las bacterias heterotróficas no está dentro del límite máximo permisible, en relación a los coliformes totales a 35°C tampoco no están dentro del límite máximo permisible, con respecto a los coliformes termotolerantes a 45°C no está dentro del límite máximo permisible y en cuanto a la escherichia coli tampoco está dentro del límite máximo permisible.

**Tabla 7**  
*Ensayo Bacteriológico IV*

Muestra		Ensayo Bacteriológico			
Matriz	Punto de Muestreo	Bacterias Heterotróficas (UFC/mL)	Coliformes totales 35°C (NMP/100mL)	Coliformes Termotolerantes *44.5 C /NMP/100mL)	E. coli 44.5 °C (NMP/100mL)
Agua Subterráneo	Pozo artesiano - Captación 2	2.6 x 10 <sup>2</sup>	7.9 x 10	3.3 x 10	7.8
MÉTODO		APHA. 9215B. 23rd ed.2017	APHA. 9221B. 23rd Edición. 2017	APHA. 9221 E1 23rd Edición. 2017	APHA. 9221 F1 23rd Edición. 2017

Nota: Informe de ensayo N° 094-UMAA-P/2021, 2021

Los resultados de los ensayos bacteriológicos, se logró evidenciar que el resultado de las bacterias heterotróficas está dentro del límite máximo permisible, en relación a los coliformes totales a 35°C tampoco no están dentro del límite máximo permisible, con respecto a los coliformes termotolerantes a 45°C no está dentro del límite máximo permisible y en cuanto a la escherichia coli tampoco está dentro del límite máximo permisible.

- **Análisis parasitológico y organismos de vida libre**

Se aprecia en las siguientes tablas el resultado del análisis parasitológico y organismos de vida libre:

**Tabla 8**  
*Ensayo Parasitológico y Organismos de vida libre I*

Muestra		Ensayo Parasitológico y Organismos de vida libre	
Matriz	Punto de Muestreo	Huevos y larvas Helminetos, quistes y coquistes, de protozoarios	Organismos de vida libre; Algas, protozoarios, copéodos rotíferos, nematodos en todos sus

Agua Subterráneo	A 800 m. aguas arriba del puente	patógenos (presencia / ausencia)  Ausencia	estudios larvarios (presencia / ausencia)  Presencia
MÉTODO		DIGESA-AG-PE-01 Detección de protozoos y helmintos parásitos en agua de bebida, basado en SMEWW APHA, AWWA, WEF, Part. 9711B2.b.3). 21 st Edition 2006	DIGESA-AG-PE-01 Detección de protozoos y helmintos parásitos en agua de bebida, basado en SMEWW APHA, AWWA, WEF, Part. 9711B2.b.3). 21 st Edition 2006

Nota: Informe de ensayo N° 019-UMAA-P/2021, 2021

Los resultados de los ensayos parasitológico y organismo de vida libre, se logró evidenciar la ausencia de huevos y larvas helmintos, quistes y coquistes, de protozoarios patógenos y se evidenció presencia en cuanto a los organismos de vida libre; algas, protozoarios, copépodos rotíferos, nematodos en todos sus estudios larvarios.

**Tabla 9**  
*Ensayo Parasitológico y Organismos de vida libre II*

Muestra		Ensayo Parasitológico y Organismos de vida libre	
Matriz	Punto de Muestreo	Huevos y larvas Helmintos, quistes y coquistes, de protozoarios patógenos (presencia / ausencia)	Organismos de vida libre; Algas, protozoarios, copépodos rotíferos, nematodos en todos sus estudios larvarios (presencia / ausencia)
Agua Subterráneo	Pozo artesiano - Captación 1	Ausencia	Presencia
MÉTODO		DIGESA-AG-PE-01 Detección de protozoos y helmintos parásitos en agua de bebida, basado en SMEWW APHA, AWWA, WEF, Part. 9711B2.b.3). 21 st Edition 2006	DIGESA-AG-PE-01 Detección de protozoos y helmintos parásitos en agua de bebida, basado en SMEWW APHA, AWWA, WEF, Part. 9711B2.b.3). 21 st Edition 2006

Nota: Informe de ensayo N° 090-UMAA-P/2021, 2021

Los resultados de los ensayos parasitológico y organismo de vida libre, se logró evidenciar la ausencia de huevos y larvas helmintos, quistes y coquistes, de protozoarios patógenos y se evidenció presencia en cuanto a los organismos de vida libre; algas, protozoarios, copépodos rotíferos, nematodos en todos sus estudios larvarios.

**Tabla 10***Análisis Parasitológico y Organismos de vida libre III*

<b>Muestra</b>		<b>Ensayo Parasitológico y Organismos de vida libre</b>	
Matriz	Punto de Muestreo	Huevos y larvas Helmintos, quistes y coquistes, de protozoarios patógenos (presencia / ausencia)	Organismos de vida libre; Algas, protozoarios, copépodos rotíferos, nematodos en todos sus estudios larvarios (presencia / ausencia)
	Agua Subterráneo	Pozo artesiano - Captación 2	Ausencia Presencia
<b>MÉTODO</b>		DIGESA-AG-PE-01 Detección de protozoos y helmintos parásitos en agua de bebida, basado en SMEWW APHA, AWWA, WEF, Part. 9711B2.b.3). 21 st Edition 2006	DIGESA-AG-PE-01 Detección de protozoos y helmintos parásitos en agua de bebida, basado en SMEWW APHA, AWWA, WEF, Part. 9711B2.b.3). 21 st Edition 2006

Nota: Informe de ensayo N° 091-UMAA-P/2021, 2021

Los resultados de los ensayos parasitológico y organismo de vida libre, se logró evidenciar la ausencia de huevos y larvas helmintos, quistes y coquistes, de protozoarios patógenos y se evidenció presencia en cuanto a los organismos de vida libre; algas, protozoarios, copépodos rotíferos, nematodos en todos sus estudios larvarios.

### **3.1.2 Estudios realizados de la topografía del terreno**

Se realizó el levantamiento topográfico del centro poblado Las Palmas para determinar la topología del centro poblado es decir las cotas existentes en el terreno de fundación. Los resultados que se obtuvieron se comparó con todos los resultados de las investigaciones de cada autor citado en los antecedentes y se pudo observar que en su mayoría coincide en el sistema que se empleó y fue el “Sistema gravitatorio” el cual permitió la reducción de considerable de los costos, a diferencia de Reyes (2019) que se optó por un sistema de bombeo, recordemos que cada realidad de cada zona es diferente por ello existen criterios de diseño que se den considerar.

### **3.1.3 Diseño de los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable el cual inicia con el reservorio, la línea de conducción y culmina en la red de distribución**

Se aprecia en las siguientes tablas el resultado de la simulación hidráulica del sistema de abastecimiento de agua potable:

- **Cálculo de la demanda de agua**

**Tabla 11**

*Cálculo de la demanda de agua*

<b>Datos de cálculo de demanda y volumen de reservorio</b>	
<b>Ubicación</b>	
<b>Localidad</b>	C.C.P.P. Las Palmas
<b>Distrito</b>	Banda de Shilcayo
<b>Provincia</b>	San Martín
<b>Región</b>	San Martín
<b>Datos de población</b>	
<b>Densidad Promedia de vivienda</b>	4 Habitantes/viv.
<b>Tasa anual de crecimiento poblacional</b>	14%
<b>Cobertura de agua potable proyectada</b>	100%
<b>Población de Diseño (2022)</b>	3,253 Habitantes
<b>Población de Diseño Promedio</b>	9,226 Habitantes
<b>Datos de Demanda</b>	
<b>Dotación diaria</b>	150 L/Hab./Día
<b>Caudal promedio anual de la demanda</b>	16.02 L/s
<b>Coefficiente de variación K1</b>	1.3
<b>Caudal máximo diario</b>	20.82 L/s
<b>Coefficiente de variación K2</b>	1.8
<b>Caudal máximo horario</b>	40.04 L/s
<b>Caudal máximo máximum</b>	52.06 L/s
<b>Datos del diseño Hidráulico del Reservorio</b>	
<b>Volumen de Regulación</b>	345.98 m <sup>3</sup>
<b>Volumen de Incendio</b>	-
<b>Volumen de Reserva</b>	172.99 m <sup>3</sup>
<b>Volumen de Alimentación (75%)</b>	518.96 m <sup>3</sup>
<b>Volumen de Alimentación (100%)</b>	691.95 m <sup>3</sup>
<b>Tiempo de Reserva</b>	3 horas
<b>Predimensionamiento del Tanque Circular</b>	
<b>Volumen de diseño</b>	691.95 m <sup>3</sup>
<b>Altura</b>	2.5 m
<b>Radio</b>	9.5 m

En la Tabla 11 se expresa el resumen de todos los resultados relacionados al cálculo de la demanda de agua tales como la población de diseño, dotación diaria, caudal promedio anual de la demanda, coeficiente de variación k1 y k2, caudal máximo horario, volumen

de regulación, volumen de incendio, volumen de reserva, volumen de alimentación (75%), volumen de alimentación (100%) y el predimensionamiento del tanque circular.

- **Simulación hidráulica**

### Reservorio

El reservorio calculado es de 691.95 m<sup>3</sup> al 100% y de 518.96 m<sup>3</sup> al 75%, proponiéndose un reservorio tipo circular asentado en el terreno

Label	Elevation (Base) (m)	Elevation (Minimum) (m)	Elevation (Initial) (m)	Elevation (Maximum) (m)	Diameter (m)	Flow (Out net) (L/s)	Hydraulic Grade (m)
R-1	270.48	270.58	270.68	273.18	9.50	40.73	270.68

*Figura 5.* FlexTable: Tank

En el Anexo 5 se presenta como tentativa de diseño del tanque de reserva (Reservorio) en el plano denominado SH-2.

### Tubería matriz

Es la tubería que inicia desde el reservorio hasta el circuito primario, el resultado de la tubería matriz es de un diámetro de 10" con una velocidad de 0.79m/s y con una longitud de 292.59 metros, se puede divisar en la Tabla 17.

### Línea de distribución

Del modelamiento hidráulico realizado en el programa Watercad considerando los datos establecidos en la Tabla 17, presentamos los siguientes resultados:

#### Para las Tuberías del sistema hidráulico

La presente tabla contiene datos sobre la cantidad de tuberías, longitud de tubería, nodo de inicio, nodo de parada, diámetro, material de la tubería, caudal, velocidad y la gradiente hidráulica.

**Tabla 12**

*FlexTable: Pipe Table (Tabla de Tuberías)*

Label N°	Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (in)	Material	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/m)
78	12.95	J-2	J-1	6.00	P.V.C.	10.07	0.55	0.002
88	14.25	J-6	J-5	2.00	P.V.C.	0.88	0.44	0.004
112	14.81	J-7	J-8	4.00	P.V.C.	5.97	0.74	0.005

107	29.92	J-13	J-14	4.00	P.V.C.	4.63	0.57	0.003
106	36.66	J-15	J-13	6.00	P.V.C.	7.35	0.40	0.001
104	38.52	J-16	J-17	10.00	P.V.C.	22.10	0.44	0.001
63	42.53	J-18	J-19	1.00	P.V.C.	0.61	1.21	0.066
73	50.74	J-20	J-21	1.00	P.V.C.	0.46	0.91	0.039
118	54.78	J-22	J-23	2.00	P.V.C.	0.36	0.18	0.001
92	55.15	J-24	J-8	8.00	P.V.C.	18.68	0.58	0.001
100	55.85	J-4	J-15	6.00	P.V.C.	6.02	0.33	0.001
80	57.03	J-26	J-25	4.00	P.V.C.	2.81	0.35	0.001
105	58.97	J-28	J-27	0.75	P.V.C.	0.11	0.38	0.011
31	59.44	J-30	J-29	8.00	P.V.C.	17.99	0.55	0.001
84	63.44	J-31	J-32	0.75	P.V.C.	0.12	0.41	0.013
64	65.13	J-33	J-20	2.00	P.V.C.	1.07	0.53	0.006
116	70.44	J-34	J-35	0.75	P.V.C.	0.41	1.44	0.128
109	70.44	J-36	J-37	0.75	P.V.C.	0.44	1.55	0.146
102	74.15	J-13	J-38	1.50	P.V.C.	0.39	0.34	0.004
89	75.07	J-6	J-9	2.00	P.V.C.	0.61	0.30	0.002
60	77.27	J-39	J-40	2.00	P.V.C.	0.74	0.37	0.003
55	78.16	J-5	J-41	1.00	P.V.C.	0.30	0.60	0.018
90	84.73	J-21	J-12	0.50	P.V.C.	0.05	0.41	0.020
114	95.23	J-20	J-19	1.00	P.V.C.	0.21	0.42	0.009
58	93.14	J-42	J-22	2.50	P.V.C.	1.41	0.45	0.004
72	94.69	J-43	J-44	6.00	P.V.C.	6.70	0.37	0.001
61	95.31	J-39	J-45	2.00	P.V.C.	0.73	0.36	0.003
65	96.29	J-18	J-46	1.00	P.V.C.	0.21	0.42	0.009
41	96.62	J-47	J-48	2.50	P.V.C.	1.55	0.49	0.004
70	96.89	J-43	J-39	2.00	P.V.C.	1.20	0.59	0.008
69	97.37	J-45	J-49	2.00	P.V.C.	0.99	0.49	0.006
103	97.85	J-16	J-50	8.00	P.V.C.	17.68	0.55	0.001
94	98.54	J-40	J-49	6.00	P.V.C.	18.66	1.02	0.006
68	100.23	J-44	J-45	2.00	P.V.C.	1.35	0.66	0.010
87	101.79	J-5	J-51	1.00	P.V.C.	0.22	0.44	0.010
30	103.12	J-29	J-7	6.00	P.V.C.	7.04	0.39	0.001
66	104.86	J-31	J-18	2.00	P.V.C.	1.22	0.60	0.008
71	105.84	J-42	J-43	6.00	P.V.C.	8.45	0.46	0.001
75	106.70	J-52	J-2	6.00	P.V.C.	10.54	0.58	0.002
59	106.79	J-22	J-39	2.00	P.V.C.	0.98	0.48	0.005
40	107.16	J-48	J-53	1.00	P.V.C.	0.20	0.39	0.008
93	110.31	J-23	J-40	6.00	P.V.C.	20.34	1.12	0.007
34	110.32	J-54	J-47	2.50	P.V.C.	1.10	0.35	0.002
83	110.87	J-19	J-12	1.00	P.V.C.	0.37	0.72	0.025
74	111.05	J-2	J-21	0.50	P.V.C.	0.04	0.35	0.015
56	111.81	J-38	J-41	0.50	P.V.C.	0.05	0.37	0.017
53	112.57	J-13	J-6	2.50	P.V.C.	1.86	0.59	0.006
98	113.50	J-52	J-3	2.00	P.V.C.	0.73	0.36	0.003
57	115.73	J-29	J-42	8.00	P.V.C.	10.44	0.32	0.001
52	116.01	J-3	J-10	1.00	P.V.C.	0.29	0.56	0.016
51	116.94	J-55	J-10	1.00	P.V.C.	0.20	0.39	0.008
48	119.62	J-52	J-55	2.00	P.V.C.	1.40	0.69	0.010
86	120.17	J-9	J-51	1.00	P.V.C.	0.19	0.38	0.008
28	122.11	J-30	J-24	4.00	P.V.C.	3.01	0.37	0.001

81	122.49	J-31	J-11	4.00	P.V.C.	2.63	0.32	0.001
111	124.19	J-7	J-22	2.00	P.V.C.	0.62	0.31	0.002
47	124.34	J-33	J-56	2.00	P.V.C.	0.96	0.47	0.005
37	126.14	J-54	J-57	1.00	P.V.C.	0.23	0.46	0.011
101	128.03	J-8	J-23	8.00	P.V.C.	22.01	0.68	0.002
96	128.23	J-46	J-33	6.00	P.V.C.	16.46	0.90	0.005
44	128.26	J-48	J-58	2.50	P.V.C.	1.98	0.63	0.007
42	128.48	J-46	J-58	1.00	P.V.C.	0.16	0.32	0.006
95	130.20	J-49	J-46	6.00	P.V.C.	17.31	0.95	0.005
45	130.61	J-58	J-56	2.00	P.V.C.	0.85	0.42	0.004
35	131.22	J-47	J-59	1.00	P.V.C.	0.24	0.48	0.012
62	131.46	J-45	J-18	1.50	P.V.C.	0.30	0.26	0.002
77	132.24	J-1	J-26	6.00	P.V.C.	9.80	0.54	0.002
67	132.82	J-44	J-31	4.00	P.V.C.	4.75	0.59	0.003
76	133.15	J-26	J-4	6.00	P.V.C.	6.39	0.35	0.001
39	133.78	J-49	J-48	2.50	P.V.C.	1.49	0.47	0.004
113	139.70	J-28	J-54	2.00	P.V.C.	1.16	0.57	0.007
79	140.30	J-25	J-15	4.00	P.V.C.	1.77	0.22	0.001
50	146.64	J-56	J-55	1.00	P.V.C.	0.19	0.37	0.007
97	147.34	J-33	J-52	6.00	P.V.C.	13.58	0.74	0.003
38	156.56	J-40	J-47	2.50	P.V.C.	1.61	0.51	0.005
43	156.85	J-58	J-60	0.75	P.V.C.	0.29	1.02	0.067
108	159.98	J-37	J-35	0.75	P.V.C.	0.02	0.05	0.000
110	159.98	J-36	J-34	0.75	P.V.C.	0.09	0.33	0.008
36	164.39	J-23	J-54	2.00	P.V.C.	1.17	0.58	0.007
91	172.20	J-50	J-24	8.00	P.V.C.	16.32	0.50	0.001
33	172.23	J-8	J-28	3.00	P.V.C.	1.96	0.43	0.003
49	184.51	J-55	J-61	1.50	P.V.C.	0.34	0.30	0.003
29	187.45	J-17	J-30	10.00	P.V.C.	21.69	0.43	0.001
2	232.88	J-50	J-62	1.50	P.V.C.	0.43	0.38	0.005
46	234.43	J-56	J-63	1.00	P.V.C.	0.43	0.86	0.035
85	332.21	J-14	J-36	2.00	P.V.C.	1.58	0.78	0.013
117	816.73	J-11	J-25	2.00	P.V.C.	0.83	0.41	0.004
115	442.50	J-14	J-34	2.00	P.V.C.	1.56	0.77	0.013
104	292.59	R-1	J-16	10.00	P.V.C.	40.04	0.79	0.002

a. Velocidades

Se muestra los resultados de las velocidades obtenidas en el modelamiento hidráulico del centro poblado Las Palmas:

Intervalo de velocidades en m.c.a	Clase	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa (%)	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa acumulada (%)
(i)	(Xi)	(fi)	(hi)	(Fi)	(Hi)
[0-0.25]	0.125	3	3.41%	3	3.41%
[0.25-0.60]	0.300	64	72.73%	67	76.14%
[0.60-3.00]	1.500	21	23.86%	88	100.00%

Figura 6. Resumen de velocidades

En base al modelamiento hidráulico las velocidades de flujo están representadas en los siguientes rangos, el primero está entre el rango de 0 - 0.25 que simboliza 3.41%, el segundo rango esta entre 0.25 - 0.50 que simboliza el 72.73 % y el tercer rango esta entre 0.5 – 3.00 que simboliza el 23.86 % de los datos obtenidos. La frecuencia absoluta nos explica la cantidad de tuberías que se encuentran en este rango, tuberías obtenidas de la simulación hidráulica, datos relacionados a velocidad del flujo, teniendo como resultado que en casi su totalidad se encuentran según la normativa vigente.

Para los Nodos del sistema hidráulico

La presente tabla contiene datos tales como el número del nodo, elevación, caudal, gradiente hidráulica y la Presión.

**Tabla 13**

*FlexTable: Junction Table*

Label	Elevation (m)	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (mm H2O)	Label	Elevation (m)	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (mm H2O)
J-1	252.20	0.27	266.05	13,823.76	J-33	247.10	0.86	266.78	19,640.09
J-2	252.09	0.43	266.07	13,957.04	J-34	246.52	1.25	259.89	13,342.36
J-3	250.22	0.45	265.94	15,681.96	J-35	243.13	0.43	250.90	7,757.08
J-4	250.12	0.37	265.70	15,546.76	J-36	246.52	1.04	261.22	14,669.68
J-5	245.83	0.36	264.89	19,021.71	J-37	246.13	0.43	250.95	4,807.08
J-6	244.99	0.37	264.95	19,915.91	J-38	249.49	0.34	265.32	15,804.25
J-7	255.57	0.45	269.75	14,155.09	J-39	255.70	0.70	268.90	13,174.76
J-8	255.38	0.69	269.68	14,265.46	J-40	250.00	0.82	268.65	18,611.51
J-9	241.60	0.41	264.78	23,142.59	J-41	249.38	0.35	263.48	14,067.45
J-10	241.41	0.48	264.09	22,625.17	J-42	259.07	0.58	269.80	10,706.28
J-11	251.70	1.79	268.97	17,240.35	J-43	258.36	0.55	269.65	11,267.92
J-12	252.25	0.42	262.69	10,417.37	J-44	258.36	0.61	269.57	11,183.42
J-13	245.79	0.47	265.62	19,784.46	J-45	257.63	0.79	268.60	10,948.79
J-14	246.82	1.49	265.52	18,668.08	J-46	251.23	0.89	267.39	16,125.56
J-15	246.64	0.43	265.66	18,981.61	J-47	246.86	0.92	267.94	21,036.52
J-16	264.74	0.25	270.08	5,335.23	J-48	246.47	0.86	267.53	21,021.48
J-17	264.74	0.42	270.06	5,307.46	J-49	249.06	0.85	268.06	18,968.31
J-18	252.37	0.69	268.27	15,876.42	J-50	260.41	0.93	269.95	9,522.73
J-19	251.69	0.46	265.48	13,767.69	J-51	242.71	0.41	263.88	21,128.57
J-20	248.92	0.39	266.37	17,414.39	J-52	249.67	0.90	266.29	16,586.68
J-21	248.38	0.46	264.38	15,967.82	J-53	243.37	0.20	266.66	23,246.19
J-22	256.21	0.70	269.47	13,233.00	J-54	249.25	1.00	268.19	18,904.76
J-23	255.51	0.85	269.42	13,878.51	J-55	241.18	1.05	265.05	23,820.79
J-24	257.90	0.65	269.76	11,829.56	J-56	243.29	1.18	266.14	22,807.92
J-25	253.54	1.88	265.73	12,172.05	J-57	250.00	0.23	266.80	16,765.30
J-26	254.42	0.60	265.81	11,369.53	J-58	246.28	1.01	266.68	20,357.05
J-27	250.59	0.11	268.57	17,947.61	J-59	248.57	0.24	266.39	17,781.79
J-28	251.12	0.69	269.21	18,061.03	J-60	240.00	0.29	256.17	16,139.65
J-29	259.15	0.52	269.85	10,679.39	J-61	244.92	0.34	264.48	19,515.16

J-30	258.68	0.68	269.94	11,234.55	J-62	258.24	0.43	268.85	10,581.88
J-31	258.36	0.78	269.11	10,731.54	J-63	240.00	0.43	258.00	17,968.70
J-32	258.38	0.12	268.32	9,919.50					

#### b. Presiones

Se muestra los resultados de las presiones obtenidas en el modelamiento hidráulico del centro poblado Las Palmas:

**Tabla 14**

*Resumen de presiones*

Intervalo de presiones en m.c.a	Clase	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa (%)	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa acumulada (%)
(i)	(Xi)	(fi)	(hi)	(Fi)	(Hi)
	5	6	9.52%	6	9.52%
[0-10]					
[10-20]	15	48	76.19%	54	85.71%
[20-30]	25	9	14.29%	63	100.00%

En la Tabla 14, se divisa que la mayor incidencia de la presión ejercida en las tuberías está entre el rango de 10 a 20 metros de columna de agua con un total de 48 nodos, la menor incidencia de la presión ejercida se encuentra entre el rango de 0 a 10 metros de columna de agua con un total de 6 nodos y al finalmente cuando la presión se encuentra entre el rango de 20 a 30 metros de columna de agua con un total de 9 nodos, teniendo como resultado que en casi su totalidad los nodos de la simulación hidráulica se encuentran según la normativa vigente.

#### 3.1.4 Elaboración de planos de los componentes del sistema de agua potable.

De los resultados se obtuvo en el estudio de topografía y en la simulación hidráulica elaborando los planos respectivos (ver anexo 5) tales como:

- ✓ Plano de ubicación y localización
- ✓ Plano de topografía
- ✓ Plano de lotización
- ✓ Plano de Simulación hidráulica

#### Comparación de los resultados

- Comparación del análisis de agua

### a) Comparación del análisis fisicoquímico

Los resultados de los ensayos fisicoquímicos obtenidos de las dos muestras recolectadas de los pozos se compararon con resultados de las investigaciones de cada autor citado en los antecedentes y se obtuvo lo siguiente:

**Tabla 15**

*Cuadro comparativo de los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico*

#### **Cuadro comparativo de los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico**

	Resultados del análisis fisicoquímico	
Céspedes (2016)	No aplica	
	No aplica	
	pH	7,8
	Alcalinidad Total	No aplica
Reyes (2019)	Ppm HCO <sub>3</sub>	
	Dureza Total Ppm CaCO <sub>3</sub>	502
	Turbiedad UNT	0,33
Alayo Ruiz & Espinoza	No aplica	
Orosco (2016)	No aplica	
Diaz Malpartida & Vargas	No aplica	
Partor (2015)	No aplica	
Chuquicondor Arroyo (2019)	No aplica	
	No aplica	
Frisancho (2018)	No aplica	
	No aplica	
Torres López (2019)	No aplica	
	No aplica	

Análisis: Se observó que Reyes (2019) fue el único autor que se tomó en consideración el análisis fisicoquímico el cual podemos resumir que ambas son aptas para consumo humano, no obstante ambas se deben pasar por cloración para que se cumpla con los parámetros mínimos establecidos en el reglamento vigente, los resultados son diferentes en ambos estudios ya que están en base a diferentes parámetros ambientales, por ello se consideró realizar los ensayos de control de calidad por ser de vital importancia porque de ello depende la calidad de vida del poblador beneficiado.

### b) Comparación de los resultados obtenidos del análisis bacteriológico

Los resultados de los ensayos bacteriológicos obtenidos de las cuatro muestras recolectadas de los pozos se compararon con resultados de las investigaciones de cada autor citado en los antecedentes y se obtuvo lo siguiente:

**Tabla 16**

*Cuadro comparativo de los resultados obtenidos del análisis bacteriológico*

	Resultados del análisis bacteriológico
Céspedes (2016)	No aplica
	No aplica
	No aplica
Reyes (2019)	No aplica
	No aplica
Alayo Ruiz & Espinoza Orosco (2016)	No aplica
	No aplica
Diaz Malpartida & Vargas Partor (2015)	No aplica
	No aplica
Chuquicondor Arroyo (2019)	No aplica
	No aplica
Frisancho (2018)	No aplica
	No aplica
Torres López (2019)	No aplica
	No aplica

Análisis: Después de realizar las comparaciones de los resultados de las investigaciones de cada autor citado en los antecedentes, se observó que solo esta investigación de tesis realizó el estudio bacteriológico, resultando que el agua estudiada es apta para consumo humano, sólo se debe pasar por cloración para que se cumpla con los parámetros mínimos establecidos en el reglamento vigente, por ello se debe consideró realizar los ensayos de control de calidad por ser de vital importancia porque de ello depende la calidad de vida del poblador beneficiado.

### c) Comparación de los resultados obtenidos del análisis parasitológico y organismos de vida libre

Los resultados de los ensayos de análisis parasitológico y organismos de vida libre obtenidos de las tres muestras recolectadas de los pozos se compararon con resultados de las investigaciones de cada autor citado en los antecedentes y se obtuvo lo siguiente:

**Tabla 17**

*Cuadro comparativo de los resultados obtenidos de análisis parasitológico y organismos de vida libre.*

<b>Cuadro comparativo de los resultados obtenidos de análisis parasitológico y organismos de vida libre</b>	
	Resultados del análisis parasitológico y organismos de vida libre
Céspedes (2016)	No aplica
	No aplica
Reyes (2019)	No aplica
	No aplica
Alayo Ruiz & Espinoza	No aplica
Orosco (2016)	No aplica
Diaz Malpartida & Vargas Partor (2015)	No aplica
Chuquicondor Arroyo (2019)	No aplica
	No aplica
Frisancho (2018)	No aplica
	No aplica
Torres López (2019)	No aplica
	No aplica

Análisis: Después de realizar las comparaciones de los resultados de las investigaciones de cada autor citado en los antecedentes, se observó que solo esta investigación de tesis realizó el análisis parasitológico y organismos de vida libre, resulta que el agua estudiada es apta para consumo humano, sólo se debe pasar por cloración para que se cumpla con los parámetros mínimos establecidos en el reglamento vigente, por ello se debe considerar realizar los ensayos de control de calidad por ser de vital importancia porque de ello depende la calidad de vida del poblador beneficiado.

- **Comparación de los resultados obtenidos de los estudios topográficos**

Los resultados del estudio topográfico obtenido se compararon con resultados de las investigaciones de cada autor citado en los antecedentes y se obtuvo lo siguiente:

**Tabla 18**

*Cuadro comparativo de los resultados del estudio de topografía – sistema empleado*

<b>Cuadro comparativo de los resultados del estudio de topografía</b>	
Céspedes (2016)	Sistema gravitatorio
Reyes (2019)	Sistema por bombeo
Alayo Ruiz & Espinoza Orosco (2016)	Sistema gravitatorio
Díaz Malpartida & Vargas Partor (2015)	Sistema gravitatorio
Chuquicondor Arroyo (2019)	Sistema gravitatorio
Frisancho (2018)	Sistema gravitatorio
Torres López (2019)	Sistema por bombeo

Análisis: Después de realizar las comparaciones de los resultados de las investigaciones de cada autor citado en los antecedentes, se observó que solo Reyes (2019) optó por un sistema de bombeo acorde a las características físicas del terreno en el que está ubicado la localidad beneficiaria, los demás estudios optaron por un sistema más económico denominado sistema gravitatorio para llevar agua de un punto a otro empleando la gravedad.

**Comparación de los resultados obtenidos del diseño de los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable el cual inicia con el reservorio, la línea de conducción y culmina en la red de distribución**

- **Comparación de resultados obtenidos del cálculo de la demanda de agua:**

Los resultados obtenidos del cálculo de la demanda de agua potable se compararon con resultados de las investigaciones de cada autor citado en los antecedentes y se obtuvo lo siguiente:

**Tabla 19**

*Comparación de los resultados obtenidos del caudal de la demanda*

	Datos de cálculo de demanda		
	Población de Diseño Promedio	Caudal máximo horario	Caudal máximo máximum
Bardales (2022)	9226 hab.	40,04 l/seg	52,06 l/seg
Céspedes (2016)	766 hab.	1,66 l/seg	3,99 l/seg
Reyes (2019)	475 hab.	2,40 l/seg	No aplica

Alayo Ruiz & Espinoza Orosco (2016)	10 099 hab.	42,08 l/seg	No aplica
Diaz Malpartida & Vargas Partor (2015)	185 hab.	6,61 l/seg	No aplica
Chuquicondor Arroyo (2019)	187 hab.	0,35 l/seg	No aplica
Frisancho (2018)	977 hab.	2,72 l/seg	No aplica
Torres López (2019)	192 hab.	1,92 l/seg	No aplica

Análisis: Después de realizar las comparaciones con todos los resultados de las investigaciones de cada autor citado en los antecedentes, se observó que son distintos; esto se debe a que la realidad de cada lugar es diferente, empezando por la población de diseño ya que mientras más pobladores sean beneficiados con este proyecto el consumo de agua potable aumentará considerablemente y con ello el caudal de consumo.

- **Comparación de los resultados obtenidos de la simulación hidráulica:**

Los resultados obtenidos de la simulación hidráulica se compararon con resultados de las investigaciones de cada autor citado en los antecedentes y se obtuvo lo siguiente:

**Tabla 20**

*Comparación de los resultados obtenidos de la simulación hidráulica*

<b>Resultados obtenidos de la simulación hidráulica</b>					
	Reservorio	Tubería matriz	Línea de distribución	Velocidades (m/s) y caudal (m <sup>3</sup> /s)	Presiones
Céspedes (2016)	300 m <sup>3</sup>	φ= 83mm	φ min= 22mm	v min= 0,29 v max= 1,07	P min = 1,00 m
		L=359,76 m.	φ max = 83mm	Q min= 0,17 Q max=2,85	P max = 28,40 m
Reyes (2019)	20 m <sup>3</sup>	φ= 50,8mm	φ min= 25,40mm	v min= 0,01 v max= 0,91	P min = 11,00 m
		L=40 m.	φ max = 50,80mm	Q min= 0,025 Q max=1,840	P max = 24,00 m
Alayo Ruiz & Espinoza Orosco (2016)	455 m <sup>3</sup>	φ= 8"	φ min= 2"	v min= 0,01 v max= 1,402	P min = 16,00 m
		L=13048 m.	φ max = 8"	Q min= 0,03 Q max=42,282	P max = 30,00 m

Diaz Malpartida & Vargas Partor (2015)	7 m <sup>3</sup>	$\phi = 1\ 1/2''$ L=1257 m.	$\phi\ \text{min} = 3/4''$ $\phi\ \text{max} = 1\ 1/2''$	v min= 0,57 v max= 1,402 Q min= 0,162 Q max= 0,471	P min = 6,12 m P max = 57,45 m
Chuquicondor Arroyo (2019)	5 m <sup>3</sup>	$\phi = 1''$ L=76 m.	$\phi\ \text{min} = 3/4''$ $\phi\ \text{max} = 1''$	No divisa No divisa Q min= 0,014 Q max= 0,892	P min = 11,00 m P max = 37,00 m
Frisancho (2018)	45 m <sup>3</sup>	$\phi = 83,40$ mm L=126,70 m.	$\phi\ \text{min} = 33$ mm $\phi\ \text{max} = 83,40$ mm	v min= 0,01 v max= 1,02 Q min= 0,025 Q max= 2,72	P min = 15,82 m P max = 42,22 m
Torres López (2019)	23 m <sup>3</sup>	$\phi = 90,00$ mm L=126,70 m.	$\phi\ \text{min} = 73,6$ mm $\phi\ \text{max} = 90,00$ mm	v min= 0,01 v max= 1,02 Q min= 0,025 Q max= 2,72	P min = 13,14 m P max = 47,86 m

Análisis: Después de realizar las comparaciones con todos los resultados de las investigaciones de cada autor citado en los antecedentes, se observó que son distintos; en relación al diámetro de la tubería matriz, diámetro de la tubería secundaria, de las velocidades y caudal que conduce la red de distribución, de las presiones en cada nudo; estose debe a que la realidad de cada lugar es diferente, esto se debe a que mientras más pobladores sean beneficiados con este proyecto el consumo de agua potable aumentará considerablemente afectando a todas las variables mencionadas anteriormente. De todos los investigadores a excepción de mi persona solo Reyes (2019) realizó algunos ensayos relacionados a la calidad del agua por ello espero que para el investigador que lea considere realizar los ensayos de control de calidad por ser de vital importancia porque de ello depende la calidad de vida del poblador beneficiado.

### **Comparación de los resultados obtenidos en la elaboración de planos de los componentes del sistema de agua potable.**

Se comparó los resultados de cada autor citado en los antecedentes y se observó que la mayoría coincide en los títulos descrito en los planos, sin embargo, en el contenido de cada uno varía debido a que la realidad de cada lugar es diferente y dependiendo básicamente a la cantidad de población proyectada y a la cantidad de agua que se tiene de la fuente para realizar todo el proceso de la simulación hidráulica para luego plasmarlos en cada plano.

### **3.2 Discusión de los resultados**

Los resultados obtenidos en esta investigación, nos menciona que el agua empleada para abastecer a la población es apta para el consumo humano sin embargo en todas las muestras extraídas se presenciaron bacterias coliformes totales, termotolerantes y E. coli, y en los ensayos Parasitológico y Organismos de vida libre tales como; Algas, protozoarios, copépodos rotíferos, nematodos en todos sus estudios larvarios situación preocupante, por lo cual se deben tomar medidas urgentes. En relación al modelamiento hidráulico con el fin de realizar mejoras, se indicó que el diseño hidráulico a emplearse es un sistema convencional porque funciona gravitatoriamente, la cual se cumplió casi en su totalidad con los requerimientos de las velocidades y presiones exigidos en normativa vigente (R.N.E.), mejorando el trazo actual.

En la investigación de Reyes (2019), se planteó la optimización del diseño y la construcción de este servicio de abastecimiento de agua potable empleando un sistema de bombeo y luego gravitatorio, no se realizó ensayos del control de calidad del agua, sin embargo, se ejecutó el modelamiento hidráulico y se escogió el diseño más optimizado el cual inicio con tubería PVC de diámetro de 50,80 mm para las líneas de aducción y diámetros de 25,40 mm para las acometidas, con ello se obtuvo resultados de velocidades y presiones por debajo de lo establecido en las normas vigentes; en la presente investigación se empleó sólo el sistema gravitatorio para el abastecimiento de agua potable, ejecutando así la simulación hidráulica y se logró obtener tuberías de PVC con diámetros de 254 mm para líneas de conducción y para redes de distribución de 12,70 mm; se obtuvo resultados diferentes en referencia a las líneas de conducción y en las redes de distribución debido a que el caudal de diseño que se empleó en la modelación hidráulica son diferentes.

Céspedes (2016), en su investigación planteó realizar un diseño de la red de abastecimiento de agua potabilizada que esté funcionando al 100% todo su periodo de diseño (comúnmente conocido en la ingeniería como “Diseño optimizado”) empleando un sistema gravitatorio de abastecimiento de agua, se realizaron ensayos de análisis fisicoquímico y se determinó que el agua a emplearse en el abastecimiento es apta para el consumo humano, luego se ejecutó el modelamiento hidráulico y se escogió el diseño más optimizado el cual inicio con tubería PVC de diámetro de 83 mm para las líneas de conducción y diámetros de 22 mm para las acometidas, con ello se obtuvo resultados de velocidades y presiones dentro del rango de lo establecido en las normas vigentes; sin embargo en la presente investigación se empleó sólo el sistema gravitatorio para el abastecimiento de agua potable, logrando obtener tuberías de PVC con diámetros de 254 mm para líneas de conducción y para redes de distribución de 12,70 mm; se obtuvo similares resultados en el sistema de abastecimiento de agua potable por ser lo más económico y viable, se obtuvo resultados diferentes en referencia a las líneas de conducción y en las redes de distribución debido a que el caudal de diseño que se empleó en la modelación hidráulica son diferentes.

Chuquicondor (2019), en su investigación planteó efectuar el diseño de la simulación hidráulica para el abastecimiento de agua potable en el Caserío Alto Huayabo empleando un sistema gravitatorio de abastecimiento de agua, no se realizó ensayos del control de calidad del agua, sin embargo, sin embargo se ejecutó el modelamiento hidráulico y se escogió el diseño más optimizado el cual inicio con tubería PVC de diámetro de 25.40 mm para las líneas de conducción y diámetros de 19.05 mm para las acometidas, con ello se obtuvo resultados de velocidades y presiones dentro del rango de lo establecido en las normas vigentes. Es así que en la investigación realizada se empleó el sistema gravitatorio para el abastecimiento de agua potable, logrando obtener tuberías de PVC con diámetros de 254 mm para líneas de conducción y para redes de distribución de 12,70 mm; se obtuvo distintos resultados en el sistema de abastecimiento de agua potable por ser lo más económico y viable, así se obtuvo resultados diferentes en referencia a las líneas de conducción y en las redes de distribución debido a que el caudal de diseño que se empleó en la modelación hidráulica son diferentes.

Alayo & Espinoza (2016), en su investigación realizó el diseño de la simulación hidráulica para el abastecimiento de agua potable empleando un sistema gravitatorio de abastecimiento de agua, no se realizó ensayos del control de calidad del agua,

sin embargo, se ejecutó el modelamiento hidráulico y se escogió el diseño más optimizado el cual inicio con tubería PVC de diámetro de 254 mm, 152 mm y de 101.60 mm para las líneas de conducción y diámetros de 50.80 mm para las acometidas, con ello se obtuvo resultados de velocidades y presiones dentro del rango de lo establecido en las normas vigentes. Es así que en la investigación realizada se empleó sólo el sistema gravitatorio para el abastecimiento de agua potable, se logró obtener tuberías de PVC con diámetros de 254 mm para líneas de conducción y para redes de distribución de 12,70 mm; se obtuvieron resultados similares en el sistema de abastecimiento de agua potable por ser lo más económico y viable, obteniendo resultados diferentes en referencia a las líneas de conducción y en las redes de distribución debido a que el caudal de diseño que se empleó en la modelación hidráulica son diferentes.

Ademas Diaz & Vargas (2015), en su investigación planteó efectuar el diseño de la simulación hidráulica para el abastecimiento de agua potable empleando un sistema gravitatorio de abastecimiento de agua, no se realizó ensayos del control de calidad del agua, sin embargo, se ejecutó el modelamiento hidráulico y se escogió el diseño más optimizado el cual inicio con tubería PVC de diámetro de 38.10 mm para las líneas de conducción y diámetros de 19.05 mm para las acometidas, con ello se obtuvo resultados de velocidades y presiones dentro del rango de lo establecido en las normas vigentes. En la presente investigación realizada se empleó sólo el sistema gravitatorio para el abastecimiento de agua potable, se logró obtener tuberías de PVC con diámetros de 254 mm para líneas de conducción y para redes de distribución de 12,70 mm; se obtuvo resultados similares en el sistema de abastecimiento de agua potable por ser lo más económico y viable, además se tuvo como resultados diferentes en referencia a las líneas de conducción y en las redes de distribución debido a que el caudal de diseño que se empleó en la modelación hidráulica son diferentes.

Torres (2019), en su investigación planteó la optimización del diseño y la construcción de este servicio de abastecimiento de agua potable empleando un sistema de bombeo y luego gravitatorio, no se realizó ensayos del control de calidad del agua, sin embargo, se ejecutó el modelamiento hidráulico y se escogió el diseño más optimizado el cual inicio con tubería PVC de diámetro de 90 mm para las líneas de aducción, conducción y diámetros de 12.70 mm para las acometidas, con ello se obtuvo resultados de velocidades y presiones por debajo de lo establecido en las normas vigentes; en la presente investigación se empleó sólo el sistema gravitatorio para el abastecimiento de agua potable,

se ejecutó la simulación hidráulica y se logró obtener tuberías de PVC con diámetros de 254 mm para líneas de conducción y para redes de distribución de 12,70 mm; se obtuvo resultados diferentes en referencia a las líneas de conducción y en las redes de distribución debido a que el caudal de diseño que se empleó en la modelación hidráulica son diferentes.

Frisancho (2018), en su investigación efectuó el diseño de la simulación hidráulica para el abastecimiento de agua potable empleando un sistema gravitatorio de abastecimiento de agua, sin embargo no se realizó ensayos del control de calidad del agua, solo se logró ejecutar el modelamiento hidráulico y se escogió el diseño más optimizado el cual inicio con tubería PVC de diámetro de 83.40 mm para las líneas de conducción y diámetros de 33 mm para las acometidas, con ello se obtuvo resultados de velocidades y presiones dentro del rango de lo establecido en las normas vigentes. Es así que en la investigación realizada se empleó sólo el sistema gravitatorio para el abastecimiento de agua potable, logrando obtener tuberías de PVC con diámetros de 254 mm para líneas de conducción y para redes de distribución de 12,7 mm; se obtuvo resultados similares en el sistema de abastecimiento de agua potable por ser lo más económico y viable, y resultados diferentes en referencia a las líneas de conducción y en las redes de distribución debido a que el caudal de diseño que se empleó en la modelación hidráulica son diferentes.

### **3.3 Contrastación de la hipótesis**

La prueba estadística desarrollada para validar los resultados obtenidos de programa Watercad en la simulación hidráulica, correspondientes a las velocidades y presiones que el agua ejerce en el interior de la tubería (Diámetro), se realizó por medio de la prueba estadística de capability sixpack para la variable que tienen parámetros específicos (Límite superior y límite inferior), con una  $\alpha = 5\%$  usando un software estadístico (Minitab 18).

#### **Hipótesis de la investigación**

Hipótesis nula (Ho):  **$H_0: \mu\bar{d} = 0$**

H0: “No es posible que, si al realizar el diseño y determinación del sistema de hidráulico de abastecimiento de agua potable del centro poblado de Las Palmas mejore la calidad de vida de los pobladores”.

Hipótesis alterna (H1):  **$H1: \mu d \neq 0$**

H1: “Es posible que, si al realizar el diseño y determinación del sistema de hidráulico de abastecimiento de agua potable del centro poblado de Las Palmas mejore la calidad de vida de los pobladores”.

### **Regla de decisión**

Si el Valor p (Sig)  $\geq 0,05$  se acepta la hipótesis nula (Ho).

Si el Valor p (Sig)  $< 0,05$  se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna (H1)

Obtención de la significancia (p) por parámetros:

Para un nivel de significación de  $\alpha = 5\% = 0,05$  y un nivel de confianza:  $1 - \alpha = 95\% = 0,95$  tenemos las siguientes pruebas estadísticas:

## Análisis estadístico de la capacidad del proceso en la simulación hidráulica

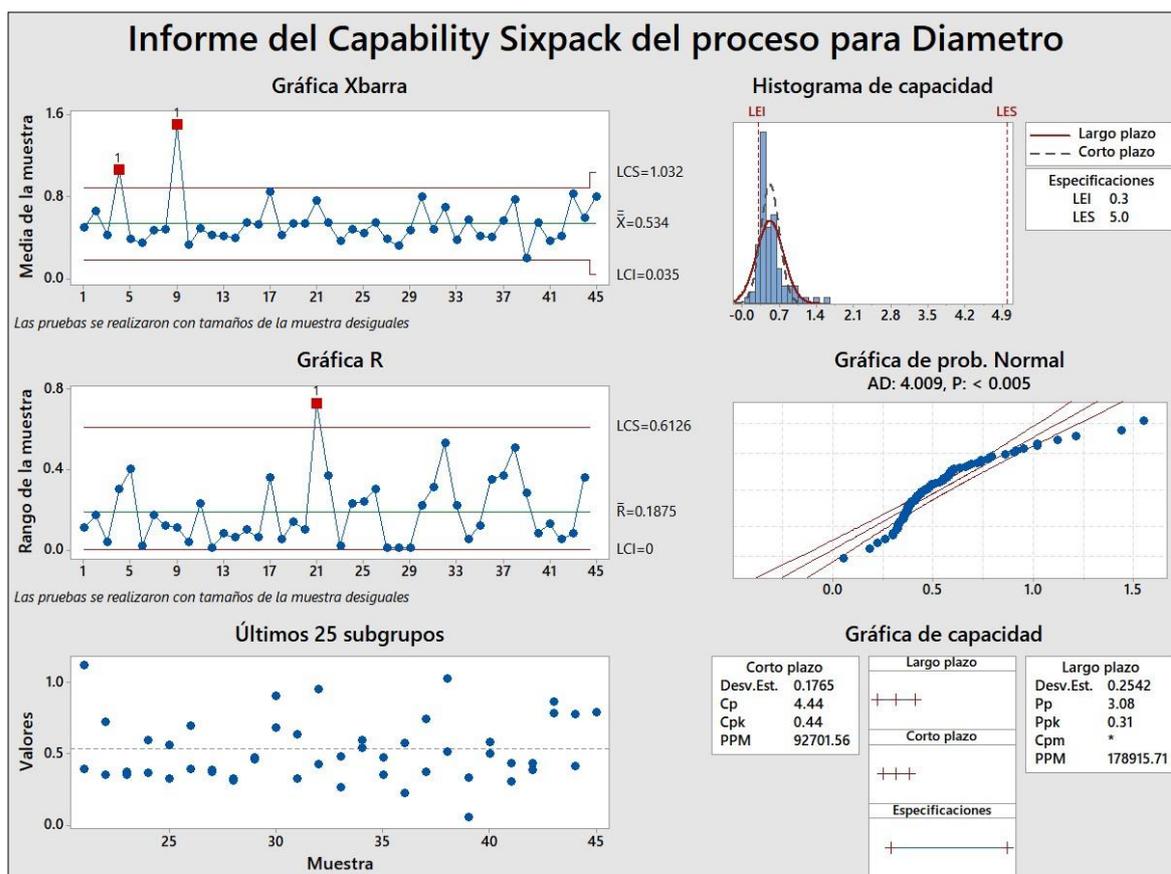


Figura 7: Análisis estadístico de la capacidad del proceso en la simulación hidráulica

### Interpretación:

Se observa que el valor  $p$  ( $<0,005$ )  $<$  valor de significancia (0,05), por lo tanto se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_1$ ; Es decir que la simulación hidráulica realizada es un diseño óptimo para el sistema de abastecimiento de agua potable que se plantea en la presente investigación, deduciendo de la evidencia estadísticas se pudo afirmar que los valores obtenidos en las tuberías con determinado diámetros están dentro de los parámetros establecidos en la norma vigente, así mismo demostrando que el diseño del sistema hidráulico de abastecimiento de agua potable para el centro poblado de Las Palmas es un diseño óptimo.

## CONCLUSIONES

- En los análisis efectuados para el control de calidad del agua potable se obtuvo que el agua empleada es apta para el consumo humano, en referencia a los ensayos fisicoquímicos se obtuvo que los parámetros están dentro de los límites establecidos por la normativa vigente, en referencia a los ensayos bacteriológico que los parámetros no están dentro de los límites establecidos por la normativa vigente, en referencia a los ensayos parasitológico y organismos de vida libre en su mayoría no están dentro de los límites establecidos por la normativa vigente
- Al realizarse el estudio topográfico se pudo determinar la pendiente de diseño o la gradiente hidráulico obtenida de las cotas del terreno.
- En el modelamiento hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable planteado es el más óptimo, obteniendo redes de distribución de diámetro nominal mínimo de 2 pulgadas y en las redes secundarias la cual se obtuvo líneas de diámetro nominal mínimo de ½ pulgada ambas de material HDPE.
- En el modelamiento hidráulico realizado al sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Las Palmas se logró un eficiente funcionamiento en las redes de distribución proyectando tener presiones y velocidades en su mayoría dentro de los rangos establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones.
- De acuerdo a la “Redes de distribución de agua para consumo humano” la presión estática en cualquier punto de la red no deberá ser mayor de 50 m H<sub>2</sub>O; por lo tanto, al revisar la presión máxima que posee el sistema concluyendo que el diseño cumple la normativa vigente siendo la presión máxima de 23.82 m H<sub>2</sub>O.
- La velocidad máxima en la red de agua potable no deberá ser mayor a 3 m/s; por lo tanto, al revisar la velocidad máxima que posee el sistema, el diseño cumple con la normativa vigente siendo la velocidad máxima de 1.55 m/s.
- Para la elaboración de planos se describió detalladamente los componentes hidráulicos obtenidos de la simulación hidráulica. realizada para el abastecimiento de agua potable para el centro poblado Las Palmas.

## RECOMENDACIONES

- A futuros tesisistas a fines, para la realización del análisis de agua tener cuidado en la recolección y traslado de la muestra, debido a que por un factor externo cualquiera sea el caso puede afectar el resultado final de las pruebas a ejecutarse.
- A EMAPA SAN MARTIN, debe incentivar a otros investigadores continuar con la investigación, ya que los resultados ayudarán a poder formular un expediente técnico completo donde encontraremos metrados y presupuesto de obra según propuesta técnica debido a que la entidad debe buscar el financiamiento respectivo para su ejecución.
- A EMAPA SAN MARTIN tomar en cuenta esta investigación ya que cumplirá en satisfacer la demanda de la población del centro poblado Las Palmas, debiendo tomar las medidas respectivas para optimar el servicio de agua potable, mejorando el estilo de vida de la población.
- A los futuros investigadores de la facultad de Ecología – UNSM, realizar los estudios topográficos con mucho cuidado ya que, en la configuración de cotas, un error significaría un cambio total en la gradiente, movimiento de tierras, etc.
- A los estudiantes de la Universidad Nacional de San Martín inducir sus investigaciones a solucionar los problemas de abastecimiento básico de agua de la población que no cuenta con estos servicios para mejorar su calidad de vida.
- A los tesisistas de esta línea de investigación, considerar realizar las simulaciones hidráulicas necesarias con la finalidad de no solo tener eficiencia en este servicio básico si no también considerar los criterios económicos debido a que no todas las poblaciones cuentan con presupuestos económicos deseables.
- A la entidad prestadora de servicio de agua potable emplear tuberías tipo HDPE en las redes de distribución ya que son más flexibles y de mejor calidad, para así cumplir con los parámetros de velocidad y presión establecidos en el reglamento vigente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A. GARRIDO, M. Moneo y A. Iglesias. 2003. Preparación para la Sequía en el Mediterráneo y Planificación para su Mitigación (MEDROPLAN). 2003.

LENNTECH . 1998. Lenntech B.V. . Glosario-Viscosidad. [En línea] 1998.  
<https://www.lenntech.es/glosario-agua.htm>.

ABARZA, Francisco. 2012. Investigación aplicada. [En línea] 01 de 06 de 2012.  
<https://abarza.wordpress.com/2012/07/01/investigacion-aplicada-vs-investigacion-pura-basica/>.

AGUERO Pittman, Roger. 1997. Agua Potable para Poblaciones Rurales” Editorial Asociación Servicios Educativos Rurales (SER), 1997, Lima – Perú. 1997.

ALAYO Ruiz, Manuel William y Espinoza Orosco, Jaime Saúl. 2016. “Simulación hidráulica de la línea de conducción y red de distribución de agua potable aplicando el software watercad en la localidad de Laredo”. Trujillo Perú : s.n., 2016.

AQUAMARKET. 2017. Aquamarket.com. [En línea] 2017. <https://cutt.ly/zgtou5X>.

BATEMAN, Allen. 2007. Hidrología Básica Aplicada. 2007.

CALDERÓN, Félix Rolando Doroteo. 2014. “Diseño del sistema de agua potable, conexiones domiciliarias y alcantarillado en el asentamiento humano "Los Pollitos" – Ica, usando los programas de Watercad y Siwercad". Lima-Perú : s.n., 2014.

CÉSPEDES, María José Mena. 2016. Diseño de la red de distribución de agua potable de la parroquia el Rosario del Cantón San Pedro de Pelileo, Provincia de Tungurahua.". UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO. Ambato-Ecuador : s.n., 2016. Tesis de Pregrado.

CHUQUICONDOR Arroyo, Enovio. 2019. "Mejoramiento del servicio de agua potable en el caserío Alto Huayabo-San Miguel de el Faique-Huancabamba-Piura Enero-2019". Piura-Perú : s.n., 2019. Tesis de Pregrado.

CORDERO Ordóñez, Maria de Lourdes y Ullauri Hernández, Pablo Nelson. 2011. “Filtros caseros, utilizando ferrocemento, diseño para servicio a 10 familias, constante de 3 unidades de filtros gruesos ascendentes (fgas), 2 filtros lentos de arena (fla), sistema para aplicación de cloro y 1 tanque de almacenamiento.”. Cuenca-Ecuador , Universidad de Cuenca. 2011. Tesis de Pregrado.

DIAZ Malpartida, Tito Alexander y Vargas Partor, Cristhian Issac. 2015. Diseño del sistema de agua potable de los caseríos de Chagualito Y Llurayaco, Distrito De Cochorco, Provincia De Sánchez Carrión aplicando el método de seccionamiento”. Trujillo-Perú : s.n., 2015. Título de Pregrado .

EADIC. 2012. EPANET. EADIC formacion y consultoria . [En línea] 12 de 04 de 2012. <https://www.eadic.com/cursodeepanet/>.

ESFERA, Proyecto. 2010. Carta Humanitaria y normas mínimas para la respuesta humanitaria. [En línea] 2010. <https://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/Publicaciones/2011/8206.pdf?view=1>.

ESNECA. 2019. Esneca Business School. [En línea] 09 de Octubre de 2019. <https://n9.cl/t41n>.

FERNANDEZ Escalante, Enrique y García Rodríguez, Manuel. 2009. Gestion de la Recarga Artificial de Acuíferos (M.A.R). Madrid-España : GRAFINAT, 2009.

FLORIÁN Pulido, Shanel BadiniI. 2017. Propuesta de optimización del servicio de la red de distribución de agua potable -rdap-del municipio de Madrid, Cundinamarca. Bogota-Colombia : s.n., 2017. Título de Pregrado.

FRISANCHO, Fasando Nylam Renato. 2018. Diseño Hidráulico del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para mejorar la calidad de vida en el Centro Poblado de La Marginal, distrito de Cuñumbuqui, San Martín. Tarapoto-Peruú : s.n., 2018. Tesis de Pregrada.

GWP. 2011. Global Water Partnership. Lima-Peru : s.n., 2011.

JIMÉNEZ Terán, Josue Manuel. 2010. Manual para el diseño de sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario. Xalapa Enríquez- México . Xalapa Enríquez-México : s.n., 2010.

MEF. 2004. Criterios para la selección de opciones técnicas y niveles de servicio en sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento en zonas rurales. 2004.

MINAGRI. 2010. Reglamento de la Ley de Recursos Hidricos . MINISTERIO DE AGRICULTURA. LIMA : s.n., 2010.

MINSA. 2010. MINISTERIO DE SALUD. [En línea] 2010. <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/1590.pdf>.

MVCS. 2006. Redes de distribución de agua para consumo humano. Dirección Nacional de Saneamiento. 2006.

OMS. 2017. Organización Mundial de la Salud. [En línea] 2017 de Julio de 2017. <https://n9.cl/cqdw>.

OMS . 2015. World Health Organization. [En línea] 2015. <https://cutt.ly/QgtojJJ>.

ORTIZ Aguilera, Yuli Ibon y Gomez Mayorga, Yeimi Cristina. 2017. Modelación matemática e hidráulica del flujo en pilares en un canal con sedimentación. Bogotá-Colombia : s.n., 2017. Tesis de Pregrado.

OXFAM. 2020. [En línea] 2020. <https://cutt.ly/ChsPxEj>.

PEÑA PULLA, Evelyn. 2007. Trabajo de Investigación Oxígeno Disuelto. Guayaquil-ecuador : s.n., 2007.

PEÑA, Angel Miguel Chuquirima. 2011. “El agua potable y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes del asentamiento Nueva , Canton Santo Domingo, Provinciasanto Domingo De Los Tsachilas”. Ambato-Ecuador, Universidad Técnica de Ambato. 2011. Tesis de Pregrado.

Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA. En línea.

[http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento\\_Calidad\\_Agu](http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agu)

a.pdf. Febrero de 2010. Disponible en: [http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento\\_Calidad\\_Agua.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf).

REYES, Katherine Coralia Reyes. 2019. Diseño de la red de distribución de agua potable del recinto manantiales del Cantón Montecristi . JIPIJAPA – MANABÍ – ECUADOR : s.n., 2019. Tesis de Pregrado.

ROJAS, Camila. 2012. [En línea] 12 de 03 de 2012. <https://cutt.ly/ggoD6Da>.

SÁNCHEZ, C y Reyes, C. 2006. Metodología y diseño de la investigación científica. Lima-Perú : Visión Universitaria, 2006.

SØRENSEN, Søren Peter Lauritz. 1909. El país. [En línea] 1909. <https://cutt.ly/QgoLFa2>.

TORRES López, Erick. 2019. Diseño y simulación hidráulica del sistema de abastecimiento de agua potable de la urbanización las brisas de la ciudad de Moyobamba”. Universidad Nacional de San Martín. Moyobamba-Perú : s.n., 2019.

UN. 2019. Naciones Unidas. [En línea] 2019. <https://cutt.ly/ChsPxEj>.

VALERA.R. 2003. Estudio de Factibilidad y Viabilidad. [En línea] 2003. <https://bit.ly/3iRs5Wy>.

## ANEXOS

### ANEXO 1: Panel Fotográfico



*Fotografía 01: Tanque de reserva N° 1 que abastece a la población actual.*



*Fotografía 02: Medición del Tanque de reserva N° 1.*

*Fotografía 03: Medición del Tanque de reserva N° 1.*



*Fotografía 04: Tanque de reserva N° 2 que abastece a la población actual.*



*Fotografía 05: Medición del Tanque de reserva N° 2.*

## ANEXO 2: Memoria de Calculo Hidráulico

	<p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN</b>  <b>FACULTAD DE ECOLOGÍA</b>  <b>ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA</b></p>	
<p><b>TESIS :</b> "DISEÑO Y DETERMINACION DEL SISTEMA DE SIMULACION HIDRAULICA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS - SAN MARTIN "</p>		
<p><b>Localización del proyecto :</b> Centro Poblado Las Palmas</p>		

### MEMORIA DE CALCULO

#### 1.1 DETERMINACIÓN DE PERIODO DE DISEÑO:

Según VIERENDEL, 2009:

- Para poblaciones de 2,000 hasta 20,000 habitantes se considerara de 15 años.
- Para poblaciones de 20,000 habitantes a más se considerara de 10 años.

Se considerará un periodo de diseño de **15 años** en base a la población de habitantes.

Adicionalmente se considerará un periodo de estudio entre 2 y 5 años

Periodo de diseño a establecer :

* Periodo de diseño en base a la población de habitantes =	15 años
* Periodo de diseño en base al periodo de diseño =	5 años
<b>* PERIODO TOTAL DE DISEÑO A EMPLEARSE =</b>	<b>20 años</b>

#### 1.2 DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN DE DISEÑO:

\* Datos censales:

AÑO	POBLACION
1993	626
2007	942
2017	2400

Fuente: INEI

##### 1.2.1. Método de Interés Simple:

\* Formula a emplear:  $P = P_0 * (1 + r * (t - t_0))$ , donde  $r =$

$$\frac{(P_{i+1} - P_i)}{P_i * (t_{i+1} - t_i)}$$

AÑO	POBLACION	$P_{i+1} - P_i$	$P_i * (t_{i+1} - t_i)$	r
1993	626	-	-	-
2007	942	316	8,764	0.0361
2017	2400	1,458	9,420	0.1548
2022	3546	-	-	-
2042	8126	-	-	-
<b>r prom. =</b>				<b>0.0954</b>

\*Para el año 2042 tenemos :

$$P_{2042} = 2400 * (1 + 0.0954 * (2042 - 2017))$$

$$P_{2042} = 8,126 \text{ Habitantes}$$

##### 1.2.2. Método Geométrico:

\* Formula a emplear:

$$r = P \times r^{(t-t_0)} \quad , \quad r = \sqrt[t_{i+1}-t_i]{\frac{P_{(i+1)}}{P_i}}$$

AÑO	POBLACION	$\Delta t$	$r = \sqrt[t_{i+1}-t_i]{\frac{P_{(i+1)}}{P_i}}$
1993	626	-	-
2007	942	14	1.0296
2017	2400	10	1.0980
2022	3271	5	-
2042	11272	20	-
<b>r prom. =</b>			<b>1.0638</b>

\*Para el año 2042 tenemos :

$$P_{2042} = 2400 * 1.06^{(2042-2017)}$$

$$P_{2042} = 11,272 \text{ Habitantes}$$

##### 1.2.3. Método de la Parábola:

\* Formula a emplear:

$$P = A * \Delta t^2 + B * \Delta t + C$$

AÑO	POBLACION	$\Delta t$
1993	626	0
2007	942	14
2017	2400	24
2022	2942	29
2042	8280	49

$$626 = 0^2 * A + 0 * B + C$$

$$C = 626$$

$$942 = 14^2 * A + 14 * B + C$$

$$B = -30.88$$

$$2400 = 24^2 * A + 24 * B + C$$

$$A = 3.82$$

\*Para el año 2042 tenemos :

$$P_{2042} = 49 * 49 * 3.82 + 49 * -30.88 + 626$$

$$P_{2042} = 8,280 \text{ Habitantes}$$

En base a los resultados obtenidos se realizo el cálculo promedio de los tres métodos obteniendo los siguientes resultados:

* P 2022 =	3,253 Habitantes
* P 2042 =	9,226 Habitantes

Ilustración 1: Memoria de Cálculo Hidráulico parte I (Fuente: Elaboración Propia, 2022)



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN**  
**FACULTAD DE ECOLOGÍA**  
**ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA**



**TESIS :** "DISEÑO Y DETERMINACION DEL SISTEMA DE SIMULACION HIDRAULICA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS - SAN MARTÍN "

**Localización del proyecto :** Centro Poblado Las Palmas

**1.3 DATOS BASICOS DEL DISEÑO:**

ESTRUCTURA	CAPACIDAD REQUERIDA
Río o campo de pozos	Q máx. Diario
Conducto I	Q máx. Diario
Conducto II	Q máx. Diario
Conducto III	Q máx. Diario + Q. incendio
Bomba de baja potencia	Q máx. Diario + Reserva
Planta de tratamiento	Q máx. Diario + Reserva
Bomba de alta potencia	Q máx. Horario + Reserva
Sistema de distribución	Q máx. Horario Vs Qmáx. Diario + Q. incendio

Fuente: Vierendel, 2009

**1.3.1. Dotación:**

Población	Clima	
	clima frío	clima templado
De 2,000 Hab. a 10,000 Hab.	120 Lts./Hab./Día	150 Lts./Hab./Día
De 10,000 Hab. a 50,000 Hab.	150 Lts./Hab./Día	200 Lts./Hab./Día
Más de 50,000 Hab.	200 Lts./Hab./Día	250 Lts./Hab./Día

Fuente: Vierendel, 2009

La dotación diaria por habitante según la población y el clima será:

$$\text{Dot. Diaria} = 150 \text{ Lts./Hab./Día}$$

**1.3.2. Variaciones de Consumo:**

Para los efectos de las variaciones de consumo se considerara las siguientes relaciones con respecto al promedio anual de la demanda (Qp):

\* Cálculo de QP (Promedio Anual de la Demanda) :

$$\rightarrow Q_p = \frac{\text{Dot.} \cdot \text{Pob.}}{86400}$$

$$\rightarrow Q_p = 16.02 \text{ Lts./seg.}$$

a) Máximo anual de la demanda diaria: 1.2 - 1.5 (K<sub>1</sub>)

Se recomienda usar K<sub>1</sub> = 1.3

$$\rightarrow Q \text{ máx. Diario} = Q_p \cdot K_1$$

$$\rightarrow Q \text{ máx. Diario} = 20.82 \text{ Lts./seg.}$$

b) Máximo anual de la demanda horaria (K<sub>2</sub>):

- Para poblaciones de 2,000 a 10,000 Hab.

$$K_2 = 2.5$$

- Para poblaciones mayores a 10,000 Hab.

$$K_2 = 1.8$$

$$\rightarrow Q \text{ máx. Horario} = Q_p \cdot K_2$$

$$\rightarrow Q \text{ máx. Horario} = 40.04 \text{ Lts./seg.}$$

c) El máximo máximum, es el gasto máximo horario del día de máximo consumo:

$$\rightarrow Q \text{ máx. máx.} = Q_p \cdot K_1 \cdot K_2$$

$$\rightarrow Q \text{ máx. máx.} = 52.06 \text{ Lts./seg.}$$

**1.3.3. Demanda contra Incendio:**

a) En poblaciones de hasta 10,000 Hab. No se considerara demanda contra incendio, salvo casos especiales en que se justifique por la calidad combustible de los materiales de construcción, industrias inflamables, etc.

**1.3.4. Conducción:**

**1.3.4.1. Por Tuberías:**

a) La velocidad mínima será adoptada de acuerdo a los materiales en suspensión, pero en ningún caso será menor de 0.60 mts/seg.

b) La velocidad máxima admisible será :

\* Tubo de PVC ..... 5.00 mts./seg.

c) Para el cálculo de las tuberías que trabajan a presión se recomienda el uso de la fórmula Hazen y Williams con los siguientes coeficientes:

\* Tubo de PVC ..... 150.000

$$Q = 0.0004264CD^{2.65}S^{0.54} \quad \text{donde:}$$

C= Coef. De Hazen (vpie/seg.)

D= Diámetro (pulgadas)

S= Pendiente (mts./Km.)

Q= Caudal (Lts./seg.)

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN</b> FACULTAD DE ECOLOGÍA ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA	
<b>TESIS :</b> "DISEÑO Y DETERMINACION DEL SISTEMA DE SIMULACION HIDRAULICA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS - SAN MARTIN "		
<b>Localización del proyecto :</b> Centro Poblado Las Palmas		

### 1.3.5. Accesorios:

#### 1.3.5.1. Válvulas de Aire:

Se colocarán válvulas extractoras de aire en cada punto alto de las líneas de conducción. Cuando la topografía no sea accidentada, se colocaran cada 2.5km. como máximo y en los puntos más altos. Si hubiera peligro de colapso de la tubería a causa del material de la misma y de las condiciones de trabajo se colocaran válvulas de doble acción ( admisión y expulsión). El dimensionamiento de la válvula se determinara en función del caudal y presión de la tubería.

#### 1.3.5.2. Válvula de Purga:

Se colocarán válvulas de purga en los puntos bajos teniendo en consideración la calidad del agua conducida 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.

#### Recomendaciones

Diámetro de Tubería	Diámetro de válvula de Purga
$\Phi < 4"$	Mismo diámetro de la tubería
$4" < \Phi < 16"$	4"
$\Phi > 4"$	$\Phi$ de la tubería /4

## 1.4 DISEÑO HIDRAULICO DEL RESERVORIO:

### 1.4.1. Generalidades:

Un sistema de abastecimiento de agua potable requerirá de un reservorio cuando el rendimiento de la fuente sea menor que el caudal

Las funciones básicas de un reservorio son:

- Compensar las variaciones en el consumo de agua durante el día.
- Tener una reserva de agua para atender los casos de incendio.
- Disponer de un volumen adicional para casos de emergencias y/o reparaciones del sistema.
- Dar una presión adecuada a la red de distribución.

### 1.4.2. Cálculo del volumen de Almacenamiento del Reservorio:

$$\text{VOL. ALM.} = V_{\text{REG.}} + V_{\text{INCENDIO}} + V_{\text{RESERVA}}$$

#### 1.4.2.1. Volumen de regulación:

Se obtiene del diagrama de masa. Si es que no se tiene datos para graficar el diagrama de masas se procede de la siguiente manera:

$$\text{Vol. Reg.} = 25\% \text{ ( Consumo Medio Diario)}$$

$$\text{Vol. Reg.} = 0.25 * P_f * \text{Dotación}$$

$$P_f(2042) = 9226 \text{ Hab. , Dotación} = 150 \text{ Lts./Hab./Dia}$$

$$\text{Vol. Reg.} = 345.98 \text{ m}^3$$

#### 1.4.2.2. Volumen de Incendio:

a) En poblaciones de hasta 10.000 Hab. No se considerara demanda contra incendio, salvo casos especiales en que se justifique por la calidad combustible de los materiales de construcción, industrias inflamables, etc.

$$\text{Vol. Incendio} = 0.00 \text{ m}^3$$

#### 1.4.2.3. Volumen de Reserva:

Se analiza los siguientes casos y se elige el mayor:

- $V_{\text{RESERVA}} = 25\% \text{ Vol. Total.}$	- $V_{\text{RESERVA}} = 115.33 \text{ m}^3$
- $V_{\text{RESERVA}} = 33\% \text{ (Vol.Regulacion + Vol. Incendio).}$	- $V_{\text{RESERVA}} = 114.17 \text{ m}^3$
- $V_{\text{RESERVA}} = Q_p \times t \longrightarrow 2 \text{ horas} < t < 4 \text{ horas}$	- $V_{\text{RESERVA}} = 172.99 \text{ m}^3$
- $V_{\text{RESERVA}} = 172.99 \text{ m}^3$	

Por lo tanto el Volumen de Almacenamiento del reservorio total será:

$$\text{VOL. ALM.} = V_{\text{REG.}} + V_{\text{INCENDIO}} + V_{\text{RESERVA}}$$

$$\text{VOL. ALM.} = 518.96 \text{ m}^3 \text{ , Consideramos como volumen efectivo al } 75\%$$

$$\text{Vol. Total} = 691.95 \text{ m}^3$$

### 1.4.3. Predimensionamiento del Tanque:

Se Opta por un Tanque circular para realizar el predimensionamiento:

- Vol. del Tanque Circular =  $\pi * r^2 * h$

Calculando el radio:

$$\begin{aligned} \text{Vol.} &= 691.95 \text{ m}^3 \\ h &= 2.50 \text{ m. (asumido)} \\ r &= \text{a calcular} \end{aligned}$$

- Vol. del Tanque Circular =  $\pi * r^2 * h$

$$\begin{aligned} 691.95 \text{ m}^3 &= \pi * r^2 * 2.5 \\ r &= 9.39 \text{ m.} \\ \text{redondeo, } r &= 9.50 \text{ m.} \end{aligned}$$

Ilustración 3: Memoria de Cálculo Hidráulico parte III (Fuente: Elaboración Propia, 2022)

### ANEXO 3: Datos de simulación hidráulica

#### Reservorio:

#### **FlexTable: Tank Table**

ID	Label	Zone	Elevation (Base) (m)	Elevation (Minimum) (m)	Elevation (Initial) (m)	Elevation (Maximum) (m)	Volume (Inactive) (ML)	Diameter (m)	Flow (Outnet) (L/s)	Hydraulic Grade (m)
282	R-1	<None>	270.48	270.58	270.68	273.18	0.00	9.50	40.73	270.68

OK.wtg  
29/05/2022

Bentley Systems, Inc. Haestad Methods Solution  
Center  
27 Siemon Company Drive Suite 200 W  
Waterford, CT 06795 USA +1-203-755-1566

WaterCAD  
[10.02.03.06]  
Page 1 of 1

*Ilustración 4: Resultado de la simulación hidráulica - Reservorio (Fuente: WaterCAD, 2022)*

## Tabla de Nodos

### FlexTable: Junction Table

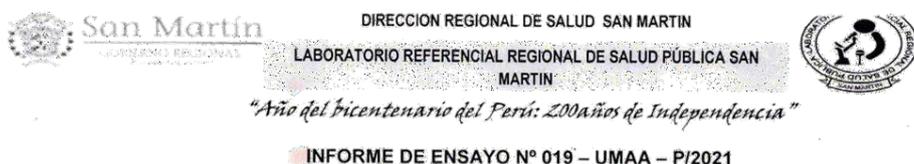
ID	Label	Elevation (m)	Zone	Demand Collection	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (mm H2O)
126	J-1	252.20	<None>	<Collection: 1 items>	0.27	266.05	13,823.76
127	J-2	252.09	<None>	<Collection: 1 items>	0.43	266.07	13,957.04
129	J-3	250.22	<None>	<Collection: 1 items>	0.45	265.94	15,681.96
130	J-4	250.12	<None>	<Collection: 1 items>	0.37	265.70	15,546.76
132	J-5	245.83	<None>	<Collection: 1 items>	0.36	264.89	19,021.71
133	J-6	244.99	<None>	<Collection: 1 items>	0.37	264.95	19,915.91
135	J-7	255.57	<None>	<Collection: 1 items>	0.45	269.75	14,155.09
136	J-8	255.38	<None>	<Collection: 1 items>	0.69	269.68	14,265.46
138	J-9	241.60	<None>	<Collection: 1 items>	0.41	264.78	23,142.59
139	J-10	241.41	<None>	<Collection: 1 items>	0.48	264.09	22,625.17
141	J-11	251.70	<None>	<Collection: 1 items>	1.79	268.97	17,240.35
142	J-12	252.25	<None>	<Collection: 1 items>	0.42	262.69	10,417.37
144	J-13	245.79	<None>	<Collection: 1 items>	0.47	265.62	19,784.46
145	J-14	246.82	<None>	<Collection: 1 items>	1.49	265.52	18,668.08
147	J-15	246.64	<None>	<Collection: 1 items>	0.43	265.66	18,981.61
149	J-16	264.74	<None>	<Collection: 1 items>	0.25	270.08	5,335.23
150	J-17	264.74	<None>	<Collection: 1 items>	0.42	270.06	5,307.46
152	J-18	252.37	<None>	<Collection: 1 items>	0.69	268.27	15,876.42
153	J-19	251.69	<None>	<Collection: 1 items>	0.46	265.48	13,767.69
155	J-20	248.92	<None>	<Collection: 1 items>	0.39	266.37	17,414.39
156	J-21	248.38	<None>	<Collection: 1 items>	0.46	264.38	15,967.82
158	J-22	256.21	<None>	<Collection: 1 items>	0.70	269.47	13,233.00
159	J-23	255.51	<None>	<Collection: 1 items>	0.85	269.42	13,878.51
161	J-24	257.90	<None>	<Collection: 1 items>	0.65	269.76	11,829.56
164	J-25	253.54	<None>	<Collection: 1 items>	1.88	265.73	12,172.05
165	J-26	254.42	<None>	<Collection: 1 items>	0.60	265.81	11,369.53
167	J-27	250.59	<None>	<Collection: 1 items>	0.11	268.57	17,947.61
168	J-28	251.12	<None>	<Collection: 1 items>	0.69	269.21	18,061.03
170	J-29	259.15	<None>	<Collection: 1 items>	0.52	269.85	10,679.39
171	J-30	258.68	<None>	<Collection: 1 items>	0.68	269.94	11,234.55
173	J-31	258.36	<None>	<Collection: 1 items>	0.78	269.11	10,731.54
174	J-32	258.38	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	268.32	9,919.50
176	J-33	247.10	<None>	<Collection: 1 items>	0.86	266.78	19,640.09
178	J-34	246.52	<None>	<Collection: 1 items>	1.25	259.89	13,342.36
179	J-35	243.13	<None>	<Collection: 1 items>	0.43	250.90	7,757.08
181	J-36	246.52	<None>	<Collection: 1 items>	1.04	261.22	14,669.68
182	J-37	246.13	<None>	<Collection: 1 items>	0.43	250.95	4,807.08
184	J-38	249.49	<None>	<Collection: 1 items>	0.34	265.32	15,804.25
187	J-39	255.70	<None>	<Collection: 1 items>	0.70	268.90	13,174.76
188	J-40	250.00	<None>	<Collection: 1 items>	0.82	268.65	18,611.51
190	J-41	249.38	<None>	<Collection: 1 items>	0.35	263.48	14,067.45
194	J-42	259.07	<None>	<Collection: 1 items>	0.58	269.80	10,706.28
196	J-43	258.36	<None>	<Collection: 1 items>	0.55	269.65	11,267.92
197	J-44	258.36	<None>	<Collection: 1 items>	0.61	269.57	11,183.42
199	J-45	257.63	<None>	<Collection: 1 items>	0.79	268.60	10,948.79
201	J-46	251.23	<None>	<Collection: 1 items>	0.89	267.39	16,125.56
203	J-47	246.86	<None>	<Collection: 1 items>	0.92	267.94	21,036.52
204	J-48	246.47	<None>	<Collection: 1 items>	0.86	267.53	21,021.48
207	J-49	249.06	<None>	<Collection: 1 items>	0.85	268.06	18,968.31
209	J-50	260.41	<None>	<Collection: 1 items>	0.93	269.95	9,522.73
213	J-51	242.71	<None>	<Collection: 1 items>	0.41	263.88	21,128.57
218	J-52	249.67	<None>	<Collection: 1 items>	0.90	266.29	16,586.68
221	J-53	243.37	<None>	<Collection: 1 items>	0.20	266.66	23,246.19
224	J-54	249.25	<None>	<Collection: 1 items>	1.00	268.19	18,904.76
233	J-55	241.18	<None>	<Collection: 1 items>	1.05	265.05	23,820.79
240	J-56	243.29	<None>	<Collection: 1 items>	1.18	266.14	22,807.92
242	J-57	250.00	<None>	<Collection: 1 items>	0.23	266.80	16,765.30
246	J-58	246.28	<None>	<Collection: 1 items>	1.01	266.68	20,357.05
251	J-59	248.57	<None>	<Collection: 1 items>	0.24	266.39	17,781.79
263	J-60	240.00	<None>	<Collection: 1 items>	0.29	256.17	16,139.65
270	J-61	244.92	<None>	<Collection: 1 items>	0.34	264.48	19,515.16
273	J-62	258.24	<None>	<Collection: 1 items>	0.43	268.85	10,581.88
275	J-63	240.00	<None>	<Collection: 1 items>	0.43	258.00	17,968.70

## Tabla de las Redes de Agua Potable

FlexTable: Pipe Table

ID	Label	Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (in)	Material	Hazen-Williams C	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/m)
125	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-78	12.95	J-2	J-1	6.00	PVC	150.0	10.07	0.55	0.002
131	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-88	14.25	J-6	J-5	2.00	PVC	150.0	0.88	0.44	0.004
134	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-112	14.81	J-7	J-8	4.00	PVC	150.0	5.97	0.74	0.005
143	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-107	29.92	J-13	J-14	4.00	PVC	150.0	4.63	0.57	0.003
146	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-106	36.66	J-15	J-13	6.00	PVC	150.0	7.35	0.40	0.001
148	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-104	38.52	J-16	J-17	10.00	PVC	150.0	22.10	0.44	0.001
151	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-63	42.53	J-18	J-19	1.00	PVC	150.0	0.61	1.21	0.066
154	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-73	50.74	J-20	J-21	1.00	PVC	150.0	0.46	0.91	0.039
157	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-118	54.78	J-22	J-23	2.00	PVC	150.0	0.36	0.18	0.001
160	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-92	55.15	J-24	J-8	8.00	PVC	150.0	18.68	0.58	0.001
162	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-100	55.85	J-4	J-15	6.00	PVC	150.0	6.02	0.33	0.001
163	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-80	57.03	J-26	J-25	4.00	PVC	150.0	2.81	0.35	0.001
166	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-105	58.97	J-28	J-27	0.75	PVC	150.0	0.11	0.38	0.011
169	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-31	59.44	J-30	J-29	8.00	PVC	150.0	17.99	0.55	0.001
172	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-84	63.44	J-31	J-32	0.75	PVC	150.0	0.12	0.41	0.013
175	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-64	65.13	J-33	J-20	2.00	PVC	150.0	1.07	0.53	0.006
177	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-116	70.44	J-34	J-35	0.75	PVC	150.0	0.41	1.44	0.128
180	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-109	70.44	J-36	J-37	0.75	PVC	150.0	0.44	1.55	0.146
183	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-102	74.15	J-13	J-38	1.50	PVC	150.0	0.39	0.34	0.004
185	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-89	75.07	J-6	J-9	2.00	PVC	150.0	0.61	0.30	0.002
186	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-60	77.27	J-39	J-40	2.00	PVC	150.0	0.74	0.37	0.003
189	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-55	78.16	J-5	J-41	1.00	PVC	150.0	0.30	0.60	0.018
191	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-90	84.73	J-21	J-12	0.50	PVC	150.0	0.05	0.41	0.020
192	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-114	95.23	J-20	J-19	1.00	PVC	150.0	0.21	0.42	0.009
193	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-58	93.14	J-42	J-22	2.50	PVC	150.0	1.41	0.45	0.004
195	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-72	94.69	J-43	J-44	6.00	PVC	150.0	6.70	0.37	0.001
198	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-61	95.31	J-39	J-45	2.00	PVC	150.0	0.73	0.36	0.003
200	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-65	96.29	J-18	J-46	1.00	PVC	150.0	0.21	0.42	0.009
202	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-41	96.62	J-47	J-48	2.50	PVC	150.0	1.55	0.49	0.004
205	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-70	96.89	J-43	J-39	2.00	PVC	150.0	1.20	0.59	0.008
206	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-69	97.37	J-45	J-49	2.00	PVC	150.0	0.99	0.49	0.006
208	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-103	97.85	J-16	J-50	8.00	PVC	150.0	17.68	0.55	0.001
210	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-94	98.54	J-40	J-49	6.00	PVC	150.0	18.66	1.02	0.006
211	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-68	100.23	J-44	J-45	2.00	PVC	150.0	1.35	0.66	0.010
212	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-87	101.79	J-5	J-51	1.00	PVC	150.0	0.22	0.44	0.010
214	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-30	103.12	J-29	J-7	6.00	PVC	150.0	7.04	0.39	0.001
215	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-66	104.86	J-31	J-18	2.00	PVC	150.0	1.22	0.60	0.008
216	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-71	105.84	J-42	J-43	6.00	PVC	150.0	8.45	0.46	0.001
217	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-75	106.70	J-52	J-2	6.00	PVC	150.0	10.54	0.58	0.002
219	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-59	106.79	J-22	J-39	2.00	PVC	150.0	0.98	0.48	0.005
220	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-40	107.16	J-48	J-53	1.00	PVC	150.0	0.20	0.39	0.008
222	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-93	110.31	J-23	J-40	6.00	PVC	150.0	20.34	1.12	0.007
223	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-34	110.32	J-54	J-47	2.50	PVC	150.0	1.10	0.35	0.002
225	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-83	110.87	J-19	J-12	1.00	PVC	150.0	0.37	0.72	0.025
226	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-74	111.05	J-2	J-21	0.50	PVC	150.0	0.04	0.35	0.015
227	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-56	111.81	J-38	J-41	0.50	PVC	150.0	0.05	0.37	0.017
228	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-53	112.57	J-13	J-6	2.50	PVC	150.0	1.86	0.59	0.006
229	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-98	113.50	J-52	J-3	2.00	PVC	150.0	0.73	0.36	0.003
230	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-57	115.73	J-29	J-42	8.00	PVC	150.0	10.44	0.32	0.001
231	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-52	116.01	J-3	J-10	1.00	PVC	150.0	0.29	0.56	0.016
232	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-51	116.94	J-55	J-10	1.00	PVC	150.0	0.20	0.39	0.008
234	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-48	119.62	J-52	J-55	2.00	PVC	150.0	1.40	0.69	0.010
235	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-86	120.17	J-9	J-51	1.00	PVC	150.0	0.19	0.38	0.008
236	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-28	122.11	J-30	J-24	4.00	PVC	150.0	3.01	0.37	0.001
237	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-81	122.49	J-31	J-11	4.00	PVC	150.0	2.63	0.32	0.001
238	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-111	124.19	J-7	J-22	2.00	PVC	150.0	0.62	0.31	0.002
239	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-47	124.34	J-33	J-56	2.00	PVC	150.0	0.96	0.47	0.005
241	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-37	126.14	J-54	J-57	1.00	PVC	150.0	0.23	0.46	0.011
243	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-101	128.03	J-8	J-23	8.00	PVC	150.0	22.01	0.68	0.002
244	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-96	128.23	J-46	J-33	6.00	PVC	150.0	16.46	0.90	0.005
245	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-44	128.26	J-48	J-58	2.50	PVC	150.0	1.98	0.63	0.007
247	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-42	128.48	J-46	J-58	1.00	PVC	150.0	0.16	0.32	0.006
248	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-95	130.20	J-49	J-46	6.00	PVC	150.0	17.31	0.95	0.005
249	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-45	130.61	J-58	J-56	2.00	PVC	150.0	0.85	0.42	0.004
250	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-35	131.22	J-47	J-59	1.00	PVC	150.0	0.24	0.48	0.012
252	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-62	131.46	J-45	J-18	1.50	PVC	150.0	0.30	0.26	0.002
253	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-77	132.24	J-1	J-26	6.00	PVC	150.0	9.80	0.54	0.002
254	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-67	132.82	J-44	J-31	4.00	PVC	150.0	4.75	0.59	0.003
255	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-76	133.15	J-26	J-4	6.00	PVC	150.0	6.39	0.35	0.001
256	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-39	133.78	J-49	J-48	2.50	PVC	150.0	1.49	0.47	0.004
257	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-113	139.70	J-28	J-54	2.00	PVC	150.0	1.16	0.57	0.007
258	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-79	140.30	J-25	J-15	4.00	PVC	150.0	1.77	0.22	0.001
259	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-50	146.64	J-56	J-55	1.00	PVC	150.0	0.19	0.37	0.007
260	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-97	147.34	J-33	J-52	6.00	PVC	150.0	13.58	0.74	0.003
261	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-38	156.56	J-40	J-47	2.50	PVC	150.0	1.61	0.51	0.005
262	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-43	156.85	J-58	J-60	0.75	PVC	150.0	0.29	1.02	0.067
264	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-108	159.98	J-37	J-35	0.75	PVC	150.0	0.02	0.05	0.000
265	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-110	159.98	J-36	J-34	0.75	PVC	150.0	0.09	0.33	0.008
266	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-36	164.39	J-23	J-54	2.00	PVC	150.0	1.17	0.58	0.007
267	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-91	172.20	J-50	J-24	8.00	PVC	150.0	16.32	0.50	0.001
268	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-33	172.23	J-8	J-28	3.00	PVC	150.0	1.96	0.43	0.003
269	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-49	184.51	J-55	J-61	1.50	PVC	150.0	0.34	0.30	0.003
271	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-29	187.45	J-17	J-30	10.00	PVC	150.0	21.69	0.43	0.001
272	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-32	232.88	J-50	J-62	1.50	PVC	150.0	0.43	0.38	0.005
274	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-46	234.43	J-56	J-63	1.00	PVC	150.0	0.43	0.86	0.035
278	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-85	332.21	J-14	J-36	2.00	PVC	150.0	1.58	0.78	0.013
279	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-117	816.73	J-11	J-25	2.00	PVC	150.0	0.83	0.41	0.004
280	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-115	442.50	J-14	J-34	2.00	PVC	150.0	1.56	0.77	0.013
614	TUBERÍA DE PVC (Polyline)-104	292.59	R-1	J-16	10.00	PVC	150.0	40.04	0.79	0.002

## ANEXO 4: Resultados de los ensayos de laboratorio (Laboratorio Referencial Regional de Salud Pública de San Martín)



**SOLICITANTE** : KATHERIN DANITZA BARDALES ROJAS  
**DIRECCIÓN** : Av. Perú N° 294 - Morales  
**DATOS DEL MUESTREO**  
 Procedencia de la muestra : CP Las Palmas – La Banda de Shilcayo  
 Fecha y hora inicio de muestreo : 08.02.2021 / 9:00 am  
 Muestreador : Interesado  
**CONTROL LABORATORIO ANALITICO**  
 Recepción y Ensayo analítico : 08.02.2021/ 10:25 am

### RESULTADOS

#### 1. FISICOQUIMICO

COD LAB.	MUESTRA		ENSAYO FISICOQUIMICO			
	MATRIZ	PUNTO MUESTREO	pH	Alcalinidad Total Ppm HCO <sub>3</sub>	Dureza Total Ppm CaCO <sub>3</sub>	Turbiedad UNT
034	Agua subterránea	A 800 m. aguas arriba del puente	4.40	19.52	40	1.02
MÉTODO			Potenciómetro	Volumetría	Volumetría	Nefelométrico

#### 2. BACTERIOLOGICO

COD LAB.	MUESTRA		ENSAYO BACTERIOLOGICO			
	MATRIZ	PUNTO MUESTREO	Bacterias Heterotróficas (UFC/ mL)	Coliformes Totales 35°C (NMP/100 mL)	Coliformes Termotolerantes 44.5°C (NMP/100 mL)	E. coli (NMP/100 mL)
034	Agua subterránea	A 800 m. aguas arriba del puente	5.4 x 10 <sup>2</sup>	1.7 x 10	0.78	< 1.8
MÉTODO			APHA AWW WEF Part 9215 B 21th Ed 2005	APHA AWW WEF Part 9221B 21th ed 2005	APHA AWW WEF Part 9221E-1 21th ed 2005	APHA AWWA WEF Part 9221 B & E 9221 F1 21th Ed 2005

#### 3. PARASITOLÓGICO Y ORGANISMOS DE VIDA LIBRE

COD LAB	MATRIZ	PUNTO DE MUESTREO	Huevos y larvas Helminths, quistes y oquistes de protozoarios patógenos (presencia / ausencia)	Organismos de vida libre: Algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios larvarios (presencia / ausencia)
034	Agua subterránea	A 800 m. aguas arriba del puente	Ausencia	Presencia
MÉTODO			DIGESA-AG-PE-01. Detección de protozoos y helmintos parásitos en agua de bebida, basado en SMEW/APHA, AWWA WEF Part 9711B2 b.3; 21st Edition 2005	DIGESA-AG-PE-01. Detección de protozoos y helmintos parásitos en agua de bebida, basado en SMEW/APHA, AWWA WEF Part 9711B2 b.3; 21st Edition 2005

**Observación:** La muestra presenta bajo pH y alcalinidad. Al examen microbiológico presenta bacterias del grupo coliforme, así como organismos de vida libre. Se recomienda el tratamiento respectivo para alcanzar los parámetros deseables para el consumo humano "Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano" DS N° 031-2010-SA.

Fecha de Emisión: 15 de febrero del 2021

GOBIERNO REGIONAL DE SAN MARTÍN  
 U.E. HOSPITAL N°2 TARAPOTO  
 LABORATORIO REFERENCIAL REGIONAL  
 Bfga. MSc. Belén E. Portella Mejareño  
 RESP. UNIDAD MICROB. ALIMENTOS Y AGUAS  
 RNBE N° 0238

san martin  
 DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD  
 MSc. Florberta Alvarez Ramirez  
 DIRECTOR DEL LABORATORIO REFERENCIAL REGIONAL D.P.R.M

Ilustración 7: Informe de Ensayo N° 019 – UMAA – P/2021 (Fuente: Laboratorio referencial regional de salud pública San Martín, 2021)

"Año del bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

**INFORME DE ENSAYO N° 020 – UMAA – P/2021**

**SOLICITANTE** : KATHERIN DANITZA BARDALES ROJAS  
**DIRECCIÓN** : Av. Perú N° 294 - Morales  
**DATOS DEL MUESTREO**  
 Procedencia de la muestra : CP Las Palmas – La Banda de Shilcayo  
 Fecha y hora inicio de muestreo : 08.02.2021 / 9:30 am  
 Muestreador : Interesado  
**CONTROL LABORATORIO ANALITICO**  
 Recepción y Ensayo analítico : 08.02.2021/ 10:25 am

**RESULTADOS**
**1. FISICOQUIMICO**

COD LAB.	MUESTRA		ENSAYO FISICOQUIMICO			
	MATRIZ	PUNTO MUESTREO	pH	Alcalinidad Total Ppm HCO <sub>3</sub>	Dureza Total Ppm CaCO <sub>3</sub>	Turbiedad UNT
035	Agua subterránea	A 1100 m. aguas arriba del puente	4.02	17.08	38	0.96
MÉTODO			Potenciómetro	Volumetria	Volumetria	Nefelométrico

**2. BACTERIOLÓGICO**

COD LAB.	MUESTRA		ENSAYO BACTERIOLOGICO			
	MATRIZ	PUNTO MUESTREO	Bacterias Heterotróficas (UFC/ mL)	Coliformes Totales 35°C (NMP/100. mL)	Coliformes Termotolerantes*44.5 C (NMP/100 mL)	E. coli 44.5°C (NMP/100 mL)
035	Agua subterránea	A 1100 m. aguas arriba del puente	1.1 x 10	0.2	<1.8	<1.8
MÉTODO			APHA AWW WEF Part 9215 B 21 th Ed. 2005	APHA AWW WEF Part 9221B 21th ed 2005	APHA AWW WEF Part 9221E-1 21th ed. 2005	APHA AWWA WEF Part 9221 B.E y 9221 F1 21th Ed. 2005

**3. PARASITOLÓGICO Y ORGANISMOS DE VIDA LIBRE**

COD LAB	MATRIZ	PUNTO DE MUESTREO	Huevos y larvas Helminthos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos (presencia / ausencia)	Organismos de vida libre: Algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nematodos en todos sus estadios larvarios. (presencia / ausencia)
			Ausencia	Presencia
035	Agua subterránea	A 1100 m. aguas arriba del puente	Ausencia	Presencia
MÉTODO			DIGESA-AG-PE-01. Detección de protozoos y helmintos parásitos en agua de bebida, basado en SMEWW APHA, AWWA, WEF. Part. 9711B2 b.3) 21st Edition 2006	DIGESA-AG-PE-01. Detección de protozoos y helmintos parásitos en agua de bebida, basado en SMEWW APHA, AWWA, WEF. Part. 9711B2 b.3) 21st Edition 2006

**Observación:** La muestra presenta bajo pH y alcalinidad. Al examen microbiológico hay presencia de coliformes totales, así como organismos de vida libre. Se recomienda el tratamiento respectivo para alcanzar los parámetros deseables para el consumo humano "Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano" DS N° 031-2010-SA.

Fecha de Emisión: 15 de febrero del 2021

GOBIERNO REGIONAL DE SAN MARTIN  
 U.E. HOSPITAL II-2 TARAPOTO  
 LABORATORIO REFERENCIAL REGIONAL  
 Riga, Msc. Delia E. Portella Melgarejo  
 RESP. UNIDAD MICROB. ALIMENTOS Y AGUAS  
 RNBE N° 0258

sanmartin  
 DIRECCION REGIONAL DE SALUD  
 Mblgo, MSc. Heriberto Arevalo Ramirez  
 DIRECTOR DEL LABORATORIO REFERENCIAL  
 REGIONAL S.P.S.M



San Martín  
GOBIERNO REGIONAL

DIRECCION REGIONAL DE SALUD SAN MARTIN

LABORATORIO REFERENCIAL REGIONAL DE SALUD PÚBLICA SAN MARTIN



"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

INFORME DE ENSAYO N° 090 – UMAA – P/2021

**SOLICITANTE** : KATHERINE DANITZA BARDALEZ ROJAS  
**DIRECCIÓN** : Av. Perú N° 294 - Morales  
**DATOS DEL MUESTREO**  
 Procedencia de la muestra : Centro Poblado Las Palmas- Banda de Shilcayo  
 Fecha y hora inicio de muestreo : 14.05.2021 / 9:50 am  
 Muestrador : Interesado  
**CONTROL LABORATORIO ANALITICO**  
 Recepción y Ensayo analítico : 14.05.2021/ 10:30 am

**RESULTADOS**

1. PARASITOLÓGICO Y ORGANISMOS DE VIDA LIBRE

COD LAB	MATRIZ	PUNTO DE MUESTREO	Huevos y larvas Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos (presencia / ausencia)	Organismos de vida libre: Algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nematodos en todos sus estadios larvarios (presencia / ausencia)
162	Agua Subterránea	Pozo artesiano – Captación 1	Ausencia	Presencia
<b>METODO</b>			DIGESA-AG-PE-01, Detección de protozoos y helmintos parásitos en agua de bebida, basado en SMEWW APHA, AWWA, WEF, Part. 9711B2 b.3). 21st Edition 2006	DIGESA-AG-PE-01, Detección de protozoos y helmintos parásitos en agua de bebida, basado en SMEWW APHA, AWWA, WEF, Part. 9711B2.b.3). 21st Edition 2006

**Observación:** La muestra presenta organismos de vida libre. Referencia: "Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano" DS N° 031-2010-SA.

**Fecha de Emisión:** 19 de mayo del 2021

GOBIERNO REGIONAL DE SAN MARTIN  
U.E. HOSPITAL II-2 TARAPOTO  
LABORATORIO REFERENCIAL REGIONAL

Biga. Msc. Debra E. Portella Molinarejo  
RESP. UNIDAD MICROB. ALIMENTOS Y AGUAS  
RNBE N° 0258

GOBIERNO REGIONAL DE SAN MARTIN  
DIRECCION REGIONAL DE SALUD  
Mbg. MSc. Heriberto Aravalo Ramirez  
DIRECTOR DEL LABORATORIO REFERENCIAL REGIONAL S.P.S.M

Ilustración 9: Informe de Ensayo N° 090 – UMAA – P/2021 (Fuente: Laboratorio referencial regional de salud pública San Martín, 2021)



DIRECCION REGIONAL DE SALUD SAN MARTIN

LABORATORIO REFERENCIAL REGIONAL DE SALUD PÚBLICA SAN MARTIN



"Año del bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

## INFORME DE ENSAYO N° 093 – UMAA – P/2021

SOLICITANTE : KATHERINE DANITZA BARDALEZ ROJAS  
 DIRECCIÓN : Av. Perú N° 294 - Morales  
 DATOS DEL MUESTREO  
 Procedencia de la muestra : Centro Poblado Las Palmas- Banda de Shilcayo  
 Fecha y hora inicio de muestreo : 17.05.2021 / 11:00 am  
 Muestreador : Interesado  
 CONTROL LABORATORIO ANALITICO  
 Recepción y Ensayo analítico : 17.05.2021/ 12:20 am

## RESULTADOS

## 1. MICROBIOLÓGICO

COD LAB.	MUESTRA		ENSAYO BACTERIOLÓGICO			
	MATRÍZ	PUNTO MUESTREO	Bacterias Heterotróficas (UFC/mL)	Coliformes Totales 35°C (NMP/100 mL)	Coliformes Termotolerantes*44.5 C (NMP/100 mL)	E. coli 44.5°C (NMP/100 mL)
165	Agua subterránea	Pozo artesiano – Captación 1	1.1 x 10 <sup>4</sup>	2.2 x 10 <sup>5</sup>	4.9 x 10 <sup>4</sup>	7.9 x 10 <sup>3</sup>
	METODO		APHA. 9215 B 23rd Ed. 2017	APHA. 9221 B, 23rd Edición. 2017	APHA. 9221 E1, 23rd Edición. 2017	APHA. 9221 F1, 23rd Edición. 2017

**Observación:** Al estudio microbiológico hay considerable numeración de bacterias del grupo coliforme. Se recomienda el tratamiento respectivo para alcanzar los requisitos del "Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano" DS N° 031-2010-SA.

**Fecha de Emisión:** 22 de mayo del 2021

GOBIERNO REGIONAL DE SAN MARTIN  
 U.E. HOSPITAL II-2 TARAPOTO  
 LABORATORIO REFERENCIAL REGIONAL  
 Bfga. Msc. Diana E. Portella Melgarejo  
 RESP. UNIDAD MICROB. ALIMENTOS Y AGUAS  
 RNBE N° 0258

GOBIERNO REGIONAL DE SAN MARTIN  
 DIRECCION REGIONAL DE SALUD  
 Mdlgo. MSc. Heriberto Antonio Ramirez  
 DIRECTOR DEL LABORATORIO REFERENCIAL REGIONAL DE SALUD PUBLICA

Ilustración 10: Informe de Ensayo N° 093 – UMAA – P/2021 (Fuente: Laboratorio referencial regional de salud pública San Martín, 2021)

"Año del bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

**INFORME DE ENSAYO N° 094 – UMAA – P/2021**

**SOLICITANTE** : KATHERINE DANITZA BARDALEZ ROJAS  
**DIRECCIÓN** : Av. Perú N° 294 - Morales  
**DATOS DEL MUESTREO**  
 Procedencia de la muestra : Centro Poblado Las Palmas- Banda de Shilcayo  
 Fecha y hora inicio de muestreo : 17.05.2021 / 11:10 am  
 Muestreador : Interesado  
**CONTROL LABORATORIO ANALITICO**  
 Recepción y Ensayo analítico : 17.05.2021/ 12:20 am

**RESULTADOS**
**1. MICROBIOLÓGICO**

COD LAB.	MUESTRA		ENSAYO BACTERIOLOGICO			
	MATRIZ	PUNTO MUESTREO	Bacterias Heterotróficas (UFC/ mL)	Coliformes Totales 35°C (NMP/100 mL)	Coliformes Termotolerantes*44.5°C (NMP/100 mL)	E. coli 44.5°C (NMP/100 mL)
166	Agua subterránea	Pozo artesiano – Captación 2	2.6 x 10 <sup>2</sup>	7.9 x 10	3.3 x 10	7.8
<b>METODO</b>			APHA. 9215 B 23rd Ed. 2017	APHA. 9221 B, 23rd Edición. 2017	APHA. 9221 E1, 23rd Edición. 2017	APHA. 9221 F1, 23rd Edición. 2017

**Observación:** Al estudio microbiológico hay presencia de bacterias del grupo coliforme. Se recomienda el tratamiento respectivo si va ser utilizado para el consumo humano. Referencia "Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano" DS N° 031-2010-SA.

Fecha de Emisión: 22 de mayo del 2021

GOBIERNO REGIONAL DE SAN MARTÍN  
 U.E. HOSPITAL DE SARAPOTO  
 LABORATORIO REFERENCIAL REGIONAL  
 Bfga. Msc. Delia E. Portella Melgarejo  
 RESP. UNIDAD MICROB. ALIMENTOS Y AGUAS  
 RNBE N° 0258

san Martín  
 DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD  
 Mdtgo. MSc. Heriberto Arévalo Ramírez  
 DIRECTOR DEL LABORATORIO REFERENCIAL REGIONAL DE SALUD

Ilustración 11: Informe de Ensayo N° 094 – UMAA – P/2021 (Fuente: Laboratorio referencial regional de salud pública San Martín, 2021)

**ANEXO 5: PLANOS**  
**(Simulación Hidráulica)**

# Diseño y determinación del sistema de simulación hidráulica de abastecimiento de agua potable en el centro poblado de Las Palmas - San Martín

*por* Katherin Danitza Bardález Rojas

---

**Fecha de entrega:** 28-mar-2023 12:59p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2049227259

**Nombre del archivo:** katherin\_danitza\_bardalez\_rojas\_corregido\_28-03-2023.docx (17.69M)

**Total de palabras:** 18227

**Total de caracteres:** 97399

# Diseño y determinación del sistema de simulación hidráulica de abastecimiento de agua potable en el centro poblado de Las Palmas - San Martín

## INFORME DE ORIGINALIDAD

25%

INDICE DE SIMILITUD

25%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	9%
2	<a href="http://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	4%
3	<a href="http://repositorio.uladech.edu.pe">repositorio.uladech.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
4	<a href="http://repositorio.unsm.edu.pe">repositorio.unsm.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
5	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
6	<a href="http://pirhua.udep.edu.pe">pirhua.udep.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	<1%
8	<a href="http://docplayer.es">docplayer.es</a> Fuente de Internet	<1%