

**UNIVERSIDAD DE HUANUCO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL**



**UDH**  
UNIVERSIDAD DE HUANUCO  
<http://www.udh.edu.pe>

**TESIS**

---

**“Diseño de captación y reservorio de agua en ladera para el abastecimiento de agua potable en las localidades del Distrito de Pachas, Provincia Dos de Mayo - Huánuco”**

---

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**AUTOR: Sanchez Villanueva, Edwin Gregorio**

**ASESOR: Cárdenas Vega, José Antonio**

**HUÁNUCO – PERÚ**

**2022**



# U

### TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis ( X )
- Trabajo de Suficiencia Profesional ( )
- Trabajo de Investigación ( )
- Trabajo Académico ( )

**LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:** Hidráulica  
**AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN** (2020)

### CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

**Área:** Ingeniería, Tecnología

**Sub área:** Ingeniería civil

**Disciplina:** ingeniería civil

# D

### DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniero Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio ( X )
- UDH ( )
- Fondos Concursables ( )

### DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 70246642

### DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 42878755

Grado/Título: Ingeniero en informática y sistemas

Código ORCID: 0000-0003-2365-566X

### DATOS DE LOS JURADOS:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Valdivieso Echevarría, Martin Cesar	Maestro en gestión pública	22416570	0000-0002-0579-5135
2	Gómez Valles, Jhon Elio	Maestro en diseño y construcción de obras viales	45623860	0000-0001-6424-6032
3	Chiguala Contreras, Yasser Everet	Maestro en ciencias económicas, mención: proyectos de inversión	18081080	0000-0001-5877-9377

# H



**UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**  
*Facultad de Ingeniería*  
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL  
FILIAL LEONCIO PRADO

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO(A) CIVIL**

En la ciudad de Tingo María, siendo las 15:00 horas del día **jueves 13 de abril de 2023**, en el Aula 301-EDIF2 de la Filial Leoncio Prado, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los **Jurados Calificadores** integrado por los docentes:

- |   |                   |
|---|-------------------|
| • <b>MG. MARTÍN CÉSAR VALDIVIESO ECHEVARRÍA</b> | <b>PRESIDENTE</b> |
| • <b>MG. JHON ELIO GÓMEZ VALLES</b>             | <b>SECRETARIO</b> |
| • <b>MG. YASSER EVERET CHIGUALA CONTRERAS</b>   | <b>VOCAL</b>      |

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN N° 809-2023-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: "DISEÑO DE CAPTACIÓN Y RESERVORIO DE AGUA EN LADERA PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LAS LOCALIDADES DEL DISTRITO DE PACHAS, PROVINCIA DOS DE MAYO - HUÁNUCO". presentado por el (la) Bachiller. **SANCHEZ VILLANUEVA Edwin Gregorio** para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) Aprabado por Unanimidad con el calificativo cuantitativo de 15 y cualitativo de Buena (Art. 47).

Siendo las 16:30 horas del día jueves 13 de abril de 2023, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

  
\_\_\_\_\_  
Presidente  
\_\_\_\_\_  
Secretario  
\_\_\_\_\_  
Vocal



**UDH**  
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
<http://www.udh.edu.pe>

**UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**

## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Yo, Mg. Ing. José Antonio Cardenas Vega, docente asesor de Tesis del Programa Académico de Ingeniería Civil y designado mediante RESOLUCIÓN N° 1374-2022-D-FI-UDH de fecha 18 de julio de 2022 del Bachiller **SANCHEZ VILLANUEVA, Edwin Gregorio**, del Trabajo de Investigación TESIS titulada "DISEÑO DE CAPTACIÓN Y RESERVOIRIO DE AGUA EN LADERA PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LAS LOCALIDADES DEL DISTRITO DE PACHAS, PROVINCIA DOS DE MAYO - HUÁNUCO".

---

Puedo constar que la misma tiene un índice de similitud del 11% verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Antiplagio Turnitin. Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Tingo María, 07 de junio del 2023.

Atentamente,

---

**Mg. José Antonio Cardenas Vega**

**Asesor**

**COD. ORCID: 0000-0003-2365-566X**

**CIP: 150459**

**DNI: 42878785**

## tercer envío

### INFORME DE ORIGINALIDAD

11%	%	11%	%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

- 1** Jesús Reyes Antolín de. "Sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, utilizando diferentes sistemas de energía, en San Miguel del Progreso, Tlaxiaco, Oaxaca", TESIUNAM, 2009  
Publicación 1%
- 2** #N/A. "Informe de Gestión Ambiental del Proyecto de Instalación del Sistema de Riego en las Comunidades de Llullucha, Quiswarpuquio y Chtwacro-IGA0019122", R.D.G. N° 074-2019-MINAGRI-DVDIAR-DGAAA, 2022  
Publicación 1%
- 3** Martínez Alvarado Cristian Michel. "Diseño del sistema hidráulico urbano de la comunidad rural congregación "El Palmar" en el Municipio de Papantla de Olarte, Veracruz de Ignacio de la Llave", TESIUNAM, 2017  
Publicación 1%
- 4** Esteves Austria Franz, Martínez Alcántara Erick Adrian, Valenzuela Flores Marco Antonio. 1%



Mg. Ing. José Antonio Cardenas Vega

Asesor

COD. ORCID: 0000-0003-2365-566X

CIP: 150459

DNI: 42878785

## **DEDICATORIA**

Este trabajo se la dedico a mi madre por ser parte de mi vida, y por llenarme de su amor incondicional en todo momento.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi madre por estar en cada momento de mi vida, por el respaldo y apoyo incondicional, por llevarme hacia el camino de la rectitud de los principios y valores que los aprendí de ella.

A mis amigos que siempre estuvieron ahí apoyándome con su tiempo, escuchándome cuando tuve que pasar momentos difíciles, y seguir adelante con optimismo y dedicación y respeto que ellos demostraron como profesional.

# ÍNDICE

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTOS .....	III
ÍNDICE .....	IV
ÍNDICE TABLAS .....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VIII
RESUMEN.....	IX
INTRODUCCIÓN .....	X
CAPÍTULO I.....	12
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	12
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	12
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	16
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	16
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	16
1.3. OBJETIVOS.....	16
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	16
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	17
1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA.....	17
1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA.....	18
1.4.3. JUSTIFICACIÓN ACADÉMICA.....	18
1.4.4. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA.....	18
1.4.5. JUSTIFICACIÓN SOCIAL.....	19
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN .....	19
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
1.6.1. VIABILIDAD TÉCNICA .....	20
1.6.2. VIABILIDAD ECONÓMICA .....	20
1.6.3. VIABILIDAD TEMPORAL .....	20
1.6.4. VIABILIDAD ÉTICA .....	20
CAPÍTULO II.....	21
MARCO TEÓRICO .....	21
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	21
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES .....	21

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES .....	22
2.2. BASES TEÓRICAS .....	23
2.2.1. DISEÑO DE CAPTACIÓN EN LADERAS Y RESERVORIO ....	23
2.2.2. ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE .....	35
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES .....	40
2.4. HIPÓTESIS.....	42
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	42
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS .....	42
2.5. VARIABLES .....	43
2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE .....	43
2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE .....	43
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	44
CAPÍTULO III.....	46
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	46
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	46
3.1.1. ENFOQUE.....	46
3.1.2. ALCANCE O NIVEL.....	46
3.1.3. DISEÑO.....	46
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	47
3.2.1. PÓBLACIÓN.....	47
3.2.2. MUESTRA.....	47
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS ...	47
3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN .....	48
CAPÍTULO IV .....	49
RESULTADOS.....	49
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ESTRUCTURALES PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN Y RESERVORIO DE AGUA POTABLE .....	49
4.2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS HIDRÁULICAS PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN Y RESERVORIO DE AGUA POTABLE .....	53
4.3. COSTO DEL DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN Y RESERVORIO DE AGUA POTABLE .....	64

4.3.1. MEJORAS EN EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE CON EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN Y RESERVORIO.....	65
4.4. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS .....	65
CAPÍTULO V .....	67
DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	67
CONCLUSIONES .....	68
RECOMENDACIONES .....	69
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	70
ANEXOS.....	76

## ÍNDICE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de Variables .....	44
Tabla 2 Población de diseño .....	50
Tabla 3 Dotación según región y tipo de UBS en el ámbito rural .....	51
Tabla 4 Gasto promedio.....	51
Tabla 5 Gasto Máximo diario .....	52
Tabla 6 Gasto Máximo Horario .....	52
Tabla 7 Determinación del Qmd para diseño .....	52
Tabla 8 Cuadro comparativo de parámetros físicos – químicos – bacteriológicos.....	53
Tabla 9 Cálculo de la distancia entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda (L) .....	54
Tabla 10 Cálculo de ancho de pantalla (b) .....	54
Tabla 11 Cálculo de la altura de la cámara húmeda (Ht).....	54
Tabla 12 Diseño de la canastilla.....	55
Tabla 13 Valores iniciales para el diseño de línea de conducción .....	56
Tabla 14 Datos de la línea de conducción.....	56
Tabla 15 Determinación del diámetro de la línea de conducción .....	56
Tabla 16 Verificación del método Hazen William.....	57
Tabla 17 Cálculo del volumen de almacenamiento del reservorio .....	57
Tabla 18 Datos del reservorio .....	57
Tabla 19 Dimensiones del reservorio .....	58
Tabla 20 Acero de refuerzo de los elementos del reservorio .....	58
Tabla 21 Verificación de presiones en la red .....	60
Tabla 22 Verificación de velocidades en la red .....	62
Tabla 23 Costo del sistema.....	64

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Infraestructuras de captación y suministro de agua potable inoperativas .....	14
Figura 2 Árbol del problema .....	15
Figura 3 Sistema de abastecimiento de agua potable. ....	25
Figura 4 Ubicación del proyecto .....	49
Figura 5 Dimensiones del reservorio .....	58
Figura 6 Red de distribución .....	59

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo principal realizar el diseño de captación y reservorio de agua en ladera para el abastecimiento de agua potable en las localidades del distrito de Pachas, provincia Dos de Mayo, Huánuco. La investigación fue de tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo, alcance explicativo y diseño no experimental; la población estuvo conformada por los 164 habitantes de las localidades del distrito de Pachas. Para el desarrollo de la investigación se realizó una inspección de la zona en estudio para determinar datos referentes a la población actual, topografía y fuentes de abastecimiento. Como resultado se obtuvo el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable proyectado para un periodo de 20 años, compuesto por una captación de manantial de ladera, una línea de conducción de  $\Phi 2''$ , reservorio rectangular con capacidad de  $10.00 \text{ m}^3$  y red de distribución con tuberías de PVC C-10 de diámetros  $\frac{1}{2}''$ ,  $\frac{3}{4}''$  y  $1 \frac{1}{2}''$ . Se concluyó que, el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable permite mejorar el abastecimiento de agua, incrementando la calidad y disponibilidad del servicio.

Palabras Clave: Reservorio, captación, abastecimiento, agua potable, línea de conducción, red de distribución.

## INTRODUCCIÓN

El acceso a agua potable es un derecho fundamental de los seres humanos. Las localidades que no tienen acceso a agua limpia por lo general tienen elevados índices de pobreza. Sin embargo, la Organización de Naciones Unidas (ONU) advierte que, para el año 2020, alrededor de 785 millones de personas en el mundo carecían de servicios básicos de agua potable, la mayoría de ellos pertenecientes a zonas rurales. Este panorama se vive en las localidades de Bandera Puquio y Rondobamba del distrito de Pachas, donde las estructuras de captación y suministro de agua se encuentran inoperativas, obligando a los usuarios a trasladarse a pie o en transporte animal para obtener el agua que necesitan.

En este sentido, el presente trabajo tiene como propósito la determinación de los parámetros que deben ser considerados en el diseño de un sistema de captación y reservorio de agua potable para las localidades rurales del distrito de Pachas, en vista del limitado acceso que tienen los pobladores al vital líquido. El trabajo se encuentra estructurado de la siguiente manera:

Capítulo I. Problema de investigación: contiene la descripción y formulación del problema, define los objetivos del estudio y presenta la justificación, limitaciones y viabilidad del proyecto.

Capítulo II. Marco teórico: contiene una revisión de los antecedentes relacionados al tema en estudio, tanto a nivel internacional como nacional, también se presentan las bases teóricas necesarias para el desarrollo de la investigación. Además, contiene las hipótesis y las variables de investigación.

Capítulo III: Metodología de la investigación: contiene información acerca del tipo de investigación, enfoque, alcance y diseño. También incluye la población y muestra, las técnicas e instrumentos de recolección de datos y las técnicas para el procesamiento y análisis de la información.

Capítulo IV: Resultados: en este capítulo se presentan los resultados obtenidos y la contrastación de hipótesis.

Capítulo V: Discusión de los resultados: se presenta una contrastación de los resultados obtenidos con los antecedentes consultados.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

# **CAPÍTULO I**

## **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

De acuerdo con la ONU (2011), en año 2010 se realizó el reconocimiento como un derecho humano, de los países miembros de las Naciones Unidas, al acceso al agua y al saneamiento, siendo considerado una de las conquistas y avances de la humanidad como irreversible y permanente. En este sentido, la Corporación Andina de Fomento (2016) indicó que dicho reconocimiento establece un compromiso para la mayoría de los gobiernos del mundo, así como también el establecimiento de prioridades y la unificación de esfuerzos de los diferentes organismos bilaterales y de las agencias de cooperación internacional en dar prioridad al acceso a los servicios básicos de agua y de saneamiento que permitan dignificar la condición humana, especialmente para los más pobres y desfavorecidos.

Así mismo, la Corporación Andina de Fomento (2016) plantea que para los altos funcionarios y los responsables de la toma de decisiones, reconocer y comprender como prioridad dentro de los programas y políticas públicas la administración y la distribución del agua como un derecho básico, por lo tanto, existe una responsabilidad moral y humanitaria por parte de los gobiernos en proveer y/o garantizar a las poblaciones más vulnerables y que se encuentran económicamente marginadas al acceso a dichos servicios.

De acuerdo con el PCM (2015) América Latina y el Caribe ha tenido un crecimiento constante en relación a las coberturas para el acceso al agua, alcanzando para el año 2015 acceso mejorado al servicio de agua del 84 % de la población rural, sin embargo, el Perú alcanzo solamente un 69% de mejora en temas de acceso al agua para las poblaciones rurales.

A pesar del esfuerzo de Estado Peruano por masificar el acceso al agua potable mediante los acueductos públicos y plantas de suministro locales, muchos departamentos y provincias del interior del país enfrentan problemas importantes para el acceso al vital líquido en cantidad y calidad, exigiendo la

puesta en marcha de soluciones de ingeniería civil que permitan mitigar y/o enfrentar el problema.

En este sentido, el departamento de Huánuco, ubicado en el centro del país y organizado desde un punto de vista político-administrativo en 11 provincias y 77 distritos, ha presentado, de acuerdo al estudio realizado por Tarqui-Mamani et al (2016) problemas en la calidad bacteriológica del suministro del agua, reportando presencia de coliformes totales en 1 de cada 5 partes de agua evaluadas, de igual manera OECD (2017) expuso que de acuerdo con las cifras del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), el 52,5% sus habitantes no cuenta con suministro de agua potable, existiendo un déficit importante de sistemas de acopio, tratamiento y distribución de agua. En este marco, el Banco Central de la Reserva del Perú (BCRP) (2015) sugiere, que: “En lo que respecta al abastecimiento de agua, la región de Huánuco muestra un importante retraso respecto a la cobertura existente en el resto del país, si se mide en términos de producción de metros cúbicos de agua por habitante” (p. 139).

En este sentido y de acuerdo con cifras del INEI (2017), se encuentra en riesgo una población proyectada de 888,845 habitantes para el año 2020, de la cual no escapa los habitantes de la Provincia Dos de Mayo, la cual agrupa el 6,15% del departamento, y es una zona netamente rural con vocación agrícola. En dicha provincia se ubica el distrito de Pachas el cual contiene pequeñas localidades o caseríos emplazados en una altitud de 2,500 y 3,000 m.s.n.m como Bandera Puquio con 34 habitantes y Rondobamba con 130 habitantes, los cuales no cuentan con suministro de agua potable y deben recorrer distancias importantes para el acarreo de agua de caseríos vecinos.

La problemática que enfrenta las localidades de Bandera Puquio y Rondobamba del distrito de Pachas, de acuerdo a lo informado por RPP (2018) se explica en primer lugar por la ineficiencia de la inversión en el sector, la cual se expresa por el retraso en la formulación, contratación y ejecución de proyectos de infraestructura rural, poco mantenimiento de las obras existentes e insostenibilidad de muchas empresas prestadoras del

servicio, todo ello se ha traducido en el hecho que 67% de la población rural no cuente con acceso a dicho recurso.

En este sentido, en las localidades de Bandera Puquio y Rondobamba del distrito de Pachas, existen estructuras de captación y suministro de agua que ya cumplieron su vida útil y están inoperativas (Figura 1).

**Figura 1**

*Infraestructuras de captación y suministro de agua potable inoperativas*



Por ello, los pobladores de dichas localidades deben recorrer distancias considerables para acarrear el agua a pie o en transporte animal, y soportar las difíciles condiciones climáticas de la zona hasta llegar a captaciones aledañas o en algunos casos pagar el servicio a camiones cisternas cuya calidad microbiológica no está garantizada.

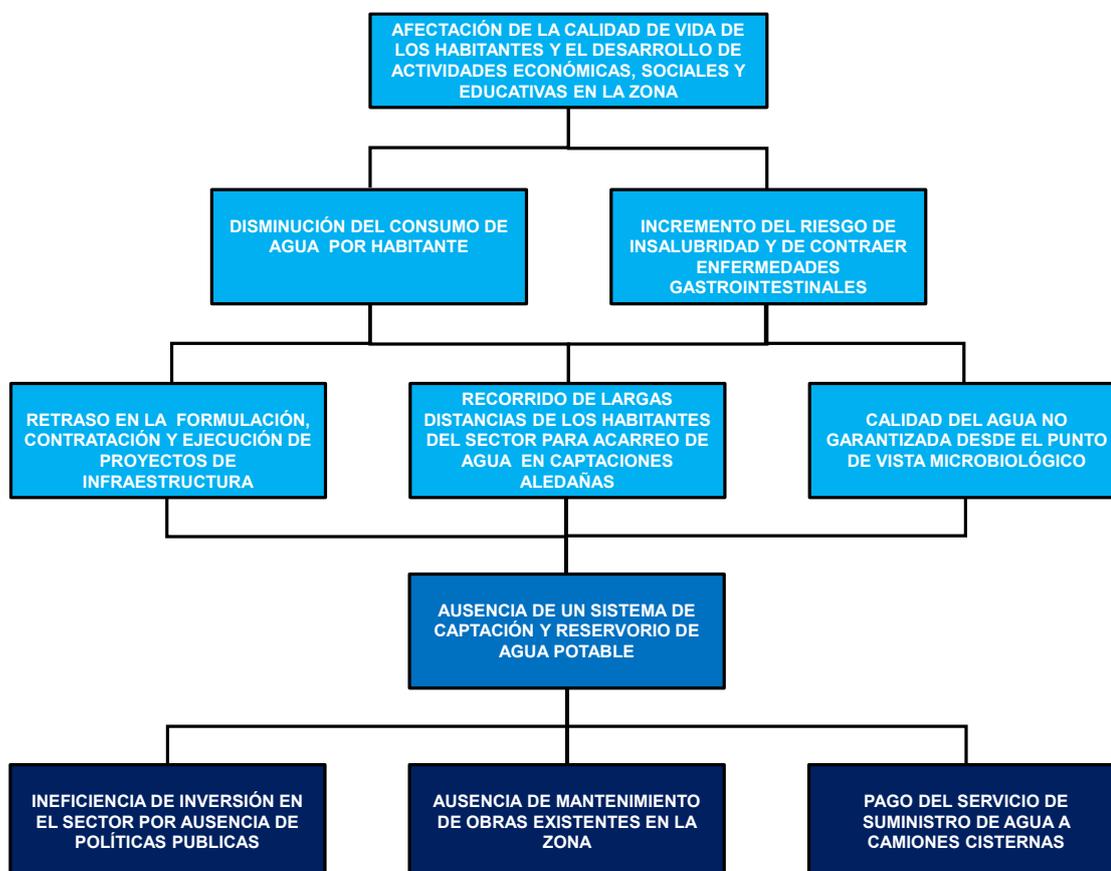
De esta manera, al no contar con un sistema de captación y reservorio de agua, eficiente y confiable, se limita de forma considerable la cantidad de este líquido que puede utilizar cada habitante para las preparaciones alimenticias y aseo diario, elevando el riesgo de insalubridad, y de contraer enfermedades gastrointestinales, que afectan notablemente la calidad de vida de los pobladores. En efecto, según una encuesta rápida realizada entre los pobladores del sector, se evidenció una prevalencia de 26% de enfermedades diarreicas y 21% de enfermedades infecciosas, entre otras, acentuándose más estas enfermedades en los niños y adultos mayores.

De igual manera, al no contar con un suministro de agua potable se dificulta el desarrollo de las actividades económicas, educativas y sanitarias,

repercutiendo en el desarrollo físico e intelectual de las personas. Ante dicha problemática, la investigación se enfoca en proponer un sistema de captación de laderas y reservorio, cuya principal ventaja es que se adapta de forma sostenible a las condiciones hídricas de la zona, facilitando el curso natural del agua, optimizando el proceso de captación y minimizando el déficit existente del recurso. De igual manera, la propuesta se basa en la simplificación de las operaciones de utilización y mantenimiento de la infraestructura.

La figura 2 muestra un árbol del problema en el cual se visualiza de mejor manera las causas que propician el problema de estudio y los efectos que se producirían de no atender dicha problemática en tiempo.

**Figura 2**  
*Árbol del problema*



## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. PROBLEMA GENERAL**

¿De qué manera el diseño de un sistema de captación y reservorio de agua en ladera mejorará el abastecimiento de agua potable en las localidades del distrito de Pachas, Provincia Dos de Mayo –Huánuco?

### **1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

- ¿Cuáles son las especificaciones técnicas estructurales a considerar en el diseño de un sistema de captación y reservorio de agua potable en las localidades del distrito de Pachas, Provincia Dos de Mayo – Huánuco?
- ¿Cuáles son las especificaciones técnicas hidráulicas a considerar en el diseño de un sistema de captación y reservorio de agua potable en las localidades del distrito de Pachas, Provincia Dos de Mayo – Huánuco?
- ¿Cuál es el costo del diseño de un sistema de captación y reservorio de agua potable en las localidades del distrito de Pachas, Provincia Dos de Mayo –Huánuco?
- ¿Cómo mejoraría el abastecimiento de agua potable con el diseño de un sistema de captación y reservorio de agua potable en las localidades del distrito de Pachas, Provincia Dos de Mayo –Huánuco?

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Diseñar un sistema de captación y reservorio de agua en ladera para el abastecimiento de agua potable en la localidad del distrito de Pachas, Provincia Dos de Mayo – Huánuco

### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar las especificaciones técnicas estructurales a considerar en el diseño de un sistema de captación y reservorio de agua potable

en las localidades del distrito de Pachas, Provincia Dos de Mayo – Huánuco.

- Determinar las especificaciones técnicas hidráulicas a considerar en el diseño de un sistema de captación y reservorio de agua potable en las localidades del distrito de Pachas, Provincia Dos de Mayo – Huánuco.
- Determinar el costo del diseño de un sistema de captación y reservorio de agua potable en las localidades del distrito de Pachas, Provincia Dos de Mayo –Huánuco
- Evaluar la mejora en el abastecimiento de agua potable con el diseño de un sistema de captación y reservorio de agua potable en las localidades del distrito de Pachas, Provincia Dos de Mayo –Huánuco.

#### **1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA**

La justificación teórica de la investigación radica en la posibilidad de generar aportes al conocimiento basados en la importancia del diseño de un sistema de captación y reservorio de agua en ladera para el abastecimiento de agua potable y que permitirán mejorar las realidades locales en zonas de difícil acceso a servicios básicos y habitabilidad, de esta manera se logrará incrementar el acervo de conocimientos y soluciones propias de la ingeniería civil, ya que como plantean Escobar y Rivera (2015), todo sistema de abastecimiento de agua potable es la conjunción de obras de ingeniería civil dirigidas a la captación, el tratamiento, la conducción, la regulación y la distribución de agua para una comunidad; todo de conformidad a lo indicado en la Resolución N° 192-2018-Vivienda Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural.

#### **1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA**

Desde una perspectiva práctica la investigación es trascendente pues la propuesta permitirá mejorar la calidad de vida de los 164 habitantes de las comunidades donde se presenta el problema de estudio y que les afecta en su quehacer diario. De este modo las entidades públicas o estatales tendrán un precedente con el cual analizar las posibles alternativas que se plantearían en situaciones similares, pues de acuerdo a la Corporación Andina de Fomento (2016) dentro del denominado nuevo pacto social por el agua y el saneamiento rural, se hace necesario establecer nuevos consensos en la agenda política y social que garantice el acceso universal a dichos servicios, a partir de la construcción de una visión y un enfoque nuevos orientados al el desarrollo rural propiciando servicios básicos de calidad.

#### **1.4.3. JUSTIFICACIÓN ACADÉMICA**

La investigación servirá para poner en marcha todo el conjunto de conocimientos académicos teórico - prácticos adquiridos durante el desarrollo de la carrera de ingeniería civil, asimismo, se utilizará como un antecedente académico a otras investigaciones similares.

#### **1.4.4. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA**

Según la OMS (2020) un ser humano requiere de al menos 100 litros de agua por día, para satisfacer sus requerimientos de alimentación e higiene; no obstante, los habitantes de las localidades del distrito de Pachas, Provincia Dos de Mayo –Huánuco, poseen un déficit importante en cantidad y calidad, por tanto, la investigación constituye un aporte relevante para la transformación de dicha realidad.

Para Lossio (2012), este tipo de estudios han demostrado que la inversión inicial aproximada de este tipo de sistemas de captación de agua es de S/. 694,219.28 (seiscientos noventa y cuatro mil doscientos diecinueve soles con veintiocho céntimos) estableciéndose una cuota estimada de servicio de abastecimiento de agua instalado entre 2.5 a 3

dólares por familia al mes, lo que permitirá satisfacer a una población estimada de 614 habitantes quienes recibirán una dotación de 50 lt/hab/día (siendo un criterio de diseño razonable a partir de los sistemas de abastecimiento de agua que se da en las piletas públicas), lo que genera un impacto positivo en la comunidad al mejorar su calidad de vida y salvaguardar la calidad de los recursos naturales.

#### **1.4.5. JUSTIFICACIÓN SOCIAL**

La Corporación Andina de Fomento (2016) plantea que las personas tienen derecho al agua y esto se relaciona de manera estrecha con la calidad, la continuidad y la asequibilidad del servicio, por lo tanto, es deber del Estado adoptar nuevos modelos de servicios que permitan atender a las poblaciones rurales y más vulnerables; así mismo es obligación de los ciudadanos proteger los recursos hídricos y a su vez contribuir a la sostenibilidad del servicio prestado. En este sentido, los pobladores de la zona de estudio al contar con un mejor suministro de agua tendrán una mejor calidad de vida y por ende se potenciarán las actividades económicas, educativas y sociales dentro del territorio estudiado.

#### **1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

Dentro de las posibles limitaciones al ejecutar el proyecto, se encuentran:

- La falta de motivación y participación de los habitantes del centro poblado; asimismo, de los entes gubernamentales, lo que puede incidir en el acopio de información confiable y de calidad en la zona de estudio que permita tener una visión más clara para el desarrollo del proyecto.
- Dificultad en el acceso a áreas del proyecto, bien sea por la topografía accidentada y los riesgos que implica acceder a la misma.
- Elevados costos y tiempos en la recolección de información previa, como estudio topográfico, estudio de suelo, análisis físico químico del agua, entre otros aspectos.

## **1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.6.1. VIABILIDAD TÉCNICA**

Este estudio es viable técnicamente, debido a que existe toda la disponibilidad desde el punto de vista humano, técnico, equipamiento para ejecutarlo, así mismo no se han generado inconvenientes con la calidad de los resultados o el equipo empleado para el muestreo, permitiendo de este modo cumplir con los plazos de entrega y fechas del cronograma establecido, lo que incidirá ampliamente en el cumplimiento del propósito trazado en la investigación.

### **1.6.2. VIABILIDAD ECONÓMICA**

La presente investigación es viable desde el punto de vista económico, debido a que se estima que el costo involucrado para ejecutarlo sea manejable dentro de lo que es una investigación descriptiva y que no requerirá de desembolsos de grandes cantidades de dinero por parte del investigador.

### **1.6.3. VIABILIDAD TEMPORAL**

El diseño del sistema de captación y reservorio de agua potable es viable en el tiempo, ya que como se ha evidenciado en distintas investigaciones, este tipo de sistemas con un mantenimiento adecuado puede alcanzar una vida útil entre los 20 a 25 años, garantizando el abastecimiento de agua a la población actual y futura (Resolución N° 192-2018-Vivienda, 2018).

### **1.6.4. VIABILIDAD ÉTICA**

Desde el punto de vista ético, esta investigación será viable porque permitirá cumplir con las normas del ejercicio de la ingeniería, así mismo, desde el punto de vista científico se enmarca dentro de los estándares aprobados y establecidos para el desarrollo de investigaciones científicas, estando sustentado en criterios de anonimato, investigación inédita y originalidad.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

##### 2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Mikuc, Centelles y Castillo (2018), realizaron una investigación titulada: *“Agua para Colipilli. Experiencia de trabajo comunitario para mejorar el abastecimiento y la calidad del agua”*. Entre las conclusiones de la investigación se afirma que el proyecto ejecutado se basó en la construcción de un sistema de captación a partir de una vertiente de ladera, aducciones de manguera y el almacenamiento en tanques comunitarios de tipo individual de 400 l. Según los autores, este sistema ecológico tiene la ventaja que permite captar una parte del flujo natural y dejar que gran parte siga su flujo natural minimizando el impacto ambiental. También afirman la importancia del establecimiento de acuerdos comunitarios para garantizar el mantenimiento de la estructura, siendo la inversión del Estado para el desarrollo del proyecto de US\$ 183.019 (ciento ochenta y tres mil diecinueve dólares estadounidenses).

Cañar (2016), efectuó una investigación titulada: *“Diseño de la red de agua potable del caserío El Chilco La Esperanza del cantón Tisaleo de la provincia de Tungurahua”*. Los resultados indican que el diseño empleó una fuente de captación de manantial de ladera, la cual tiene la ventaja de proteger los afloramientos de la contaminación y evitar la obstrucción de los mismos. También recomiendan tomar en cuenta la ubicación de válvulas tanto de desagües como de aire, con el fin de no tener ningún problema con la nueva tubería comunitaria. Dentro de las conclusiones de este estudio el agua alcanza un Ph = 6,82, por lo que se considera dentro del límite máximo permisible (6.5 a 9.5) según lo establecido en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108 – 2011: Agua potable. Requisitos.

Barreda y Contreras (2016), desarrollaron un trabajo titulado: “Estudio de factibilidad del proyecto de abastecimiento de agua potable y saneamiento de la comunidad Luz de Bocay, en el municipio San José de Bocay”. El proyecto propone la construcción de dos cajas de captación para manantiales de laderas las cuales contarán de una protección al afloramiento, una cámara húmeda donde se regulará el caudal a utilizarse, con un dispositivo de salida a la línea de conducción y excedente del manantial, ambas fuentes ubicadas en el Cerro La Tronca. Dentro de sus conclusiones se obtuvo del estudio hidráulico que las presiones en las tuberías de la red de distribución se encuentran dentro de los parámetros normales de 5m de presiones mínimas y 50m de presiones máximas con un periodo de diseño de 20 años; la inversión total fue de US\$ 2,359,700.06 (dos millones trescientos cincuenta y nueve mil setecientos dólares estadounidenses más seis centavos).

### **2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES**

Quispe (2019), realizó una investigación titulada: “Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Asay, distrito Huacrachuco, provincia Marañón, región Huánuco y su incidencia en la condición sanitaria de la población – 2019. El trabajo concluye proponiendo un sistema de mejoramiento del sistema de agua potable para el caserío consistente en la construcción de una nueva captación de ladera (Yacuñawin) con  $Q=1.54\text{lit/seg}$  la cual abastecerá a los 610 habitantes del caserío hasta el 2039, mediante una línea de conducción de 327m, CRP tipo 6 y 7, incluyendo accesorios del reservorio e instalaciones de 170m de tubería y un cuerpo de válvulas en la red de distribución que permitirá beneficiar la totalidad de la población, mejorando de forma considerable su condición sanitaria.

Paredes (2019), presentó un trabajo titulado: “Diseño de la cámara de captación, línea de conducción y reservorio de almacenamiento de agua potable del caserío Pucapampa, distrito de Jimbe, provincia del Santa, región Ancash – 2017”. Entre las conclusiones más importantes se tiene que el diseño de la cámara de captación de ladera posee unas

dimensiones de 1 m<sup>3</sup>; asimismo, para el diseño de líneas de conducción se basó en el caudal máximo diario de 0.30 l/s y una línea de conducción con un diámetro de 1", con un volumen de abastecimiento de 10 m<sup>3</sup>. De igual modo, se obtuvo que la fuente de captación es de manantial de ladera, con un caudal de 1.21 l/s, que permitirá abastecer a 130 habitantes para un periodo de diseño de 20 años. Respecto a la mejora que beneficio a la población fue favorable debido a que se cumplió con los requerimientos que establece la OMS para la calidad del agua para consumo humano, el cual es de 100 litros por persona al día y debe ser adecuada para el consumo humano y para el uso doméstico habitual incluyendo el higiene personal, por lo tanto, debe estar libre de sustancias químicas, organismos patógenos, impurezas y cualquier tipo de contaminación que pueda generar problemas de salud al ser humano.

Luján (2017), realizó una investigación titulada "Diseño del Sistema de Agua Potable y Saneamiento Rural en los Caseríos de Cayamus, Carata Bajo y San Francisco del Distrito de Agallpampa, Provincia de Otuzco, Departamento La Libertad". El trabajo concluyó con el diseño de un sistema bajo un gasto máximo diario de 0.41 l/s, abastecido mediante una captación de manantial de ladera con dos orificios de 2" de diámetro, asimismo, posee una línea de conducción con clase de tubería de 7.5 y diámetro de tubería de 2", un reservorio con un volumen de 15 m<sup>3</sup>, para un periodo de diseño hasta el año 2039. El estudio de costo arrojó un presupuesto total para la obra de S/. 3,329,251.91. (tres millones trescientos veintinueve mil doscientos cincuenta y uno dólares estadounidenses más noventa y uno centavo)

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. DISEÑO DE CAPTACIÓN EN LADERAS Y RESERVORIO**

Las obras de captación en laderas y reservorio de agua están asociadas a construcciones de sistemas de abastecimiento de agua en zonas rurales, en este sentido, Agüero (1997), describe este sistema con

cinco elementos que se describen a continuación y se pueden visualizar en la figura 2:

➤ **Cámara de captación**

Es una caja que hace el papel de una trampa ubicada en la zona alta de la población vinculada a la que se le abastecerá del vital líquido, está construida de forma sencilla con el fin de resguardar de la contaminación el agua por la presencia de cuerpos y agentes contaminantes.

➤ **Línea de conducción**

Es el sistema de tuberías que transportará el agua desde la cámara de captación hasta el reservorio donde se almacenará ésta.

➤ **Reservorio de almacenamiento**

Es el lugar donde quedará almacenada el agua para su posterior consumo por la población, cuando esté en óptimas condiciones para ello.

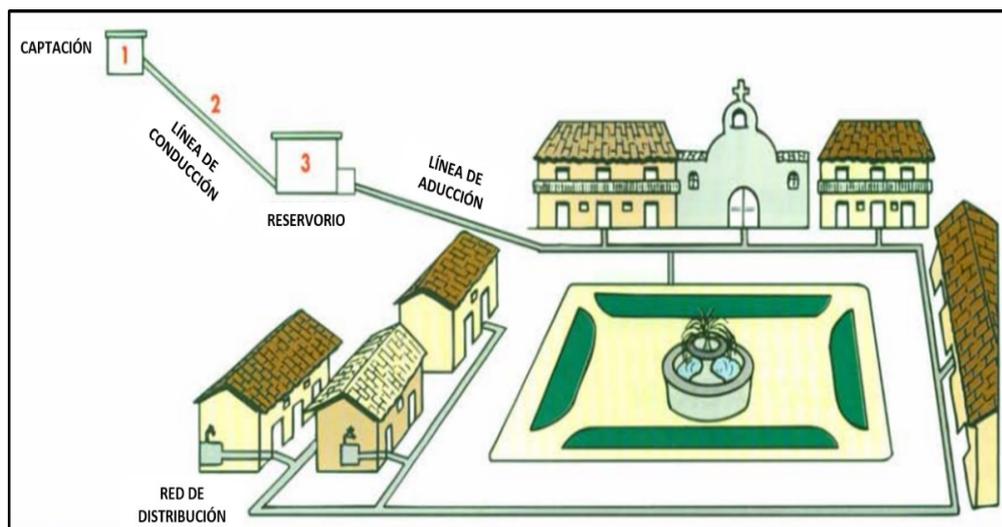
➤ **Línea de aducción**

La línea de aducción es el sistema de tuberías que conduce el agua desde el reservorio de almacenamiento hasta el inicio de la red de distribución

➤ **Red de distribución**

Está constituido por el conjunto de tuberías e instalaciones que permiten el abastecimiento hasta los diferentes sectores del centro poblado; las conexiones domiciliarias forman parte de esta red.

**Figura 3**  
Sistema de abastecimiento de agua potable.



Nota: La figura muestra las etapas para el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad sin tratamiento. Tomado de Agüero (1997), CARE Perú (2001).

### 2.2.1.1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ESTRUCTURALES

Según Agüero (1997) así como lo previsto en la Resolución N° 192 (2018), las fases o etapas para el desarrollo de una red de distribución son las siguientes:

#### ➤ Estudio de campo y recopilación de la información

En esta fase o etapa se considera el inicio de este tipo de proyecto, se realiza para conocer la zona, reconocer y estudiar a cuanta población se va a abastecer del vital líquido, consta del siguiente estudio:

*Información social.* Consta de tres factores, la población, el nivel de organización de la población y su actividad económica. Para la recolección de esta información En este punto es necesario hacer sinergia con la población vinculada al sistema de distribución y almacenamiento de agua, del mismo modo que con los organismos gubernamentales como alcaldía, municipalidad, ya que es necesario conocer los datos de la población, las características

sociodemográficas, la motivación de los pobladores de la zona en la construcción del sistema.

➤ **Información técnica**

- *Investigación de la fuente de agua.* En este punto se recopila información sobre el consumo actual y el reconocimiento y elección de la fuente.
- *Topografía.* Es importante tener planos de la topografía de la zona para visualizar las cotas o alturas de la zona.
- *Clima.* El clima es tomado en cuenta para una mejor planificación del proyecto y para tomar precauciones en cuanto a la temperatura de fraguado del concreto.
- *Tipo de suelo.* El tipo de suelo es necesario para estimar los costos de las excavaciones.
- *Información complementaria.* Información referida a mercados cercanos, centros de comercio, localizar fuentes de distribución de materiales de construcción.

➤ **Población de diseño y demanda de diseño**

Los elementos a tomar en cuenta en este punto, se analizan para que la obra de construcción no solo sea una solución para el presente, sino que asegure el abastecimiento de agua para las generaciones futuras, es decir, se realiza una proyección de la población en el tiempo.

-*Periodo de diseño.* Es el parámetro a tomar en cuenta para que el diseño sea funcional en el tiempo; por ello los elementos a tomar en cuenta son: vida útil de las instalaciones, factibilidad de construcción y tendencias de crecimiento.

-*Métodos de cálculo.* En los que destacan: Métodos analíticos, basado en la estimación de la población empleándose para ello una curva matemática, entre los que se destacan el método de la curva

normal, el aritmético, el geométrico, la ecuación de segundo grado, el logístico, el exponencial, el de los mínimos cuadráticos y el de los incrementos. Métodos comparativos, son aquellos que emplean elementos gráficos para la estimación de la población, bien sea a partir de los datos censales de la región de estudio o a partir de la información de crecimiento poblacional similar a la región estudiada. Método racional, se basa en un estudio socioeconómico de la región estudiada a partir del crecimiento vegetativo el cual considera el número de nacimientos, defunciones emigraciones, inmigraciones y la población flotante. Para efectos de esta investigación, se considerará el método analítico de crecimiento aritmético.

➤ **Demanda de agua**

*Factores que afectan el consumo.* Tomando en cuenta el tipo de comunidad, factores económicos, sociales y climáticos de la comunidad se puede estimar la demanda de agua del centro poblado.

*Demanda de dotaciones.* De acuerdo con el Ministerio de Salud (1984), se debe tomar en cuenta la zona geográfica, el clima y hábitos de costumbre la demanda en el servicio a alcanzar viene dado por:

a) Costa: 50 – 60 l/hab./día

b) Sierra: 40 – 50 l/hab./día

c) Selva: 60 - 70 l/hab./día

Así mismo, el Ministerio de Salud (1984), establece que, según la población del centro poblado, la demanda de abastecimiento vendrá dada por:

a) Hasta 500 hab. – 60 l/hab./día

b) 500 – 1000 hab. – 60 - 80 l/hab./día

c) 1000 – 2000 hab. – 80 – 100 l/hab./día

- *Variaciones periódicas.* La variación en la demanda del consumo va a depender de factores como: tipo de actividad de la población, condiciones climáticas.
- *Consumo promedio diario anual (Qm).* Según Agüero (1997) es la estimación del consumo per cápita para la población futura del periodo del diseño, esta vendrá dada en unidades de litros por segundos (l/s) y se calcula con la ecuación 1:

$$Q_m = \frac{P_f \times \text{dotación } (d)}{86,400 \text{ s/día}}$$

(Ecuación 1)

Donde:

Qm = consumo diario promedio diario (l/s)

Pf = población futura (hab.)

d = dotación (l/hab./día)

- *Consumo máximo diario (Qmd) y horario (Qmh).* DE acuerdo con Agüero (1997), para determinar el consumo máximo diario se considerará entre el 120% y 150% del consumo promedio diario anual, se recomienda el 130%.

### ➤ **Tipos de fuentes de agua**

En este punto se define el tipo de fuente de agua a emplear, si será aguas de lluvia (o fuente pluvial), aguas superficiales que son las provenientes de lagos, ríos, arroyos, etc., cercanos al centro poblado y aguas subterráneas, las provenientes manantiales, galerías filtrantes y pozos (Agüero, 1997).

- *Selección del tipo de fuente:* La selección del tipo de fuente dependerá de las características topográficas de la zona y de los reservorios de agua natural que existan, por lo tanto, a partir de la información de la zona y demanda de suministro de agua, se deberá escoger la fuente de agua más idónea, recurriéndose incluso a emplear combinación de fuentes a efectos de poder garantizar el suministro necesario para la población (Agüero, 1997).

*Cantidad de agua.* Puede calcularse según:

Método volumétrico: El cual consiste en determinar el tiempo en el cual se llena un recipiente con un volumen conocido. Posterior a ello se divide el volumen en litros entre el tiempo promedio en segundos, obteniéndose el caudal (l/s) (Agüero, 1997).

Método de velocidad – área: Permite medir la velocidad del agua superficial que transita por un manantial a partir del tiempo que tarda un objeto flotante en llegar de un punto a otro dentro de una sección uniforme, estando establecida previamente la distancia entre ambos puntos. Cuando la profundidad del agua es menor a 1 metro, la velocidad promedio del flujo se considera el 80% de la velocidad superficial (Agüero, 1997).

#### ➤ **Calidad del agua**

Estará en función de los parámetros que indiquen los estándares sobre calidad de agua para consumo humano. Los requerimientos mínimos aceptados serán: que esté libre de microorganismos patógenos, que posea baja turbidez y no ser salina. Para ello se tomará en consideración lo establecido en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA del Ministerio de Salud del año 2011.

### **2.2.1.2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS HIDRÁULICAS**

De acuerdo con Agüero (1997) y en base a lo establecido en la Resolución N° 192 (2018), las especificaciones técnicas hidráulicas plantean cómo será el diseño desde el sistema de captación y el tránsito del líquido al reservorio hasta llegar a la red de distribución. Es por ello que el diseño hidráulico y dimensiones de la captación estará estrechamente relacionada con la topografía de la zona, la textura del suelo y el tipo de manantial, es decir, la fuente; la intención es tratar de no alterar el estado natural de la fuente (en la medida de lo posible), pues cualquier tipo de obstrucción que se origine traería consecuencias no deseadas como lo es que el agua cree otro cauce y la fuente cambie de ubicación o que desaparezca.

Según Ipurre (2017), se hace necesario incorporar las características de diseño que genere una estructura de captación en la que se considere el control adecuado del agua, la oportunidad de sedimentación, la estabilidad estructural, la prevención de una contaminación futura y la facilidad de realizar actividades de operación e inspección.

En base a lo descrito anteriormente, dentro de las especificaciones técnicas hidráulicas se requerirá tener presente:

#### **➤ Tipos de captación**

Agüero (1997) indica que debido a que la captación depende del tipo de fuente y de la calidad y cantidad de agua, el diseño de captación se caracterizará por tener una estructura típica. Si la fuente de agua es un manantial de ladera y concentrado, la estructura de captación estará constituido por tres partes: 1) protección del afloramiento, 2) cámara húmeda con el fin de regular el gasto a ser utilizado y 3) cámara seca con la finalidad de proteger la válvula de control. La protección de la fuente se basa en una losa de concreto que cubre toda el área adyacente al afloramiento

evitando así el contacto con el exterior y de esta manera evitar la contaminación. A lo largo de la pared se agrega material granular clasificado para evitar el socavamiento del área adyacente a la cámara.

Ahora bien, si la fuente de agua es un manantial de fondo y concentrado, la estructura de captación será una cámara sin fondo que rodee el punto en donde brota el agua, y estará constituida por dos partes: 1) una cámara húmeda para el almacenamiento del agua y la regulación del gasto a utilizarse y 2) una cámara seca cuyo fin es el de proteger las válvulas de control de salida y desagüe.

Cuando la fuente de agua es un arroyo o riachuelo, la estructura de captación serán muros de encauzamiento de acuerdo al caudal de del arroyo, una loza que evite el socavamiento del cauce, un barraje que atraviese desde un muro de encauzamiento a otro para de esta forma desviar el agua a un canal de derivación y una compuerta metálica que tiene como propósito la regulación del caudal o desviar el agua para las actividades de mantenimiento del sistema.

#### ➤ **Diseño hidráulico y dimensionamiento**

Para la captación de un manantial de ladera y concentrado: Se deberá conocer el caudal máximo de la fuente para de esta manera determinar el diámetro de los orificios de entrada a la cámara húmeda que permita captar el caudal. Así mismo se hará necesario también determinar la distancia entre el afloramiento y la cámara húmeda, ya que de esta manera se conocerá la velocidad de pase y pérdida del orificio de salida. También es necesario calcular el ancho de la pantalla, la altura de la cámara húmeda, diámetro de la canastilla y determinación de la tubería de rebose y limpieza (Agüero, 1997).

Para la captación de un manantial de fondo y concentrado; Se deberá determinar el ancho de la pantalla, la altura de la cámara húmeda, diámetro de la canastilla y determinación de la tubería de rebose y limpieza (Agüero, 1997).

➤ **Diseño estructural**

Para el diseño estructural será necesario tomar en consideración el peso, el empuje de la tierra y la sub-presión, de esta manera se podrá garantizar la estabilidad del muro a partir de la verificación de una carga unitaria que sea igual o menor a la capacidad de carga del terreno; ahora bien, para garantizar la estabilidad del muro al deslizamiento y al volteo, se deberá verificar la existencia de un coeficiente de seguridad que sea no menor a 1.6 (Agüero, 1997).

➤ **Línea de conducción**

Según Agüero (1997), los criterios de diseño para la línea de conducción están relacionados con la carga disponible (relacionado con la diferencia de nivel entre la captación y el reservorio), el gasto del diseño (relacionado al gasto máximo diario estimado), el tipo de tubería y sus diámetros (a partir de las máximas presiones que ocurran en la línea de carga estática) y las estructuras complementarias (como lo son las válvulas de aire y de purga y las cámaras de rompe presión).

➤ **Reservorio de almacenamiento**

Para Agüero (1997), las consideraciones básicas a tomar en cuenta serán: la capacidad del reservorio, el diseño del reservorio, el tipo de reservorio y su ubicación, la caseta de válvulas y accesorios.

### ➤ **Red de distribución**

Se deberá tomar en cuenta el tipo de red, de acuerdo a Tutoriales al Día-Ingeniería Civil (s.f.) el sistema abierto o ramificado, se caracteriza por una distribución del agua en un mismo sentido estando compuesto por tuberías primarias; las ventajas que presenta es que a nivel del cálculo de la red se hace a través de una resolución directa, limitándose solamente al cálculo de las pérdidas en cada una de las tuberías, ahora bien, la desventaja principal de esta red es que frente a una rotura o falla de alguna de las tuberías que la integran, dejan sin servicio a los usuarios que se encuentren por debajo de la tubería a ser reparada. El sistema cerrado, se caracteriza por ser un sistema de redes de tuberías principales que se comunican unas con otras formando una malla o circuito cerrado; la ventaja de esta red de distribución es que al momento de haber una falla o rotura de la tubería, se dejara sin servicio a una menor cantidad de usuarios, pues se establecen rutas alternas al flujo por medio de las mallas que conforman la red; la desventaja de esta red se da al momento de realizar el cálculo de la misma, ya que se requerirá realizar un balance de los caudales en tránsito en las diferentes tuberías en virtud de la relativa complejidad en la cual se produce la distribución, por lo tanto, se necesitará recurrir a los métodos iterativos siendo una de ellos el Método de Cross. También es necesario conocer dentro del diseño de la red de distribución las conexiones de servicio.

#### **2.2.1.3. INVERSIÓN REQUERIDA**

Según Agüero (1997), respecto al gasto de diseño refiere que “es el correspondiente al gasto máximo diario (Qmd), el que se estima considerando el caudal medio de la población para el periodo de diseño seleccionado (Qm) y el factor K1 del día de máximo consumo” (p. 53). (Gasto en términos del vital líquido)

En ese sentido, resumiendo la inversión requerida para el diseño del sistema del sistema de captación en laderas y reservorio para el abastecimiento de agua potable en las localidades del distrito de Pachas, provincia Dos de Mayo – Huánuco; se tomará teniendo en cuenta los siguientes ítems:

- Costos directos
- Gastos generales
- Gastos de supervisión
- Componente social
- Imprevistos
- Elaboración expediente técnico

El costo involucra la inversión en materiales como concreto, tuberías, acero, transporte, gastos de mano de obra y gastos de servicios básicos, servirán para realizar una estimación de costos del proyecto. Asimismo, dentro de los costos directos estarán asociados los costos de obras provisionales, seguridad y salud, sistema de agua potable, disposición sanitaria de excretas y mitigación y control ambiental en saneamiento. Es importante recalcar, que debido al carácter social del proyecto puede resultar un tanto insuficientes ver los beneficios en función de la inversión.

#### **2.2.1.4. MEJORA EN EL ABASTECIMIENTO**

El diseño del sistema de captación en laderas y reservorio para el abastecimiento de agua potable supone una mejora para la calidad de vida de las personas en la localidad favorecida, contando con un flujo consistente con el cual programar sus actividades diarias, por lo que podrán realizar sus actividades diarias con normalidad, sin el temor de contraer enfermedades producto de la contaminación del vital líquido (Agüero, 1997).

### **2.2.2. ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE**

La importancia del abastecimiento del agua potable radica, en que es utilizada principalmente para uso doméstico, como lo son, el agua para beber, para preparación de alimentos e higiene personal. El agua potable es aquella que los seres humanos pueden consumir o tomar sin poner en riesgo la salud, en tal sentido, la OMS (2018), refiere que es vital para la vida, por lo que las personas deben tener acceso a este recurso mineral de manera satisfactoria; la optimización en el abastecimiento del agua para consumo humano repercute en beneficios hacia la salud.

De acuerdo con Morales y Cañar (2016) el agua potable debe estar libre de sustancias que puedan generar enfermedades en los humanos o que puedan ser perjudiciales para la salud; por lo que antes de sea distribuida a los hogares es necesario que sea tratada en plantas potabilizadoras, es allí donde el agua es tratada para que esté en condiciones de ser para el consumo humano; luego el agua tratada será distribuida hasta los hogares a través de una red de distribución de agua.

El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) estableció dentro del Reglamento Nacional de Edificaciones (2016) distintas normas asociadas al agua para el consumo humano, entre las que se encuentran: 1) la Norma OS010 relativa a la Captación y Conducción de agua para el consumo humano, en la cual se establecen los requisitos mínimos para el diseño de redes de distribución de agua para consumo humano para localidades con más de 2000 habitantes, determinándose la fuente, el sistema de captación, la conducción y consideraciones especiales para tal fin; 2) la Norma OS.020, que hace referencia a las plantas de tratamiento de agua para consumo humano y 3) la norma OS.030 referida al almacenamiento de agua para consumo humano.

De igual forma, la Resolución N° 192-2018-Vivienda (2018) estableció para zonas rurales la Norma Técnica de Diseño: Opciones

Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural en la que se indican los parámetros necesarios y especificaciones técnicas, estructurales e hidráulicas para abastecimiento de agua, disposición de excretas, entre otros aspectos.

### **2.2.2.1. CAPTACIÓN**

Para Giraldo y Cruz (2017), la captación se refiere a las obras de infraestructura para la recogida o captura de aguas que posibilite adquirir el caudal en el estado demandado, permitiendo reducir los costos y mantenimiento por maniobras; para lo que se deben disponer del aseguramiento de los materiales que certifiquen la vida útil, caracterizando sus parámetros estructurales con el objeto de conseguir costos acordes y apropiados para su construcción. Estas obras de ingeniería deben situarse de modo tal que no cambie el normal flujo del agua, tratando de separarla de fuentes de contaminación.

Según la Norma OS.010 (2006) y la Resolución N° 192-2018-Vivienda (2018), en las obras de captación se debe asegurar como mínimo la captación de la cantidad de agua necesaria para la comunidad asociada; asimismo, proteger el fluido de toda contaminación; además se deben tomar en cuenta las consideraciones generales siguientes:

#### **➤ Aguas superficiales**

Según Dávila (2017) las aguas superficiales son aquellas que componen los ríos, lagos, arroyos, etc., estas aguas se mueven de manera natural por la superficie de la tierra.

- a) Las obras referidas a las tomas de aguas superficiales, en lo posible no deberán cambiar el flujo normal de la fuente; deberán estar situadas en áreas que no produzcan erosión o sedimentación y deberán estar por debajo de los niveles pequeños de agua en periodos de sequía.

- b) Las tomas deben tener los componentes fundamentales para evitar el acceso de sólidos y permitir su movimiento; de igual forma debe tener un sistema de regulación y control.
- c) La obra deberá estar ubicada de tal manera que los cambios de nivel no modifiquen manejo natural de la captación.

➤ **Aguas subterráneas**

Para Dávila (2017), las aguas subterráneas son las que resultan de la precipitación y luego se infiltran en el suelo; la explotación de estas aguas dependerá en gran medida de la formación del acuífero y de sus propiedades hidrogeológicas.

La utilización de las aguas subterráneas se precisará a través de un estudio en el que se tomará en cuenta la reserva del agua en términos de su cantidad, calidad y pertinencia para tal fin. En ese sentido, la Norma OS.010 (2006) establece la disponibilidad de:

**Pozos profundos:** Son perforaciones que se realizan en el terreno producto de diferentes formaciones geológicas llegando a profundidades mayores de 30 m, con la finalidad de lograr una intercepción de un acuífero y explotarlo para poder abastecer agua para consumo humano, estando revestida con tubería. Para su perforación, se deberá contar con la autorización de los organismos competentes del Ministerio de Agricultura, en concordancia a lo previsto en la Ley General de Aguas. Concluida la construcción y equipamiento del pozo, se tendrá que solicitar la licencia de uso de agua al mismo organismo

**Pozos excavados:** Son perforaciones realizadas por el hombre en el suelo que permite acceder al agua subterránea de un acuífero para de esta manera facilitar su extracción a través de sistemas de bombeo mecánico. En todos aquellos casos diferentes al uso doméstico unifamiliar, para realizar su perforación se deberá contar con la autorización del Ministerio de Agricultura y una vez concluida

la construcción y el equipamiento del pozo se tendrá que solicitar la licencia de uso de agua al mismo organismo.

**Galerías filtrantes:** Son obras hidráulicas que se construyen en forma de forma horizontal y con cierta pendiente (de forma diferente a los pozos) con la finalidad de captar y extraer a lo largo de toda su longitud el agua subterránea, destinada para el consumo humano. Estas se podrán diseñar teniendo estudios previos respecto a la ubicación del nivel de la napa, el rendimiento del acuífero y al corte geológico que se haya obtenido producto de excavaciones de prueba.

**Manantiales:** Son corrientes de agua que emanan del o de entre las rocas de forma natural. Los sistemas de captación de agua serán construidos con el fin de obtener el máximo rendimiento del afloramiento.

#### **2.2.2.2. EXTRACCIÓN Y CONDUCCIÓN**

Según la Norma OS.010 (2006) y la Resolución N° 192-2018-Vivienda (2018), la extracción y conducción del agua, tiene que ver con las estructuras y parámetros asociados que se emplearán para transportar el recurso natural desde su toma o captación hasta donde se dispondrá, bien sea hasta el reservorio o la planta de tratamiento. Dicha estructura debe tener el volumen necesario para llevar como mínimo el caudal diario.

La conducción en un sistema de abastecimiento de agua según la Norma OS.010 (2006), puede ser:

- **Por gravedad:** Para Roberti (2018), son aquellos sistemas de abastecimiento que permiten el traslado del agua desde el punto de captación de la fuente hasta el reservorio sin el empleo de bombeo mecanizado.
- **Por bombeo:** Para Rodríguez y Cisneros (2020), son aquellos sistemas de abastecimiento que emplean un sistema de

bombeo que permite la extracción y el traslado del agua desde una fuente de captación un tanque de almacenamiento.

La conducción por gravedad se podrá realizar por: canales y tuberías; la Norma OS.010 (2006) describe accesorios para ambas conducciones, entre estos: válvulas de aire y válvulas de purga.

### **2.2.2.3. RESERVORIO - ALMACENAMIENTO**

Según la Norma OS.30 (2006) y la Resolución N° 192-2018-Vivienda (2018), para Almacenamiento de Agua para Consumo Humano, establece que la función de un sistema de almacenamiento es la de abastecer agua para consumo humano, según la cantidad y presión necesaria que permitan equilibrar los cambios en los requerimientos. De igual forma, el almacenamiento deberá contar con una capacidad extra para eventos de emergencia como, por ejemplo, incendios, corte temporal de abastecimiento o paralización de la planta de tratamiento.

Así mismo, la Norma OS.030 (2006), establece que para establecer el sistema de almacenamiento se deben considerar aspectos generales como: la determinación del volumen de almacenamiento, ubicación, estudios complementarios, vulnerabilidad, caseta de válvulas, mantenimiento y seguridad aérea; asimismo, el volumen de almacenamiento que comprenderá: volumen de regulación, volumen contra incendio y volumen de reserva; de igual forma las características e instalaciones de los reservorios.

Giraldo y Cruz (2017) indican que la literatura describe diversos tipos de tecnologías para almacenamiento de agua, entre ellos: tanques de captación de aguas pluviales, cisternas, tambores cementados para agua, tanques livianos enterrados, entre otros. En este sentido, Paredes (2019) expone que para las zonas rurales, el almacenamiento de agua se realiza a través de tanques apoyados en el piso y tanques elevados.

#### 2.2.2.4. TRATAMIENTO

El tratamiento de agua es un proceso que se realiza con el fin de lograr que ésta tenga una óptima calidad antes de llegar a los hogares para ser consumida, bajo ese contexto la Norma OS.020 (2006) plantea que el tratamiento del agua tiene como propósito remover los agentes contaminantes fisicoquímicos y microbiológicos hasta llevarlos a los niveles establecidos en las Normas de Calidad de Agua dispuestas en el Reglamento N°031-2010 del MINSA.

En la Norma OS.20 (2006), quedan establecidos los parámetros para el tipo de tratamiento, la calidad del agua, la ubicación, capacidad, acceso, áreas, construcción, la disposición de las unidades de tratamiento y de los sistemas de conexión, la determinación del grado de tratamiento, entre otros elementos importantes para su tratamiento.

En el caso del abastecimiento en zonas rurales, Paredes (2019) expone que el almacenamiento-tratamiento son procesos realizados en conjunto, en este sentido, el almacenamiento se realiza a través de tanques apoyados en el suelo y tanques elevados contentivos de dosificadores o hipoclorador para tratar el agua almacenada y ser apta para consumo humano.

#### 2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

- a) **Afloramiento:** “Son las fuentes o surgencias, que en principio deben ser consideradas como aliviaderos naturales de los acuíferos” (Norma OS.010 , 2006).
- b) **Afluente:** Es el agua de inicio que ingresa a una unidad de tratamiento, inicia una etapa o el total de un proceso de tratamiento. No debe confundirse con efluente (Normas OS.020, 2006).

- c) Agua subterránea:** Se refiere al agua ubicada en el subsuelo y que por lo general se requiere excavar para poder extraer y llevarla a superficie (Norma OS.010 , 2006)
- d) Calidad de agua:** Se refiere a las propiedades físico químicas y bacteriológica del agua que la convierten en aceptables para el consumo humano, sin temor a consecuencias para la salud; esta incluye su sabor, color, olor y apariencia (Norma OS.010 , 2006).
- e) Efluente:** Se refiere al agua que sale de un depósito o almacenamiento o termina una fase, o etapa de tratamiento (Normas OS.020, 2006).
- f) Planta Desalinizadora para Tratamiento de Agua para Consumo Humano:** Se refiere a la planta de tratamiento de agua, cuyo proceso es extraer las sales disueltas en el agua de mar, salinas o salobres, con el propósito de convertirla en agua para consumo humano que cumpla con los parámetros establecidos en las Norma de Calidad de Agua para Consumo Humano vigentes en el país y aprobadas por la Autoridad Competente (Normas OS.020, 2006).
- g) Pozo excavado:** “Es la penetración del terreno en forma manual. El diámetro mínimo es aquel que permite el trabajo de un operario en su fondo” (Norma OS.010 , 2006).
- h) Sedimentación:** Se denomina sedimentación al proceso de movimiento de partículas provocadas por la acción de agentes externos, como el viento y la fuerza de la gravedad (Normas OS.020, 2006).
- i) Tratamiento de agua:** El tratamiento de agua es la acción de convertir el agua en agua para consumo humano a través de la aplicación de métodos naturales o artificiales; con el propósito de cumplir las normas de calidad del agua para consumo humano (Normas OS.020, 2006).
- j) Turbiedad de origen coloidal:** Se refiere a la turbiedad presente en el agua después de un periodo de 24 horas de sedimentación (Normas OS.020, 2006).

## **2.4. HIPÓTESIS**

### **2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL**

El diseño de un sistema de captación y reservorio de agua en ladera mejorará el abastecimiento de agua potable en las localidades del distrito de Pachas, Provincia Dos de Mayo –Huánuco.

### **2.4.2. HIPÓTESIS ESPECIFICAS**

- La aplicación de especificaciones técnicas estructurales como lo son estudio de campo y recolección de información, parámetros de diseño, tipo de fuentes de abastecimiento y calidad del agua, establecidas en el diseño de un sistema de captación y reservorio de agua potable en las localidades del distrito de Pachas, Provincia Dos de Mayo –Huánuco, asegurará el óptimo funcionamiento, estética y vida útil de dicho sistema.
- La aplicación de especificaciones técnicas hidráulicas como lo son el diseño de la captación, línea de conducción, reservorio de almacenamiento y red de distribución, establecidas en el diseño de un sistema de captación y reservorio de agua potable en las localidades del distrito de Pachas, Provincia Dos de Mayo –Huánuco, asegurará el abastecimiento de agua en dicha localidad.
- Considerando las especificaciones técnicas estructurales e hidráulicas se obtiene que la inversión requerida es elevada para el diseño de un sistema de captación y reservorio de agua potable en las localidades del distrito de Pachas, Provincia Dos de Mayo –Huánuco.
- Con el diseño de un sistema de captación y reservorio de agua potable en las localidades del distrito de Pachas, Provincia Dos de Mayo –Huánuco, se obtendrán mejoras importantes para la comunidad.

## **2.5. VARIABLES**

### **2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE**

La variable dependiente según Hernández y Mendoza (2018), es aquella que el investigador en busca de respuesta a las interrogantes planteadas no manipula, por lo que en el presente estudio será el Abastecimiento de agua potable.

### **2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE**

Hernández y Mendoza (2018), establecen que la variable independiente es la que produce las causas que generan los cambios sobre la variable dependiente; por lo que para la presente investigación la variable independiente será: el Diseño de captación y reservorio de agua en ladera.

## 2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**Tabla 1**

*Operacionalización de Variables*

Variable independiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Diseño de captación y reservorio de agua en ladera	El diseño de captación de laderas y reservorio, es un sistema de obras asociadas a construcciones de sistemas de abastecimiento de agua en zonas rurales, este sistema consta con cinco elementos o fases a saber: captación, reservorio o almacenamiento, Conducción y sistema de distribución (Agüero, 1997).	La ejecución del diseño de captación de laderas y reservorio, se realizará tomando en cuenta las especificaciones técnicas estructurales, hidráulicas, la inversión y la mejora en la localidad.	Especificaciones técnicas estructurales	<u>Estudio de campo y recolección de información:</u> -Ubicación -Clima -Topografía -Población <u>Parámetros de diseño:</u> -Periodo de diseño. -Población de diseño. -Dotación de agua. -Variaciones de consumo. <u>Tipo de fuentes de abastecimiento:</u> -De lluvia -Superficiales -Subterráneas <u>Calidad del agua:</u> -Turbidez, Salinidad, Libre de patógenos
			Especificaciones técnicas hidráulicas	-Parámetros de diseño hidráulico desde la captación al sistema de distribución (Resolución N°192, 2018)
			Inversión requerida	-Costo directo -Gastos generales -Gastos de supervisión -Componente social -Elaboración expediente técnico
			Mejora en el abastecimiento	-Calidad de vida -Disponibilidad

<b>Variable dependiente</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>
Abastecimiento de agua potable	El abastecimiento de agua potable, es el aseguramiento de agua para consumo humano para una población determinada; garantizando la calidad del vital líquido (OMS, 2018)	El abastecimiento de agua potable será operativizado, a través de sus elementos: captación, conducción, almacenamiento y sistema de distribución.	Captación	-Superficiales -Subterráneas -Pluviales
			Extracción y conducción	-Por bombeo -Por gravedad
			Reservorio-Almacenamiento	-Cisterna -Tanques
			Tratamiento	-Planta -Dosificadores o hipoclorador

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

El presente estudio fue de tipo aplicado, puesto que se enfocó en diseñar un sistema de captación y reservorio de agua en ladera para el abastecimiento de agua potable en las localidades del distrito de Pachas, provincia Dos de Mayo – Huánuco, tomando en cuenta las especificaciones técnico estructurales, hidráulicas, inversión económica y el plan de mejora para dicha localidad.

##### **3.1.1. ENFOQUE**

La presente investigación partió de un enfoque cuantitativo, ya que se determinaron las especificaciones técnicas estructurales, hidráulicas, inversión económica y el plan de mejora de un diseño de captación y reservorio de agua en ladera para el abastecimiento de agua potable en las localidades del distrito de Pachas, provincia Dos de Mayo – Huánuco.

##### **3.1.2. ALCANCE O NIVEL**

El nivel de la investigación fue explicativo, pues tuvo como propósito realizar el diseño de un sistema de captación y reservorio de agua en ladera para el abastecimiento de agua potable en las localidades del distrito de Pachas, provincia Dos de Mayo – Huánuco, tomando en cuenta las especificaciones técnico estructurales, hidráulicas, inversión económica y el plan de mejora para dicho sector.

##### **3.1.3. DISEÑO**

La investigación contó con un diseño no experimental, ya que la intención de la investigación fue observar los fenómenos tal y como se da en su contexto natural, para luego analizarlos, sin que hubiera una manipulación de las variables de estudio.

Dentro de lo que es la temporalidad, esta investigación fue transversal, pues la investigación fue realizada a partir de los datos recogidos de la realidad en un solo momento o momento único durante el periodo 2022.

## **3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **3.2.1. PÓBLACIÓN**

En la presente investigación, la población estuvo conformada por los habitantes del distrito Pachas provincia Dos de Mayo de Huánuco, que asciende a 164 habitantes (en promedio 38 grupos familiares) y el sistema de abastecimiento de agua en las localidades estudiadas.

### **3.2.2. MUESTRA**

Para el presente estudio la muestra se constituyó por los diferentes grupos familiares (38 en promedio) que habitan en localidades del distrito Pachas provincia Dos de Mayo de Huánuco y por el Sistema de abastecimiento de agua. Por lo tanto, se empleó el muestreo no probabilístico para seleccionar la muestra, partiendo de un criterio ya preestablecido por el investigador como lo es trabajar con grupos familiares y no con individualidades.

## **3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Dentro de las técnicas de recolección de información se utilizó la observación directa e indirecta de las mediciones realizadas en la zona de estudio como los son el levantamiento topográfico y el estudio del suelo. Asimismo, se realizó un registro, por medio de la cámara fotográfica, la estación total y la libreta de anotaciones para el levantamiento topográfico y estudio de suelo (ver anexo 2).

También fue necesario el uso de la encuesta a través de un cuestionario que fue llenado por un integrante de cada grupo familiar, la misma sirvió para profundizar en las características sociodemográficas de éstas (ver anexo 3). De igual modo el investigador llenó una ficha (ver anexo

4) por cada hogar visitado y encuestado donde realizó el croquis de ubicación con información relevante sobre puntos de acceso de aguas blancas y aguas servidas, puntos de referencias, entre otros aspectos.

### **3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

Para el procesamiento y análisis de la información se usó el método descriptivo para señalar los resultados arrojados en el diseño de captación en laderas y reservorio para el abastecimiento de agua potable en las localidades del distrito de Pachas, provincia Dos de Mayo – Huánuco, tomando en cuenta las especificaciones técnicas estructurales, técnicas hidráulicas, la inversión requerida y la mejora para dicha localidad. En ese sentido, se obtuvieron planos topográficos de la zona dibujados con el software AutoCAD, estudios de suelos, cómputos métricos, presupuesto sobre el alcance, medición y forma de pago de la ingeniería conceptual, básica y de detalles.

## CAPÍTULO IV

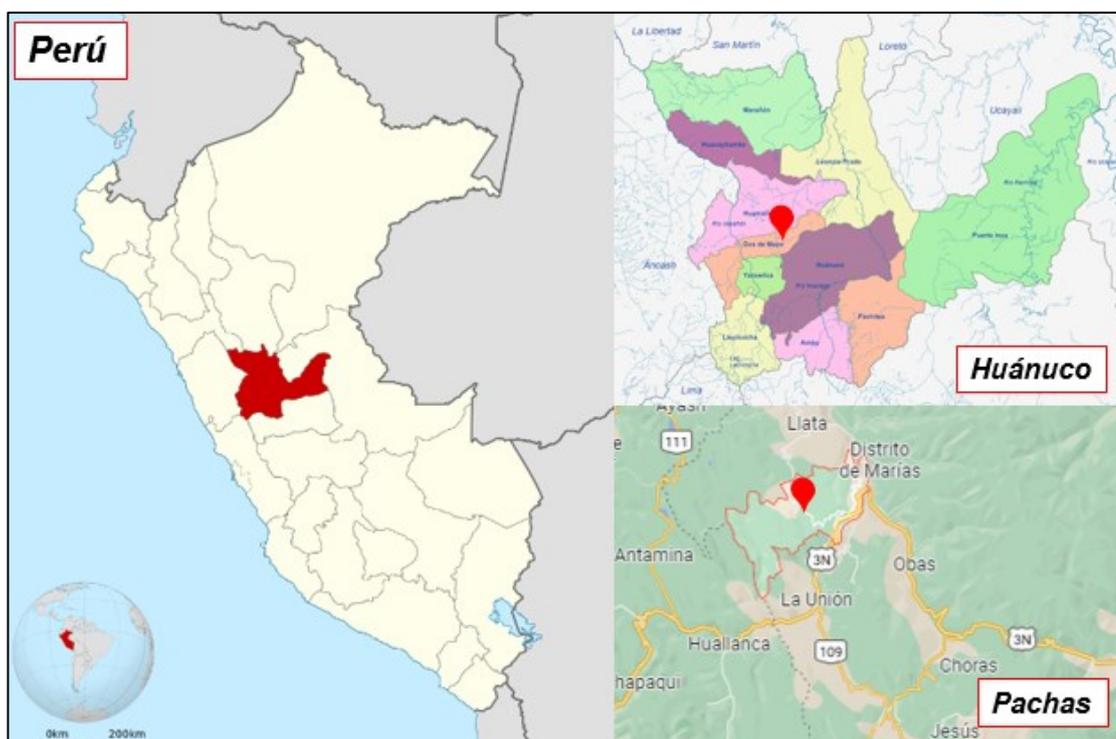
### RESULTADOS

#### 4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ESTRUCTURALES PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN Y RESERVORIO DE AGUA POTABLE

##### ❖ Ubicación

El proyecto se encuentra ubicado en el Departamento de Huánuco, Provincia Dos de Mayo, Distrito de Pachas, tal como se muestra en la figura 4.

**Figura 4**  
*Ubicación del proyecto*



Fuente: Google Maps (2022).

##### ❖ Clima

De acuerdo a la clasificación climática del Perú, presentada por el SENAMHI en el año 2020, el Departamento de Huánuco cuenta con 14 tipos de clima, de entre los cuales predominan los climas cálidos y templados, de

muy lluviosos a lluviosos. El emplazamiento del área en estudio le atribuye un clima escarpado templado frío y un régimen pluvial muy alto, con precipitaciones de alta intensidad, en especial entre los meses de enero y marzo.

#### ❖ Topografía

El reconocimiento topográfico de la zona en estudio reveló que el terreno cuenta con una topografía ondulada, con desniveles en el terreno que varían desde 4012 m.s.n.m. hasta 4071 m.s.n.m. con pendientes de entre 10% y 30%.

#### ❖ Periodo de diseño

De acuerdo con la Norma técnica de diseño “Opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural”, se estableció un periodo de diseño de 20 años, en el cual se considera como año cero el periodo que comprende la recolección de información e inicio del proyecto.

#### ❖ Población de diseño

La población actual de las localidades del distrito Pachas provincia Dos de Mayo de Huánuco, asciende a 164 habitantes (38 viviendas), en base a esta información se calculó la población de diseño aplicando el método aritmético, según lo estipulado en la Norma técnica de diseño “Opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural”. Para el cálculo se adoptó una tasa de crecimiento anual  $r=1.83\%$ , obtenida gracias a los datos de los censos realizados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), en zonas rurales y urbanas de Huánuco, en los años 2007 y 2017. La población de diseño, se muestra en la tabla 2.

**Tabla 2**  
*Población de diseño*

<b>Año</b>	<b>Viviendas</b>	<b>Habitantes</b>
2022	38	164
2042	52	224

### ❖ Dotación de agua

Para determinar la dotación promedio diaria anual es necesario definir la región y el tipo de UBS a utilizar, como se establece en la Norma técnica de diseño “Opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural”, en la tabla 3.

**Tabla 3**

*Dotación según región y tipo de UBS en el ámbito rural*

Región	Tipo de UBS		
	UBS con Arrastre Hidráulico (l/hab/día)	UBS Compostera (l/hab/día)	UBS de Hoyo Seco Ventilado (l/hab/día)
Costa	110	80	60
Sierra	<b>100</b>	70	50
Selva	120	90	70

Fuente: Resolución N° 192 (2018).

A partir de la tabla 3, se pudo constatar que las localidades en estudio pertenecen a la región de sierra, teniendo UBS con Arrastre Hidráulico, por cuanto la dotación asignada fue de 100 l/hab/día.

### ❖ Variaciones de consumo

Para tomar en cuenta las variaciones de consumo de la red se determinó el gasto promedio, representado en la tabla 4.

**Tabla 4**

*Gasto promedio*

Población de diseño	Región	UBS	Dotación (l/hab/día)	Gasto (l/s)
224	Sierra	Arrastre Hidráulico	100	0.259
			<b>Gasto total:</b>	<b>0.259</b>

En cuanto a las pérdidas físicas, se asumió un porcentaje de pérdidas igual a cero, por lo tanto,  $Q_m = Q_p = 0.259$  l/s. Por otra parte, se determinó el Gasto Máximo Diario, asumiendo un coeficiente de variación diaria  $K_1=1.3$ , los resultados obtenidos se muestran en la tabla 5.

**Tabla 5**  
*Gasto Máximo diario*

Población de diseño	Dotación (l/hab/día)	Gasto (l/s)	K1	Gasto Máximo Diario (l/s)
224	100	0.259	1.3	0.337
<b>Qmd=</b>				<b>0.337</b>

Mientras tanto, para el cálculo del Gasto Máximo Horario se asumió un coeficiente de variación horaria  $K2=2$ . Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 6.

**Tabla 6**  
*Gasto Máximo Horario*

Población de diseño	Dotación (l/hab/día)	Gasto (l/s)	K2	Gasto Máximo Horario (l/s)
224	100	0.259	2.0	0.518
<b>Qmd=</b>				<b>0.518</b>

Finalmente, de acuerdo con la Norma técnica de diseño “Opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural”, se seleccionó el caudal de diseño, según el Gasto Máximo Diario obtenido, tal como se muestra en la tabla 7.

**Tabla 7**  
*Determinación del Qmd para diseño*

Rango	Qmd (l/s)	Se diseña con: (l/s)
1	< 0.50	0.50
2	0.50 a 1.00	1.00
3	<1.00	1.50

#### ❖ Tipo de fuentes de abastecimiento

El tipo de fuente de abastecimiento considerada para el diseño de la captación es una fuente superficial, proveniente del manantial Ankokucho, ubicado a una cota de 4153.18 m.s.n.m., del cual se tomó un aforo para determinar el caudal, obteniendo como resultado un  $Q = 0.557$  l/s.

#### ❖ Calidad del agua

Para determinar la calidad del agua se llevaron a cabo una serie de estudios que permitieron conocer las condiciones de la misma. Inicialmente, se comprobó que el agua del manantial Ankokucho tiene una temperatura

que varía entre los 10.10°C y los 15.90°C y el potencial de hidrogeno (pH) se ubica dentro del rango de 6.9 y 7.4, lo cual es considerado normal. Finalmente, en la tabla 8 se muestran los resultados de los parámetros físicos – químicos y bacteriológicos del monitoreo.

**Tabla 8**  
*Cuadro comparativo de parámetros físicos – químicos – bacteriológicos*

Ensayos	Unidades	Max. permisible	Resultados	Conclusión
Color	UCV-Pt-Co	15	3	OK
Turbiedad	NTU	5	0	OK
pH	Unid. pH	6.5 – 8.5	6.9	OK
Conductividad (25°C)	uS/cm	1500	33	OK
Solidos totales disueltos (TDS)	Mg/L	1000	17	OK
Cloro	Cl*mg/L	0.5	0.0	OK
Bacterias Coliformes Totales	UFC/100mL a 35°C	0	0.0	OK
Bacterias Coliformes Termo tolerantes	UFC/100mL a 44.5°C	0	0.0	OK
Bacterias Heterotróficas	UFC/100mL a 35°C	500	48	OK

Como se puede observar en la tabla 8, los resultados obtenidos de los ensayos realizados en la fuente de abastecimiento, muestran que los parámetros evaluados se encuentran dentro de los valores permisibles del Reglamento de Calidad de Agua para el consumo humano.

## 4.2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS HIDRÁULICAS PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN Y RESERVORIO DE AGUA POTABLE

### ❖ Captación

Se realizó el diseño de una captación de manantial de ladera, para esto se calculó la distancia entre el afloramiento y la cámara, el ancho de la pantalla, el área de orificio y la altura de la cámara húmeda, teniendo en cuenta que la velocidad de entrada ( $V_0$ ) recomendada por la Norma técnica de diseño “Opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural” debe ser menor a los 0.6 m/s. En la tabla 9 se puede observar el cálculo de la distancia L desde el punto de afloramiento hasta la cámara húmeda.

**Tabla 9**

*Cálculo de la distancia entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda (L)*

Datos de entrada					
Qmd (l/s)	Q máx. (l/s)	Cd	g (m/s <sup>2</sup> )	H (m)	V <sub>0</sub> (m/s)
0.50	0.56	0.8	9.81	0.27	0.5
Cálculo de la distancia entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda (L)					
V <sub>1</sub> =V <sub>0</sub> /Cd (m/s)	h <sub>0</sub> =1.56(V <sub>1</sub> <sup>2</sup> /2g) (m)	Hf=H-h <sub>0</sub> (m)	L=Hf/0.30 (m)		
0.625	0.0311	0.24	0.80		

Para el cálculo del ancho de la pantalla (b) se determinó el diámetro (D) y el número de orificios (N<sub>A</sub>) por los que fluirá el agua desde la zona de afloramiento hasta la cámara húmeda. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 10.

**Tabla 10**

*Cálculo de ancho de pantalla (b)*

Datos de entrada					
Qmáx. (m <sup>3</sup> /s)	Cd	g (m/s <sup>2</sup> )	V (m/s)		
0.0005	0.8	9.81	0.5		
Cálculo del ancho de pantalla (b)					
A=Qmax/(V*Cd) (m <sup>2</sup> )	D=(4A/π) <sup>1/2</sup> (cm)	D asumido (pulg)	Área Dasumido (m <sup>2</sup> )	N <sub>A</sub>	b (m)
0.00125	3.99	2	0.00203	4	1.25

Para el cálculo de la altura total de la cámara húmeda (Ht) se consideró la altura para sedimentación de arenas (A), la mitad del diámetro de la canastilla (B), el mínimo desnivel que debe existir entre el nivel de ingreso del agua y el nivel del agua en la cámara húmeda (D) y la altura de borde libre (E), tal como se indica en la Norma técnica de diseño "Opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural". Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 11.

**Tabla 11**

*Cálculo de la altura de la cámara húmeda (Ht)*

Datos de entrada							
Dc (pulg)	Ac (m <sup>2</sup> )	Qmáx. (m <sup>3</sup> /s)	A (m)	B (m)	D (m)	E (m)	g (m/s <sup>2</sup> )
2.00	3.1416	0.0005	0.10	0.051	0.05	0.30	9.81
Cálculo de la altura de la cámara húmeda (Ht)							
V=Qmáx/Ac (m/s)		H=1.56V <sup>2</sup> /2g (m)		Ht=A+B+H+D+E (m)			
0.00016		0.40		1.00			

Para el cálculo de las dimensiones de la canastilla, se siguieron los criterios establecidos en la Norma técnica de diseño “Opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural”, donde se indica que el diámetro de la canastilla debe ser dos veces el diámetro de la tubería de salida a la línea de conducción (DC), el área total de las ranuras (At) debe ser dos veces el área de la tubería de la línea de conducción (AC) y que, además, la longitud de la canastilla debe ser mayor que 3DC y no debe exceder de 6DC. Estos datos se pueden observar en la tabla 12.

**Tabla 12**  
*Diseño de la canastilla*

Condiciones			Datos de entrada		
D=2DC	At=2AC	3DC<L<6DC	Ag (m <sup>2</sup> )	At (m <sup>2</sup> )	Ac (m <sup>2</sup> )
			0.03192	0.00405	0.00203
Diseño de la canastilla					
Cálculo de L			Número de ranuras		
3Dc (cm)	6DC (cm)	L (cm)	N°r=At/A <sub>ranura</sub>		
15.24	30.48	20.00	115.82 ≈ 116		

Finalmente, se determinó el diámetro de la tubería de rebose y limpieza, utilizando la fórmula que se muestra a continuación:

$$D = 1.548 \left( \frac{nQ}{\sqrt{S}} \right)^{3/8}$$

Donde,

Q: es el caudal máximo de 0.56 l/s

S: es la pendiente mínima de 1.5%

n: es el coeficiente de rugosidad de Manning que, para tuberías de PVC, tiene un valor de 0.01

Por lo tanto,

$$D = 0.04\text{m} \approx 1.38\text{pulg}$$

$$\mathbf{D = 2.5 pulg}$$

### ❖ Línea de conducción

Para el diseño de la línea de conducción se consideró el uso de tubería PVC, con accesorios que correspondan al material de la tubería. La pendiente mínima considerada fue de 2<sup>0</sup>/. Asimismo, el diámetro de la tubería fue obtenido utilizando el método de Hazen William. Para esto se consideraron los datos iniciales que se muestran en la tabla 13. Por otra parte, en la tabla 14 se muestran los datos de la línea de conducción.

**Tabla 13**

*Valores iniciales para el diseño de línea de conducción*

Criterio	Valor
Población de diseño (Hab)	224
Número de viviendas (und)	52
Gasto máximo diario (l/s)	0.337

**Tabla 14**

*Datos de la línea de conducción*

Tramo		Q <sup>diseño</sup> (l/s)	Long. (m)
Inicio	Fin		
Captación	R-01	0.337	347.19

De esta manera, se obtuvo el diámetro de la tubería de conducción desde la captación hasta el reservorio. Los resultados se muestran en la tabla 15.

**Tabla 15**

*Determinación del diámetro de la línea de conducción*

Tramo	Q <sup>diseño</sup> (l/s)	Cota sup. (m)	Cota inf. (m)	Long. (m)	Dia m. (m)	Dia m. (pul g)	C	Δ H (m)	A (m <sup>2</sup> )	α	Hf (m)	Pp (m H <sub>2</sub> O)
Captación-R01	0.337	4145.00	4105.00	347.19	50.80	2	140	40	0.002	0.006	0.17	39.83

Finalmente se verificó la aplicación del método de Hazen William, como se muestra en la tabla 16.

**Tabla 16**  
Verificación del método Hazen William

V (m/s)	Re	Re>2300	V < 3m/s
0.12	6096	OK	OK

#### ❖ Reservorio

Para determinar el volumen de almacenamiento de agua se calculó el volumen de regulación, que, al no contar con información de las variaciones horarias de la demanda, se adoptó el 25% del gasto promedio anual como capacidad de regulación. Asimismo, el volumen contra incendio no fue considerado en el cálculo ya que la población beneficiaria es menor a 10,000 habitantes. Los resultados obtenidos del cálculo del volumen de almacenamiento del reservorio se muestran en la tabla 17.

**Tabla 17**  
Cálculo del volumen de almacenamiento del reservorio

Qp (l/s)	V <sub>regulacion</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>incendio</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>almacenamiento</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>propuesto</sub> (m <sup>3</sup> )
0.259	5.59	0.00	5.59	10.00

Fuente: Elaboración propia.

En vista de que la Norma técnica de diseño “Opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural” establece que el volumen final a construir del reservorio debe ser múltiplo de 5m<sup>3</sup>, se propone la construcción de un reservorio de 10.00m<sup>3</sup>. De esta manera, se muestra en la tabla 18 los datos del reservorio propuesto.

**Tabla 18**  
Datos del reservorio

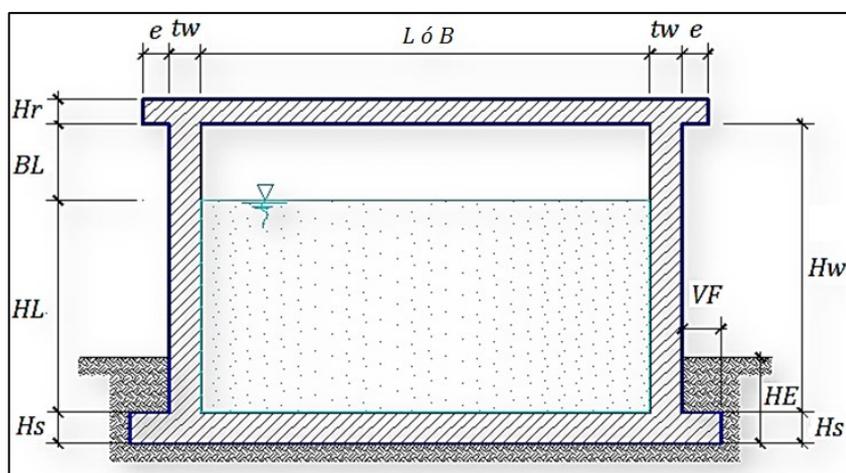
Reservorio	Elevación (m.s.n.m.)	Qp (l/s)	% de aporte	Volumen neto
R01	4,153.18	0.259	100	10.00

A partir del cálculo del volumen se determinaron las dimensiones del reservorio rectangular, las cuales se pueden observar en la tabla 19

**Tabla 19**  
Dimensiones del reservorio

Dimensiones del reservorio	
Capacidad requerida (m <sup>3</sup> )	10.00
L: Longitud (m)	2.50
B: Ancho (m)	2.50
HL: Altura del Líquido (m)	1.60
BL: Borde Libre (m)	0.30
HW: Altura Total del Reservorio (m)	1.90
tw: Espesor de Muro (m)	0.15
Hr: Espesor de Losa Techo (m)	0.15
e: Alero de la losa de techo (m)	0.10
Hs: Espesor de la losa de fondo (m)	0.15
Espesor de la zapata (m)	0.35
VF: Alero de la Cimentación (m)	0.20

**Figura 5**  
Dimensiones del reservorio



Finalmente, se calculó el acero de refuerzo de los elementos del reservorio. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 20.

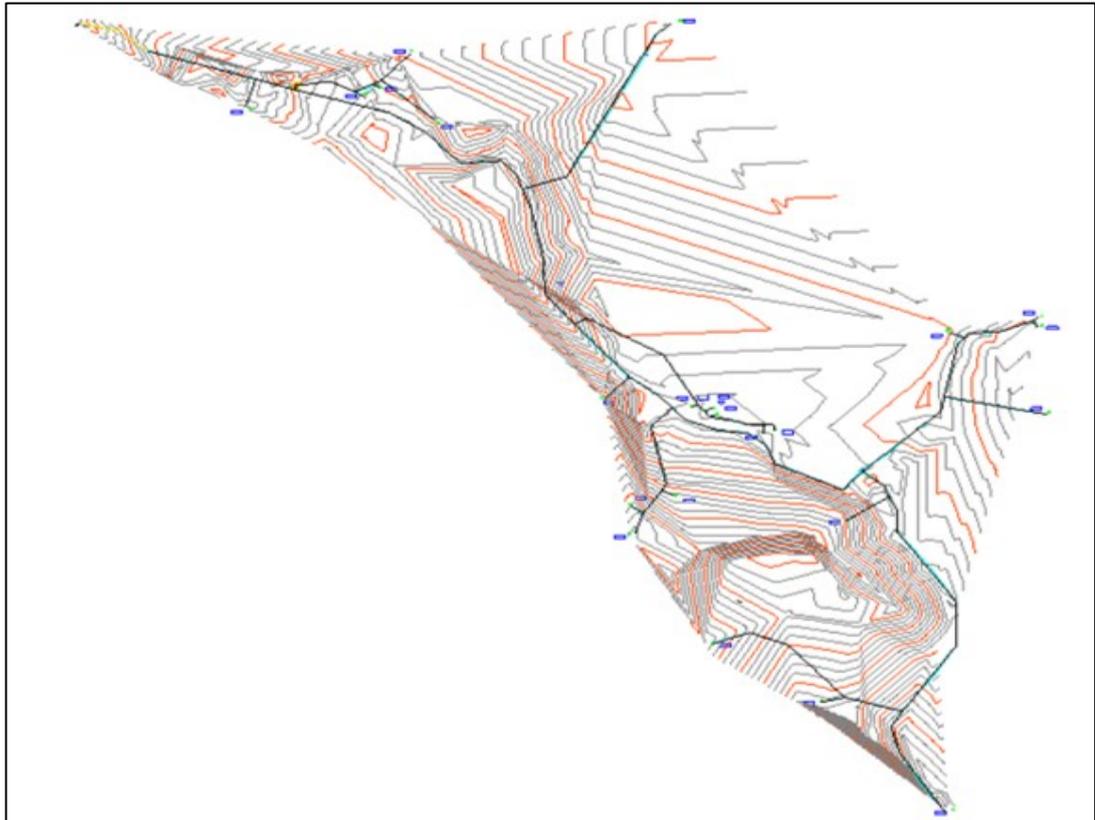
**Tabla 20**  
Acero de refuerzo de los elementos del reservorio

Elemento	Diámetro (pulg)	Separación teórica (m)	Separación asumida (m)
Pantalla vertical	3/8	0.26	0.25
Pantalla horizontal	3/8	0.26	0.25
Losa de techo	3/8	0.16	0.20
Losa de piso	3/8	0.26	0.25

## ❖ Red de distribución

Debido a las características de la población y topografía del área en estudio, se planteó el diseño de una red de distribución abierta, tal como se muestra en la figura 6.

**Figura 6**  
*Red de distribución*



De esta manera, se establecieron los nodos de la red en base a la funcionalidad hidráulica y distribución. La distribución de la demanda fue realizada en función de las coberturas de servicio proyectadas, es así que, el Caudal Máximo Horario para la población futura fue distribuido entre el total de beneficiarios actuales, lo que permitió obtener el Caudal Unitario, a partir del cual se determinó la demanda del tramo, que luego fue distribuida de forma proporcional a los nodos extremos, determinando así la demanda en los nodos. Los detalles del Gasto Máximo Diario en cada nodo y las propiedades de los materiales a utilizar en cada tramo se pueden observar en el anexo 6 y anexo 7, respectivamente.

Una vez obtenida la demanda en cada nodo se procedió a verificar las presiones, tal como se muestra en la tabla 21 Asimismo, se verificaron las velocidades en cada tramo, como se puede observar en la tabla 22.

**Tabla 21**  
*Verificación de presiones en la red*

<b>NODO</b>	<b>Elevación (m)</b>	<b>Demanda (L/s)</b>	<b>Energía (m)</b>	<b>Presión (m H2O)</b>	<b>Observación</b>
J-1	4,070.00	0.0000	4,103.88	34.00	ok!!!
J-2	4,077.00	0.0158	4,103.49	26.00	ok!!!
J-3	4,058.00	0.0000	4,103.11	45.00	ok!!!
J-4	4,057.00	0.0000	4,102.99	46.00	ok!!!
J-5	4,047.50	0.0000	4,053.31	6.00	ok!!!
J-6	4,045.15	0.0000	4,052.73	8.00	ok!!!
J-7	4,042.00	0.0000	4,052.48	10.00	ok!!!
J-8	4,035.00	0.0000	4,052.42	17.00	ok!!!
J-9	4,017.50	0.0158	4,051.76	34.00	ok!!!
J-10	4,040.80	0.0158	4,052.36	12.00	ok!!!
J-11	4,047.00	0.0158	4,052.50	5.00	ok!!!
J-12	4,040.00	0.0000	4,051.90	12.00	ok!!!
J-13	4,035.00	0.0158	4,051.33	16.00	ok!!!
J-14	4,050.00	0.0000	4,101.80	50.00	ok!!!
J-15	4,050.00	0.0000	4,101.21	50.00	ok!!!
J-16	4,050.00	0.0000	4,100.54	50.00	ok!!!
J-17	4,060.00	0.0000	4,099.98	40.00	ok!!!
J-18	4,055.00	0.0000	4,099.68	45.00	ok!!!
J-19	4,060.00	0.0000	4,099.44	39.00	ok!!!
J-20	4,004.00	0.0000	4,015.48	11.00	ok!!!
J-21	3,957.00	0.0000	4,012.61	50.00	ok!!!
J-22	3,956.00	0.0158	4,012.29	50.00	ok!!!
J-23	4,055.00	0.0000	4,099.14	44.00	ok!!!
J-24	4,055.00	0.0000	4,098.40	43.00	ok!!!
J-25	4,060.00	0.0000	4,097.88	38.00	ok!!!
J-26	4,040.00	0.0000	4,074.53	34.00	ok!!!
J-27	4,015.00	0.0000	4,034.89	20.00	ok!!!
J-28	4,005.00	0.0000	4,030.50	25.00	ok!!!
J-29	4,013.00	0.0000	4,027.07	14.00	ok!!!
J-30	4,011.90	0.0216	4,026.91	15.00	ok!!!
J-31	4,016.90	0.0158	4,026.73	10.00	ok!!!
J-32	4,019.60	0.0158	4,026.62	7.00	ok!!!
J-33	4,015.00	0.0000	4,026.62	12.00	ok!!!
J-34	4,016.25	0.0158	4,026.55	10.00	ok!!!
J-35	4,015.00	0.0000	4,026.47	11.00	ok!!!
J-36	4,015.00	0.0000	4,026.40	11.00	ok!!!
J-37	4,016.50	0.0000	4,026.31	10.00	ok!!!
J-38	4,008.00	0.0158	4,026.17	18.00	ok!!!
J-39	4,014.00	0.0000	4,026.29	12.00	ok!!!
J-40	4,012.90	0.0158	4,026.21	13.00	ok!!!
J-41	4,015.00	0.0000	4,074.07	50.00	ok!!!

<b>NODO</b>	<b>Elevación (m)</b>	<b>Demanda (L/s)</b>	<b>Energía (m)</b>	<b>Presión (m H2O)</b>	<b>Observación</b>
J-42	3,970.00	0.0158	3,997.57	28.00	ok!!!
J-43	4,015.00	0.0000	4,073.91	50.00	ok!!!
J-44	4,015.00	0.0000	4,073.80	50.00	ok!!!
J-45	4,008.00	0.0000	4,013.90	6.00	ok!!!
J-46	3,966.00	0.0000	4,007.74	42.00	ok!!!
J-47	3,954.00	0.0000	4,006.85	50.00	ok!!!
J-48	3,949.00	0.0158	4,006.71	50.00	ok!!!
J-49	3,915.00	0.0000	3,951.84	37.00	ok!!!
J-50	3,915.00	0.0158	3,951.66	37.00	ok!!!
J-51	3,903.85	0.0158	3,951.53	48.00	ok!!!
J-52	4,012.00	0.0000	4,073.75	50.00	ok!!!
J-53	4,011.00	0.0000	4,073.66	50.00	ok!!!
J-54	4,013.50	0.0000	4,073.58	50.00	ok!!!
J-55	4,015.00	0.0000	4,073.52	50.00	ok!!!
J-56	4,010.00	0.0000	4,073.46	50.00	ok!!!
J-57	4,005.00	0.0000	4,073.26	50.00	ok!!!
J-58	4,004.00	0.0000	4,073.19	50.00	ok!!!
J-59	3,995.00	0.0000	4,021.58	27.00	ok!!!
J-60	3,992.00	0.0000	4,018.87	27.00	ok!!!
J-61	3,960.00	0.0158	4,017.65	50.00	ok!!!
J-62	3,993.00	0.0000	4,013.11	20.00	ok!!!
J-63	3,991.00	0.0000	4,012.26	21.00	ok!!!
J-64	4,002.00	0.0158	4,012.06	10.00	ok!!!
J-65	3,991.00	0.0000	4,011.93	21.00	ok!!!
J-66	3,980.00	0.0000	4,010.72	31.00	ok!!!
J-67	3,977.00	0.0000	4,009.23	32.00	ok!!!
J-68	3,976.00	0.0158	4,009.11	33.00	ok!!!
J-69	3,979.00	0.0158	4,009.12	30.00	ok!!!
J-70	4,005.00	0.0000	4,073.17	50.00	ok!!!
J-71	4,008.00	0.0000	4,073.16	50.00	ok!!!
J-72	3,961.00	0.0158	3,999.67	39.00	ok!!!
J-73	4,005.50	0.0000	4,073.15	50.00	ok!!!
J-74	4,010.00	0.0000	4,073.14	50.00	ok!!!
J-75	4,015.00	0.0000	4,073.10	50.00	ok!!!
J-76	4,025.50	0.0000	4,073.07	47.00	ok!!!
J-77	4,050.00	0.0000	4,073.03	23.00	ok!!!
J-78	4,007.00	0.0000	4,070.51	50.00	ok!!!
J-79	4,006.00	0.0158	4,070.22	50.00	ok!!!
J-80	3,978.00	0.0000	3,984.82	7.00	ok!!!
J-81	3,958.00	0.0000	3,984.35	26.00	ok!!!
J-82	3,930.00	0.0158	3,983.88	50.00	ok!!!
J-83	4,055.00	0.0000	4,072.79	18.00	ok!!!
J-84	4,055.00	0.0000	4,072.40	17.00	ok!!!
J-85	4,055.00	0.0158	4,071.41	16.00	ok!!!

**Tabla 22***Verificación de velocidades en la red*

Tubería	Longitud m	Diámetro (in)	Hazen-Williams C	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)	Observación
P-1	529.00	1 1/2	140	0.3854	0.3381	ok!!!
P-2	153.00	1/2	140	0.0158	0.1249	ok!!!
P-3	189.00	1 1/2	140	0.3696	0.3242	ok!!!
P-4	25.00	3/4	140	0.0633	0.2220	ok!!!
P-6	129.00	3/4	140	0.0633	0.2220	ok!!!
P-7	93.00	3/4	140	0.0475	0.1665	ok!!!
P-8	48.00	3/4	140	0.0316	0.1110	ok!!!
P-9	205.00	1/2	140	0.0158	0.1382	ok!!!
P-10	161.00	1/2	140	0.0158	0.1382	ok!!!
P-11	177.00	1/2	140	0.0158	0.1382	ok!!!
P-12	37.00	1/2	140	0.0158	0.1382	ok!!!
P-13	70.00	1/2	140	0.0158	0.1382	ok!!!
P-14	453.00	1 1/2	140	0.3063	0.2687	ok!!!
P-15	205.00	1 1/2	140	0.3063	0.2687	ok!!!
P-16	236.00	1 1/2	140	0.3063	0.2687	ok!!!
P-17	192.00	1 1/2	140	0.3063	0.2687	ok!!!
P-18	105.00	1 1/2	140	0.3063	0.2687	ok!!!
P-19	84.00	1 1/2	140	0.3063	0.2687	ok!!!
P-21	896.00	1/2	140	0.0158	0.1382	ok!!!
P-22	97.00	1/2	140	0.0158	0.1382	ok!!!
P-23	115.00	1 1/2	140	0.2905	0.2548	ok!!!
P-24	286.00	1 1/2	140	0.2905	0.2548	ok!!!
P-25	199.00	1 1/2	140	0.2905	0.2548	ok!!!
P-28	410.00	3/4	140	0.1007	0.3533	ok!!!
P-29	320.00	3/4	140	0.1007	0.3533	ok!!!
P-30	37.00	1/2	140	0.0216	0.1706	ok!!!
P-31	50.00	3/4	140	0.0791	0.2775	ok!!!
P-32	42.00	1/2	140	0.0158	0.1249	ok!!!
P-33	40.00	3/4	140	0.0475	0.1665	ok!!!
P-34	31.00	1/2	140	0.0158	0.1249	ok!!!
P-35	126.00	3/4	140	0.0316	0.1110	ok!!!
P-36	52.00	3/4	140	0.0316	0.1110	ok!!!
P-37	73.00	3/4	140	0.0316	0.1110	ok!!!
P-38	55.00	1/2	140	0.0158	0.1249	ok!!!
P-39	47.00	3/4	140	0.0158	0.0600	ok!!!
P-40	32.00	1/2	140	0.0158	0.1249	ok!!!
P-41	392.00	1 1/2	140	0.1898	0.1665	ok!!!
P-43	152.00	1 1/2	140	0.1740	0.1526	ok!!!
P-44	113.00	1 1/2	140	0.1740	0.1526	ok!!!
P-46	321.00	1/2	140	0.0475	0.3746	ok!!!
P-47	46.00	1/2	140	0.0475	0.3746	ok!!!
P-48	58.00	1/2	140	0.0158	0.1249	ok!!!
P-50	71.00	1/2	140	0.0158	0.1249	ok!!!
P-51	124.00	1/2	140	0.0158	0.1249	ok!!!
P-52	90.00	1 1/2	140	0.1265	0.1110	ok!!!
P-53	156.00	1 1/2	140	0.1265	0.1110	ok!!!

Tubería	Longitud m	Diámetro (in)	Hazen-Williams C	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)	Observación
P-54	146.00	1 1/2	140	0.1265	0.1110	ok!!!
P-55	106.00	1 1/2	140	0.1265	0.1110	ok!!!
P-56	114.00	1 1/2	140	0.1265	0.1110	ok!!!
P-57	347.00	1 1/2	140	0.1265	0.1110	ok!!!
P-58	138.00	1 1/2	140	0.1265	0.1110	ok!!!
P-60	83.00	1/2	140	0.0633	0.4995	ok!!!
P-61	488.00	1/2	140	0.0158	0.1249	ok!!!
P-62	301.00	1/2	140	0.0475	0.3746	ok!!!
P-63	44.00	1/2	140	0.0475	0.3746	ok!!!
P-64	77.00	1/2	140	0.0158	0.1249	ok!!!
P-65	36.00	1/2	140	0.0316	0.2497	ok!!!
P-66	135.00	1/2	140	0.0316	0.2497	ok!!!
P-67	164.00	1/2	140	0.0316	0.2497	ok!!!
P-68	50.00	1/2	140	0.0158	0.1249	ok!!!
P-69	45.00	1/2	140	0.0158	0.1249	ok!!!
P-70	129.00	1 1/2	140	0.0633	0.0600	ok!!!
P-71	65.00	1 1/2	140	0.0633	0.0600	ok!!!
P-73	91.00	1 1/2	140	0.0475	0.0600	ok!!!
P-74	120.00	1 1/2	140	0.0475	0.0600	ok!!!
P-75	462.00	1 1/2	140	0.0475	0.0600	ok!!!
P-76	252.00	1 1/2	140	0.0475	0.0600	ok!!!
P-77	442.00	1 1/2	140	0.0475	0.0600	ok!!!
P-78	279.00	1/2	140	0.0316	0.2497	ok!!!
P-79	116.00	1/2	140	0.0158	0.1249	ok!!!
P-81	188.00	1/2	140	0.0158	0.1249	ok!!!
P-82	188.00	1/2	140	0.0158	0.1249	ok!!!
P-83	98.00	1/2	140	0.0158	0.1249	ok!!!
P-84	154.00	1/2	140	0.0158	0.1249	ok!!!
P-85	394.00	1/2	140	0.0158	0.1249	ok!!!
P-5(1)	51.00	3/4	140	0.0633	0.2220	ok!!!
P-5(2)	101.00	3/4	140	0.0633	0.2220	ok!!!
P-20(1)	183.00	1/2	140	0.0158	0.1382	ok!!!
P-20(2)	34.00	1/2	140	0.0158	0.1382	ok!!!
P-27(1)	20.00	3/4	140	0.1007	0.3533	ok!!!
P-27(2)	48.00	3/4	140	0.1007	0.3533	ok!!!
P-42(1)	66.00	1/2	140	0.0158	0.1249	ok!!!
P-42(2)	107.00	1/2	140	0.0158	0.1249	ok!!!
P-26(1)	54.00	1 1/2	140	0.2905	0.2548	ok!!!
P-26(2)	157.00	1 1/2	140	0.2905	0.2548	ok!!!
P-45(1)	65.00	1/2	140	0.0475	0.3746	ok!!!
P-45(2)	80.00	1/2	140	0.0475	0.3746	ok!!!
P-49(1)	44.00	1/2	140	0.0316	0.2497	ok!!!
P-49(2)	109.00	1/2	140	0.0316	0.2497	ok!!!
P-59(1)	234.00	1/2	140	0.0633	0.4995	ok!!!
P-59(2)	260.00	1/2	140	0.0633	0.4995	ok!!!
P-72(1)	113.00	1/2	140	0.0158	0.1249	ok!!!
P-72(2)	132.00	1/2	140	0.0158	0.1249	ok!!!
P-80(1)	324.00	1/2	140	0.0158	0.1249	ok!!!
P-80(2)	72.00	1/2	140	0.0158	0.1249	ok!!!

En vista de los valores de presión y velocidad obtenidos, se consideró el uso de tubería PVC de clase 10, con diámetros de ½”, ¾” y 1 ½”, según se indica en la tabla 22.

### 4.3. COSTO DEL DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN Y RESERVORIO DE AGUA POTABLE.

En la tabla 23 se muestra el costo estimado del sistema de captación y reservorio de agua potable.

**Tabla 23**  
*Costo del sistema*

Ítem	Descripción	Parcial (S/)
<b>1. Sistema de agua potable</b>		<b>S/300,298.06</b>
1.1	Construcción de captación	S/2,787.83
1.2	Línea de conducción	S/15,600.32
1.3	Reservorio (10m3)	S/7,163.25
1.4	Sistema de cloración por goteo	S/3,408.80
1.5	Línea de aducción	S/13,993.82
1.6	Línea de distribución	S/46,633.31
1.7	Conexiones domiciliarias	S/10,710.73
<b>Costos directos:</b>		<b>S/100,298.06</b>
<b>Gastos generales:</b>		<b>S/10,029.81</b>
<b>Gastos de supervisión:</b>		<b>S/8,014.9</b>
<b>Componente social:</b>		<b>S/3,002.98</b>
<b>Imprevistos:</b>		<b>S/700.00</b>
<b>Elaboracion de expediente técnico:</b>		<b>S/6,00.00</b>
<b>Total:</b>		<b>S/128,045.75</b>

Como se puede observar en la tabla 23, el ítem 1.1, construcción de captación obtuvo un costo de S/ 2,787.83, para este cálculo se consideraron las obras preliminares, obras de concreto simple y armado, suministro y colocación de filtros, tuberías, válvulas y accesorios, carpintería metálica y pintura. Por su parte, el cálculo del costo de la línea de conducción incluye las obras preliminares, tendido de tuberías de PVC C-10 y accesorios, también se consideraron dos cámaras rompe presión tipo VII, seis válvulas de purga y una válvula de aire.

El costo de la construcción del reservorio asciende a S/ 7,163.25, en este valor se incluyen las obras preliminares, obras de concreto simple y

armado, carpintería metálica, pintura, prueba hidráulica, caseta de válvulas, accesorios y la instalación del cerco perimétrico. También se consideró la instalación de un sistema de cloración por goteo, cuyo valor alcanzó los S/ 3,408.80 e incluye del tanque hipoclorador y la caseta metálica.

Asimismo, el cálculo del costo de la línea de aducción y línea de distribución se obtuvo considerando las obras preliminares, el tendido de tuberías de PVC C-10 y accesorios para tuberías, también se consideraron ocho válvulas de control y ocho válvulas reguladoras de presión. Finalmente, se estimó el costo de las conexiones domiciliarias, incluyendo las obras preliminares, tendido de tuberías de PVC C-10 y cajas de registro.

#### **4.3.1. MEJORAS EN EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE CON EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN Y RESERVORIO**

Entre las mejoras que aporta el diseño de un sistema de captación y reservorio en el abastecimiento de agua potable se pueden mencionar las siguientes:

- Permite a las localidades del distrito de Pachas el acceso a los recursos hídricos.
- Se incrementará el número de conexiones domiciliarias.
- Se aplicarán tasas accesibles para el servicio de abastecimiento de agua potable, y se mejorará la eficacia en el cobro.
- Disminución de las pérdidas de agua provocadas por tuberías en mal estado.
- Mejoras en la calidad y disponibilidad del servicio de agua potable.

#### **4.4. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS**

Hipótesis: “El diseño de un sistema de captación y reservorio de agua en ladera mejorará el abastecimiento de agua potable en las localidades del distrito de Pachas, Provincia Dos de Mayo –Huánuco”.

De acuerdo a los resultados obtenidos se acepta la hipótesis planteada, ya que, al aplicar las especificaciones técnicas estructurales e hidráulicas se obtuvo el diseño de un sistema de captación y reservorio de agua que permite introducir mejoras en la calidad y disponibilidad del servicio de agua potable en las localidades del distrito de Pachas.

## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Para el diseño del sistema de captación y reservorio de agua se estableció un periodo de diseño de 20 años, población de diseño es 224 habitantes. El Gasto Promedio de 0.259 l/s, el Gasto Máximo Diario de 0.337 l/s y el Gasto Máximo Horario de 0.518 l/s. De forma similar, Quispe (2019) diseñó un sistema de abastecimiento de agua potable para un caserío, con un periodo de diseño de 20 años, caudal de 1.54 l/s, y una población de diseño de 610 habitantes.

El tipo de captación fue de manantial de ladera. El diámetro de la línea de conducción fue de 2", de longitud de 347.19 m. Se determinó que la capacidad del reservorio debe ser de 10 m<sup>3</sup>. Este resultado se asemeja a los obtenidos por Paredes (2019), quien realizó el diseño de un sistema de abastecimiento de agua con una captación de manantial de ladera, la línea de conducción contó con un diámetro de 1", y el volumen de abastecimiento del reservorio rectangular fue de 10 m<sup>3</sup>. Por otra parte, estos resultados contrastan con los obtenidos por Cañar (2016), quien se encargó de diseñar un sistema de agua potable partiendo de una captación de manantial tipo ladera, asimismo, el autor encontró que las características del agua de la fuente de abastecimiento se encontraban dentro de los parámetros normales, por lo que se consideró como apta para el consumo humano.

Se estimó el costo total del sistema de captación y reservorio de agua potable, el cual alcanzó una cifra de **S/128,045.75**. Este resultado se diferencia del obtenido por Barreda y Contreras (2016), quienes obtuvieron un monto de inversión total US\$ 2,359,700.06. por su parte, Luján (2017) obtuvo un presupuesto total de S/. 3,329,251.91.

## CONCLUSIONES

El sistema de captación y reservorio de agua en ladera diseñado tiene la capacidad de brindar un suministro continuo de agua a las 38 viviendas actuales de las localidades de distrito de Pachas.

Para el diseño del sistema de captación y reservorio de agua se estableció un periodo de diseño de 20 años, de esta manera se obtuvo que la población de diseño es 224 habitantes. Asimismo, se determinó el Gasto Promedio de 0.259 l/s, el Gasto Máximo Diario de 0.337 l/s y el Gasto Máximo Horario de 0.518 l/s. En tanto, se consideró como fuente de abastecimiento el manantial Ankokucho.

El tipo de captación fue de manantial de ladera. El diámetro calculado para la línea de conducción fue de 2", con una longitud de 347.19 m. El reservorio diseñado fue un reservorio rectangular de 10 m<sup>3</sup> de capacidad. Las presiones y velocidades en la red de distribución se encuentran dentro de los rangos recomendados.

Se estimó el costo del sistema de captación y reservorio de agua potable, el cual alcanzó una cifra de **S/128,045.75**, en este se incluyen las actividades necesarias para la construcción de la captación, la línea de conducción, el reservorio, sistema de cloración, línea de aducción, red de distribución y conexiones domiciliarias.

Se espera que el diseño del sistema de captación y reservorio de agua potable mejore la calidad de vida de los habitantes de las localidades del distrito de Pachas, brindando un mayor acceso a los recursos hídricos y aumentando la calidad y disponibilidad del servicio de agua potable.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda supervisión durante los trabajos de construcción, con el fin de cumplir con los parámetros de diseño establecidos para garantizar el correcto funcionamiento del sistema.

Una vez construido el sistema de captación y reservorio de agua potable, se recomienda la ejecución de un plan de mantenimiento preventivo para los diferentes elementos del sistema.

Se recomienda la creación de programas educativos que instruyan a los habitantes de las localidades del distrito de Pachas acerca del uso eficiente del agua.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agüero, R. (1997). *Agua potable para poblaciones rurales. Sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamiento*. Obtenido de <https://www.ircwash.org/sites/default/files/221-16989.pdf>
- Banco Central de la Reserva del Perú. (28 de noviembre de 2015). *Informe Económico y Social Región Huánuco*. Obtenido de <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Proyeccion-Institucional/Encuentros-Regionales/2015/huanuco/ies-huanuco-2015.pdf>
- Barreda, A., & Contreras, L. (2016). Estudio de factibilidad del proyecto de abastecimiento de agua potable y saneamiento de la Comunidad Luz de Bocay, en el Municipio San José de Bocay. (*tesis de pregrado*), *Universidad Nacional de Ingeniería*. Managua, Nicaragua. Obtenido de Repositorio de la Universidad Nacional de Ingeniería: <http://ribuni.uni.edu.ni/1763/>
- CARE Perú. (1997). *Agua potable en zonas rurales*. Obtenido de Operación y mantenimiento de sistemas por gravedad sin planta de tratamiento: [https://sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/CARE%20PERU%202001.%20Agua%20potable%20en%20zonas%20rurales.pdf](https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/CARE%20PERU%202001.%20Agua%20potable%20en%20zonas%20rurales.pdf)
- Corporación Andina de Fomento. (2016). *Agua potable y saneamiento en la nueva ruralidad de América Latina*. Bogotá: Corporación Andina de Fomento. Obtenido de [https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/918/Agua\\_potable\\_y\\_saneamiento\\_en\\_la\\_nueva\\_ruralidad\\_de\\_Am%C3%A9rica\\_Latina.pdf?sequence=7](https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/918/Agua_potable_y_saneamiento_en_la_nueva_ruralidad_de_Am%C3%A9rica_Latina.pdf?sequence=7)
- Dávila, E. (2017). Relación entre redes cerradas y el sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Caja – Huancavelica. (*tesis de pregrado*), *Universidad Peruana de los Andes*. HUancayo, Perú. Obtenido de <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/UPLA/253>

- Escovar, D., & Rivera, D. (2015). Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el Cánton San José primero del municipio de San Martín utilizando el programa EPANET 2.0 ve. *(tesis de pregrado)*, *Universidad de El Salvador*. San Salvador, El Salvador. Obtenido de <https://prezi.com/ayrncgrlwzym/disenio-del-sistema-de-abastecimiento-de-agua-potable-para-el/>
- Giraldo, N., & Cruz, T. (2017). Estrategias de adaptación para el abastecimiento de agua de uso rural de la vereda el Palmarcito – Guaduas (Cundinamarca). *(tesis de pregrado)*, *Universidad Distrital Francisco José de Caldas*. Bogotá, Colombia. Obtenido de <http://sie.car.gov.co/handle/11349/6219>
- Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Ciudad de México: Mc Graw Hill.
- INEI. (2017). *Censos nacionales 2017: XII de población, VII de vivienda y III de comunidades indígenas*. Lima. Obtenido de <https://censos2017.inei.gob.pe/redatam/>
- Ipurre, G. (2017). Mejoramiento del sistema de riego para el sector Llushcapampa Baja, Distrito de Cajamarca, Provincia de Cajamarca, Región Cajamarca. *(tesis de pregrado)*, *Universidad Nacional Agraria La Molina*. Lima, Perú.
- Lossio, M. (2012). Sistema de abastecimiento de agua potable para cuatro poblados rurales del distrito de Lancones. *(tesis de pregrado)*, *Universidad de Piura*. Piura, Perú. Obtenido de [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2053/ICI\\_192.pdf](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2053/ICI_192.pdf)
- Luján, E. (2017). Diseño del Sistema de Agua Potable y Saneamiento Rural en los Caseríos de Cayamus, Carata Bajo y San Francisco del Distrito de Agallpampa, Provincia de Otuzco, Departamento La Libertad. *(tesis de pregrado)*, *Universidad César Vallejo*. Trujillo, Perú. Obtenido de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/22770>

- Mikuc, J., Centelles, I., & Castillo, B. (2018). Agua para Colipilli. Experiencia de trabajo comunitario para mejorar el abastecimiento y la calidad del agua. *Presencia*, 29(69), 27-30. Obtenido de <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/2896>
- Morales, F., & Cañar, M. (2016). Diseño de la red de agua potable del caserío El Chilco La Esperanza del cantón Tisaleo de la provincia de Tungurahua. (tesis de pregrado), *Universidad Técnica de Ambato*. Ambato, Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/24607>
- Naciones Unidas. (2011). *Informe de la relatora especial sobre el derecho humano al agua potable y al saneamiento. Informe del secretario general*. Nueva York: Naciones Unidas.
- Naciones Unidas/Organización de Cooperación y Desarrollo Económico. (2017). *Evaluaciones del desempeño ambiental: Perú*. Obtenido de [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/42527/1/S1600240\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/42527/1/S1600240_es.pdf)
- Norma OS.010 . (08 de junio de 2006). *Captación y conducción de agua para consumo humano*. Obtenido de Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento: [http://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo2/03\\_OS/RNE2006\\_OS\\_010.pdf](http://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo2/03_OS/RNE2006_OS_010.pdf)
- Norma OS.030. (2006). *Norma para Almacenamiento de Agua para Consumo Humano*. Obtenido de Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento: [https://www.saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas\\_Legales/saneamiento/OS.030.pdf](https://www.saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas_Legales/saneamiento/OS.030.pdf)
- Normas OS.020. (2006). *Planta de Tratamiento de Agua para Consumo Humano*. Obtenido de Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento:

[http://ww3.vivienda.gob.pe/Direcciones/Documentos/RNE\\_Actualizado\\_Solo\\_Saneamiento.pdf](http://ww3.vivienda.gob.pe/Direcciones/Documentos/RNE_Actualizado_Solo_Saneamiento.pdf)

Ñaupas, H., Valdivia, M., Palacios, J., & Romero, H. (2018). *Metodología de la investigación cuantitativa - cualitativa y redacción de la tesis*. Bogotá: Ediciones de la U.

OECD. (2017). *Evaluaciones del desempeño ambiental Perú. Aspectos destacados y recomendaciones 2016*. Santiago de Chile: OECD.

OMS. (2018). *Guías para la calidad del agua de consumo humano*. Obtenido de <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/272403/9789243549958-spa.pdf?ua=1>

Organización Mundial de la Salud. (2020). *La cantidad de agua domiciliaria, el nivel del servicio y la salud*. Obtenido de [https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/diseases/wsh0302/es/](https://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/wsh0302/es/)

Paredes, L. (2019). *Diseño de la cámara de captación, línea de conducción y reservorio de almacenamiento de agua potable del caserío Pucapampa, distrito de Jimbe, provincia del Santa, región Ancash – 2017. (tesis de pregrado), Universidad Católica Los Ángeles Chimbote. Chimbote, Perú. Obtenido de <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/15075>*

PCM (Programa Conjunto de Monitoreo). (2015). *Datos y Estadísticas*. Obtenido de Programa conjunto de monitoreo para el abastecimiento de agua y saneamiento: <http://www.wssinfo.org/data-estimates>

Quispe, E. (2019). *Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Asay, distrito Huacrachuco, provincia Maraón, región Huánuco y su incidencia en la condición sanitaria de la población – 2019. (tesis de pregrado), Universidad Católica Los Ángeles Chimbote. Chimbote, Perú. Obtenido de <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/15201>*

Reglamento N°031-2010-SA. (26 de septiembre de 2010). *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano*. Obtenido de Ministerio de Salud: <https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/244805-031-2010-sa>

Reglamento Nacional de Edificaciones. (11 de junio de 2006). *Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento*. Obtenido de DS N° 011-2006-VIVIENDA: <http://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>

Resolución N° 192-2018-Vivienda. (16 de mayo de 2018). *Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural*. Obtenido de Ministerio de Construcción, Vivienda y Saneamiento: <https://ecovidaconsultores.com/wp-content/uploads/2018/05/RM-192-2018-VIVIENDA-TECNOL%C3%93GICAS-PARA-SISTEMAS-DE-SANEAMIENTO-EN-EL-%C3%81MBITO-RURAL.pdf>

Roberti, L. (2018). *Conducción por gravedad*. Obtenido de <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de-agua-y-saneamiento/tecnologias-de-abastecimiento-de-agua/conducci%C3%B3n-por-gravedad#:~:text=Un%20sistema%20de%20conducci%C3%B3n%20por,requerimientos%20f%C3%ADsicos%2C%20qu%C3%ADmicos%20y%20bacterio>

Rodríguez, S., & Cisneros, P. (2020). *Abastecimiento comunal por bombeo con tratamiento*. Obtenido de <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/sistemas-de/sistemas-de-abastecimiento-de-agua/sistemas-de-abastecimiento-de/abastecimiento-comunal-por-bombeo-con-tratamiento>

RPP Noticias. (16 de abril de 2018). *Cuatro factores que explican el déficit de abastecimiento de agua potable en el Perú*. Recuperado el 26 de 03 de 2020, de Página web del Diario RPP Noticias: <https://rpp.pe/politica/gobierno/cuatro-factores-que-explican-el-deficit->

de-abastecimiento-de-agua-potable-en-el-peru-noticia-1116982?ref=rpp

Tarqui-Mamani, C., Alvarez, D., Gómez, G., Valenzuela, R., Fernandez, I., & Espinoza, P. (2016). Calidad bacteriológica del agua para consumo en tres regiones del Perú. *revista de Salud Pública*, 18(6), 904-912. doi:<http://dx.doi.org/10.15446/rsap.v18n6.55008>

Tutoriales al Día-Ingeniería Civil. (s.f.). *Red de distribución de agua potable: ¿abierta o cerrada?* Obtenido de <http://ingenieriacivil.tutorialesaldia.com/red-de-distribucion-de-agua-potable-abierta-o-cerrada/>

Valderrama, S., & Jaimes, C. (2019). *El desarrollo de la tesis: decriptiva-comparativa, correlacional y cuasiexperimental*. Lima: San Marcos

#### **COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

Sanchez Villanueva, E. (2023). *Diseño de captación y reservorio de agua en ladera para el abastecimiento de agua potable en las localidades del Distrito de Pachas, Provincia Dos de Mayo - Huánuco* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

## **ANEXOS**

## ANEXO 1 MATRIZ DE CONSISTENCIA

### Diseño de captación en laderas y reservorio para el abastecimiento de agua potable en las localidades del distrito de Pachas, provincia Dos de Mayo - Huánuco

Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variables	Dimensiones	Metodología	Instrumentos
¿De qué manera el diseño de un sistema de captación y reservorio de agua en ladera mejoraría el abastecimiento de agua potable en las localidades del distrito de Pachas, Provincia Dos de Mayo –Huánuco?	Diseñar un sistema de captación y reservorio de agua en ladera para el abastecimiento de agua potable en la localidad del distrito de Pachas, Provincia Dos de Mayo – Huánuco.	El diseño de un sistema de captación y reservorio de agua en ladera mejorará el abastecimiento de agua potable en las localidades del distrito de Pachas, Provincia Dos de Mayo – Huánuco.	Diseño de captación y reservorio de agua en ladera	<p>Especificación es técnicas estructurales</p> <p>Especificación es técnicas hidráulicas</p>	<p><b>Enfoque:</b> Cuantitativo</p> <p><b>Diseño:</b> No experimental</p> <p><b>Tipo:</b> Aplicada</p>	-Cámara fotográfica -Estación total -Equipo de recolección de información para el estudio de mecánica de suelos -Libreta de anotaciones -Cuestionario para grupo familiar -Ficha de recolección de información en viviendas
<p><b>Problemas específicos</b></p> <p>¿Cuáles son las especificaciones técnicas estructurales a considerar en el diseño de un sistema de captación y reservorio de agua potable en las localidades del distrito de Pachas, Provincia Dos de Mayo – Huánuco?</p>	<p><b>Objetivos específicos</b></p> <p>Determinar las especificaciones técnicas estructurales a considerar en el diseño de un sistema de captación y reservorio de agua potable en las localidades del distrito de Pachas, Provincia Dos de Mayo –Huánuco.</p>	<p><b>Hipótesis específicas</b></p> <p>La aplicación de especificaciones técnicas estructurales como lo son estudio de campo y recolección de información, parámetros de diseño, tipo de fuentes de abastecimiento y calidad del agua, establecidas en el diseño de un sistema de captación y reservorio de agua potable en las localidades del distrito de Pachas, Provincia Dos de Mayo –Huánuco, asegurará el óptimo</p>	Abastecimiento de agua potable	<p>Inversión requerida</p> <p>Mejora en el abastecimiento</p> <p>Captación</p> <p>Extracción y conducción</p>	<p><b>Nivel:</b> Explicativo</p> <p><b>Población:</b> 164 habitantes y sistema de abastecimiento de agua en localidades del distrito Pachas (38 grupos familiares)</p> <p><b>Muestra:</b> 38 grupos familiares y sistema de</p>	

<p>¿Cuáles son las especificaciones técnicas hidráulicas a considerar en el diseño de un sistema de captación y reservorio de agua potable en las localidades del distrito de Pachas, Provincia Dos de Mayo – Huánuco?</p>	<p>Determinar las especificaciones técnicas hidráulicas a considerar en el diseño de un sistema de captación y reservorio de agua potable en las localidades del distrito de Pachas, Provincia Dos de Mayo –Huánuco.</p>	<p>funcionamiento, estética y vida útil de dicho sistema.</p>	<p>Almacenamiento - reservorio</p>	<p>abastecimiento de agua en localidades del distrito Pachas</p>
<p>¿Cuál es la inversión requerida en el diseño de un sistema de captación y reservorio de agua potable en las localidades del distrito de Pachas, Provincia Dos de Mayo – Huánuco?</p>	<p>Determinar la inversión requerida en el diseño de un sistema de captación y reservorio de agua potable en las localidades del distrito de Pachas, Provincia Dos de Mayo –Huánuco</p>	<p>La aplicación de especificaciones técnicas hidráulicas como lo son el diseño estructural, línea de conducción, reservorio de almacenamiento y red de distribución, establecidas en el diseño de un sistema de captación y reservorio de agua potable en las localidades del distrito de Pachas, Provincia Dos de Mayo –Huánuco, asegurará el abastecimiento de agua en dicha localidad.</p>	<p>Tratamiento</p>	<p><b>Muestreo:</b> No probabilístico intencional</p>
<p>¿Cómo mejoraría el abastecimiento de agua potable con el diseño de</p>	<p>Evaluar la mejora en el abastecimiento de agua potable con el diseño de un</p>	<p>Considerando las especificaciones técnicas estructurales e hidráulicas se obtiene que la inversión requerida es elevada para el diseño de un sistema de captación y reservorio de agua potable en las localidades del distrito de Pachas, Provincia Dos de Mayo – Huánuco.</p>		<p><b>Tipo de análisis:</b> Descriptivo</p>

---

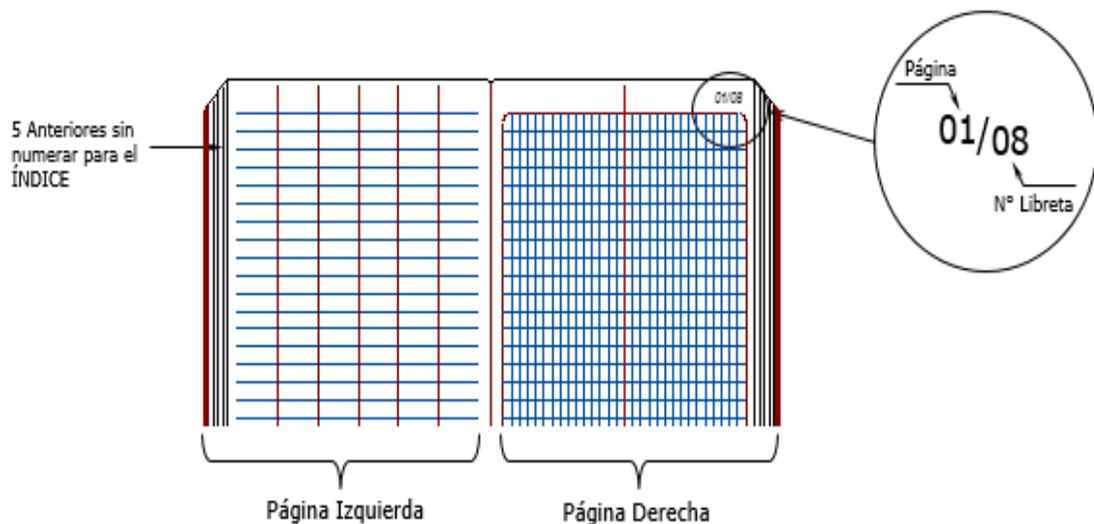
un sistema de captación y reservorio de agua potable en las localidades del distrito de Pachas, Provincia Dos de Mayo – Huánuco?	sistema de captación y reservorio de agua potable en las localidades del distrito de Pachas, Provincia Dos de Mayo –Huánuco.	Con el diseño de un sistema de captación y reservorio de agua potable en las localidades del distrito de Pachas, Provincia Dos de Mayo – Huánuco, se obtendrán mejoras importantes para la comunidad.
--	--	---

---

## ANEXO 2 LIBRETA DE CAMPO

### ➤ Procedimiento de llenado de la libreta de campo

Una vez recibida la libreta, el Topógrafo debe proceder a enumerar únicamente las páginas que están a la derecha de la libreta abierta, dejando libres las primeras cinco para la elaboración del índice. Para ello, debe colocar en el extremo superior derecho, el número de la página a partir del número 01; así como el número de identificación de la libreta, tal como se



indica a continuación

### ➤ Anotación para replanteos, poligonales y puntos radiados

Para anotar los datos de inicio de la actividad, si la misma consiste en el levantamiento planialtimétrico (replanteos, poligonales y puntos radiados) el topógrafo debe anotar los datos en estricto orden, en las columnas de la página izquierda, tal cual se describe a continuación:

- 1° Columna: nombre de la estación ó número del punto radiado.
- 2° Columna: número de la estación ó nombre del punto radiado.
- 3° Columna: ángulo horizontal.
- 4° Columna: distancia inclinada.

- 5° Columna: ángulo vertical.

N° pto	Desc.pto	Hor	Dist	Ver	Señal
GPS M-AJN-R		0°00'00"	84.965	89°39'43"	1.500
		180°00'04"	84.965	270°20'17"	1.500
GPS M-AJN-P					1.355
LOC M-AJN		234°27'09"	419.545	89°47'34"	1.500
		54°27'12"	419.544	270°12'28"	1.500
GPS M-AJN-P		0°00'00"	419.543	90°10'49"	1.500
		180°00'03"	419.544	269°49'13"	1.500
LOC M-AJN					1.377
Via 0+048.16		291°19'48"	97.879	89°54'53"	1.500
		111°19'50"	97.880	270°05'10"	1.500
1	Ref-1	25°35'12"	80.000	89°57'37"	1.500
2	Ref-2	25°35'12"	100.001	90°05'24"	1.500
3	Plat 0+000	115°35'12"	50.000	90°00'24"	1.500
4	Plat 0+100	295°35'12"	50.000	90°00'52"	1.500
5	V-1	340°35'12"	70.710	90°09'32"	1.500
6	V-2	70°35'12"	70.710	89°53'07"	1.500
7	V-3	160°35'12"	70.710	89°46'10"	1.500

- 6° Columna: altura de la señal (prisma o aparato)

### ➤ Anotación para Nivelación

- 1° Columna: nombre del punto de apoyo ó punto de detalle.
- 2° Columna: lectura de la mira en el punto de apoyo y se encabeza con el signo “+”
- 3° Columna: lectura de la mira en el punto de detalle (Intermedios) y se encabeza con el signo “ – “

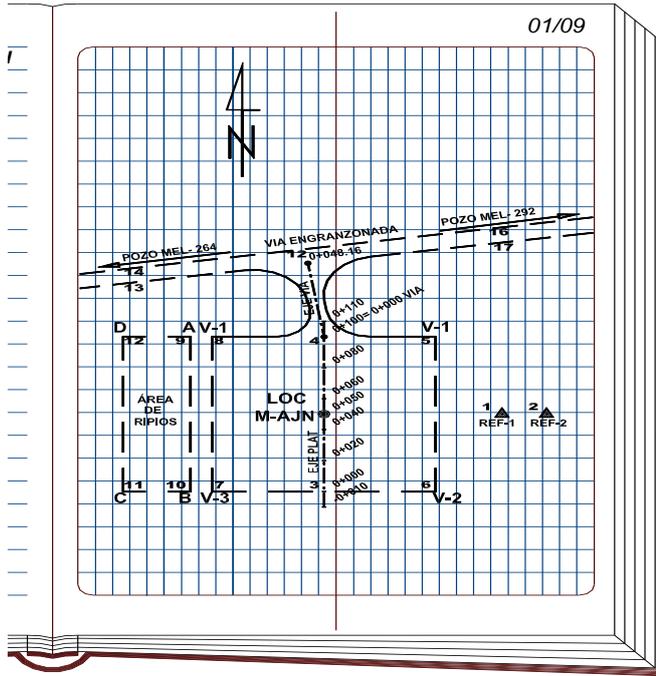
- 4° Columna: lectura de la mira en el punto de cambio y se encabeza con signo “-“
- 5° Columna: lectura de la mira+ cota del punto de apoyo (Cota ojo ó Aparato)

<b>Nivelación geométrica de la Localización M-AJN</b>					
<i>(Plataforma y Área de Ripios) secciones transversales</i>					
<b>desde la Prog. -0+010 hasta la Prog. 0+110</b>					
Desc	+	-	-	Cota ojo	Cota
GPS					
M.A.N.P	1.084			187.849	186.765
PC-1	2.022		1.358	188.513	186.491
PC-2	1.749		0.840	189.422	187.673
LOC					
M.A.J.N	1.311		1.266	189.467	188.156
-0+010		1.180			188.287
D 10		1.160			188.310
D 30		1.240			188.230
D 50		1.260			188.210
D 60		1.280			188.190
I 10		1.100			188.370
I 30		1.070			188.400
I 50		1.090			188.380
I 60		1.040			188.430
I 75		1.040			188.430
I 90		1.000			188.470
I 100		1.010			188.460
0+000		1.215			188.252
D 10		1.130			188.340

- 6° Columna: Cota del punto de apoyo ó detalle.

### ➤ Croquis

Para el Levantamiento Planialtimétrico de detalles, el Topógrafo debe realizar un croquis a mano alzada del área y/o instalaciones, en la página derecha, en la cual debe indicar la orientación del Norte franco, indicando detalles y descripciones.



### ANEXO 3 PANEL FOTOGRÁFICO

➤ recopilación de información del proyecto de investigación.



Vista panorámica de los relieves y valles del estudio de la zona de proyecto de investigación.



Vista de la recolección de datos para el aforo del diseño vista de la necesidad de extracción de agua de los pobladores, zona de proyecto de investigación.



Vista de la recolección de datos para la guía de las preguntas de los centros poblados, en la zona de proyecto de investigación.  
Elaboración propia.

## ANEXO 4 GUÍA DE PREGUNTAS PARA LAS FAMILIAS DEL CENTRO POBLADO



**INTRODUCCIÓN:** A continuación, se presentan un conjunto de preguntas enfocadas a obtener información básica para el proyecto: “Diseño de captación en laderas y reservorio para el abastecimiento de agua potable en las localidades del distrito de Pachas, provincia Dos de Mayo – Huánuco”. En este sentido, se agradece su comprensión y sinceridad en cada una de sus respuestas a los fines de alcanzar los objetivos planteados en dicha investigación. La información recogida en esta guía de preguntas será tratada con total confidencialidad y usada para fines académicos. De antemano se agradece su colaboración.

**INSTRUCCIONES:** Se agradece responder con un suficiente nivel de explicación ante cada planteamiento.

**Datos del jefe (a) de familia**

*Nombre y Apellido:* \_\_\_\_\_

*Edad:* \_\_\_\_\_

*Dirección:* \_\_\_\_\_

*Profesión:* \_\_\_\_\_ *Ocupación:* \_\_\_\_\_

**Datos del grupo familiar**

Nombre y apellido	Sexo	Edad	Parentesco	Grado de instrucción	Ocupación

Total de personas que componen el grupo familiar: \_\_\_\_\_

Cantidad de miembros que asisten al colegio: \_\_\_\_\_

Cantidad de miembros que asisten a la universidad: \_\_\_\_\_

Cantidad de miembros en edad escolar que no están escolarizados: \_\_\_\_\_

**ANEXO 5**  
**FICHA PARA SER LLENADA POR EL INVESTIGADOR POR**  
**FAMILIA ENCUESTADA**



**INSTRUCCIONES:** La presente ficha se basa en recolectar información sobre el croquis de ubicación de la vivienda visitada, colocando detalles importantes como dirección, ubicación, referencias cercanas, cantidad de puntos de aguas blancas y aguas servidas, orientación norte, cantidad de miembros por vivienda y otros aspectos que considere importantes.

**Croquis de ubicación**

**Observaciones:**

---

---

**ANEXO 6**  
**GASTO MÁXIMO DIARIO EN NODOS**

<b>Nodo</b>	<b>Gp (l/s)</b>	<b>Gmh (l/s)</b>	<b>ELEV (m)</b>	<b>SISTEMA</b>
J-1	0.0000	0.0000	4070.0000	S1
J-2	0.0079	0.0158	4077.0000	S1
J-3	0.0000	0.0000	4058.0000	S1
J-4	0.0000	0.0000	4057.0000	S1
J-5	0.0000	0.0000	4047.5000	S1
J-6	0.0000	0.0000	4045.1500	S1
J-7	0.0000	0.0000	4042.0000	S1
J-8	0.0000	0.0000	4035.0000	S1
J-9	0.0079	0.0158	4017.5000	S1
J-10	0.0079	0.0158	4040.8000	S1
J-11	0.0079	0.0158	4047.0000	S1
J-12	0.0000	0.0000	4040.0000	S1
J-13	0.0079	0.0158	4035.0000	S1
J-14	0.0000	0.0000	4050.0000	S1
J-15	0.0000	0.0000	4050.0000	S1
J-16	0.0000	0.0000	4050.0000	S1
J-17	0.0000	0.0000	4060.0000	S1
J-18	0.0000	0.0000	4055.0000	S1
J-19	0.0000	0.0000	4060.0000	S1
J-20	0.0000	0.0000	4004.0000	S1
J-21	0.0000	0.0000	3957.0000	S1
J-22	0.0079	0.0158	3956.0000	S1
J-23	0.0000	0.0000	4055.0000	S1
J-24	0.0000	0.0000	4055.0000	S1
J-25	0.0000	0.0000	4060.0000	S1
J-26	0.0000	0.0000	4040.0000	S1
J-27	0.0000	0.0000	4015.0000	S1
J-28	0.0000	0.0000	4005.0000	S1
J-29	0.0000	0.0000	4013.0000	S1
J-30	0.0108	0.0216	4011.9000	S1
J-31	0.0079	0.0158	4016.9000	S1
J-32	0.0079	0.0158	4019.6000	S1
J-33	0.0000	0.0000	4015.0000	S1
J-34	0.0079	0.0158	4016.2500	S1
J-35	0.0000	0.0000	4015.0000	S1
J-36	0.0000	0.0000	4015.0000	S1
J-37	0.0000	0.0000	4016.5000	S1
J-38	0.0079	0.0158	4008.0000	S1
J-39	0.0000	0.0000	4014.0000	S1
J-40	0.0079	0.0158	4012.9000	S1
J-41	0.0000	0.0000	4015.0000	S1
J-42	0.0079	0.0158	3970.0000	S1
J-43	0.0000	0.0000	4015.0000	S1
J-44	0.0000	0.0000	4015.0000	S1
J-45	0.0000	0.0000	4008.0000	S1
J-46	0.0000	0.0000	3966.0000	S1
J-47	0.0000	0.0000	3954.0000	S1

<b>Nodo</b>	<b>Gp (l/s)</b>	<b>Gmh (l/s)</b>	<b>ELEV (m)</b>	<b>SISTEMA</b>
J-48	0.0079	0.0158	3949.0000	S1
J-49	0.0000	0.0000	3915.0000	S1
J-50	0.0079	0.0158	3915.0000	S1
J-51	0.0079	0.0158	3903.8500	S1
J-52	0.0000	0.0000	4012.0000	S1
J-53	0.0000	0.0000	4011.0000	S1
J-54	0.0000	0.0000	4013.5000	S1
J-55	0.0000	0.0000	4015.0000	S1
J-56	0.0000	0.0000	4010.0000	S1
J-57	0.0000	0.0000	4005.0000	S1
J-58	0.0000	0.0000	4004.0000	S1
J-59	0.0000	0.0000	3995.0000	S1
J-60	0.0000	0.0000	3992.0000	S1
J-61	0.0079	0.0158	3960.0000	S1
J-62	0.0000	0.0000	3993.0000	S1
J-63	0.0000	0.0000	3991.0000	S1
J-64	0.0079	0.0158	4002.0000	S1
J-65	0.0000	0.0000	3991.0000	S1
J-66	0.0000	0.0000	3980.0000	S1
J-67	0.0000	0.0000	3977.0000	S1
J-68	0.0079	0.0158	3976.0000	S1
J-69	0.0079	0.0158	3979.0000	S1
J-70	0.0000	0.0000	4005.0000	S1
J-71	0.0000	0.0000	4008.0000	S1
J-72	0.0079	0.0158	3961.0000	S1
J-73	0.0000	0.0000	4005.5000	S1
J-74	0.0000	0.0000	4010.0000	S1
J-75	0.0000	0.0000	4015.0000	S1
J-76	0.0000	0.0000	4025.5000	S1
J-77	0.0000	0.0000	4050.0000	S1
J-78	0.0000	0.0000	4007.0000	S1
J-79	0.0079	0.0158	4006.0000	S1
J-80	0.0000	0.0000	3978.0000	S1
J-81	0.0000	0.0000	3958.0000	S1
J-82	0.0079	0.0158	3930.0000	S1
J-83	0.0000	0.0000	4055.0000	S1
J-84	0.0000	0.0000	4055.0000	S1
J-85	0.0079	0.0158	4055.0000	S1

## ANEXO 7

### PROPIEDADES DE MATERIALES EN LOS TRAMOS

Tubería	Longitud	Nudo Inicio	Nudo Final	Diámetro (in)	Material	Hazen-Williams
P-1	529.00	RESERVORIO	J-1	1 1/2	PVC	140
P-2	153.00	J-1	J-2	1/2	PVC	140
P-3	189.00	J-1	J-3	1 1/2	PVC	140
P-4	25.00	J-3	J-4	3/4	PVC	140
P-6	129.00	J-5	J-6	3/4	PVC	140
P-7	93.00	J-6	J-7	3/4	PVC	140
P-8	48.00	J-7	J-8	3/4	PVC	140
P-9	205.00	J-8	J-9	1/2	PVC	140
P-10	161.00	J-8	J-12	1/2	PVC	140
P-11	177.00	J-12	J-13	1/2	PVC	140
P-12	37.00	J-7	J-10	1/2	PVC	140
P-13	70.00	J-6	J-11	1/2	PVC	140
P-14	453.00	J-3	J-14	1 1/2	PVC	140
P-15	205.00	J-14	J-15	1 1/2	PVC	140
P-16	236.00	J-15	J-16	1 1/2	PVC	140
P-17	192.00	J-16	J-17	1 1/2	PVC	140
P-18	105.00	J-17	J-18	1 1/2	PVC	140
P-19	84.00	J-18	J-19	1 1/2	PVC	140
P-21	896.00	J-20	J-21	1/2	PVC	140
P-22	97.00	J-21	J-22	1/2	PVC	140
P-23	115.00	J-19	J-23	1 1/2	PVC	140
P-24	286.00	J-23	J-24	1 1/2	PVC	140
P-25	199.00	J-24	J-25	1 1/2	PVC	140
P-28	410.00	J-27	J-28	3/4	PVC	140
P-29	320.00	J-28	J-29	3/4	PVC	140
P-30	37.00	J-29	J-30	1/2	PVC	140
P-31	50.00	J-29	J-31	3/4	PVC	140
P-32	42.00	J-31	J-32	1/2	PVC	140
P-33	40.00	J-31	J-33	3/4	PVC	140
P-34	31.00	J-33	J-34	1/2	PVC	140
P-35	126.00	J-33	J-35	3/4	PVC	140
P-36	52.00	J-35	J-36	3/4	PVC	140
P-37	73.00	J-36	J-37	3/4	PVC	140
P-38	55.00	J-37	J-38	1/2	PVC	140
P-39	47.00	J-37	J-39	3/4	PVC	140
P-40	32.00	J-39	J-40	1/2	PVC	140
P-41	392.00	J-26	J-41	1 1/2	PVC	140
P-43	152.00	J-41	J-43	1 1/2	PVC	140
P-44	113.00	J-43	J-44	1 1/2	PVC	140
P-46	321.00	J-45	J-46	1/2	PVC	140
P-47	46.00	J-46	J-47	1/2	PVC	140
P-48	58.00	J-47	J-48	1/2	PVC	140
P-50	71.00	J-49	J-50	1/2	PVC	140
P-51	124.00	J-49	J-51	1/2	PVC	140
P-52	90.00	J-44	J-52	1 1/2	PVC	140
P-53	156.00	J-52	J-53	1 1/2	PVC	140
P-54	146.00	J-53	J-54	1 1/2	PVC	140
P-55	106.00	J-54	J-55	1 1/2	PVC	140

Tubería	Longitud	Nudo Inicio	Nudo Final	Diámetro (in)	Material	Hazen-Williams
P-56	114.00	J-55	J-56	1 1/2	PVC	140
P-57	347.00	J-56	J-57	1 1/2	PVC	140
P-58	138.00	J-57	J-58	1 1/2	PVC	140
P-60	83.00	J-59	J-60	1/2	PVC	140
P-61	488.00	J-60	J-61	1/2	PVC	140
P-62	301.00	J-60	J-62	1/2	PVC	140
P-63	44.00	J-62	J-63	1/2	PVC	140
P-64	77.00	J-63	J-64	1/2	PVC	140
P-65	36.00	J-63	J-65	1/2	PVC	140
P-66	135.00	J-65	J-66	1/2	PVC	140
P-67	164.00	J-66	J-67	1/2	PVC	140
P-68	50.00	J-67	J-68	1/2	PVC	140
P-69	45.00	J-67	J-69	1/2	PVC	140
P-70	129.00	J-58	J-70	1 1/2	PVC	140
P-71	65.00	J-70	J-71	1 1/2	PVC	140
P-73	91.00	J-71	J-73	1 1/2	PVC	140
P-74	120.00	J-73	J-74	1 1/2	PVC	140
P-75	462.00	J-74	J-75	1 1/2	PVC	140
P-76	252.00	J-75	J-76	1 1/2	PVC	140
P-77	442.00	J-76	J-77	1 1/2	PVC	140
P-78	279.00	J-77	J-78	1/2	PVC	140
P-79	116.00	J-78	J-79	1/2	PVC	140
P-81	188.00	J-80	J-81	1/2	PVC	140
P-82	188.00	J-81	J-82	1/2	PVC	140
P-83	98.00	J-77	J-83	1/2	PVC	140
P-84	154.00	J-83	J-84	1/2	PVC	140
P-85	394.00	J-84	J-85	1/2	PVC	140
P-5(1)	51.00	J-4	CRP TVII - 01	3/4	PVC	140
P-5(2)	101.00	CRP TVII - 01	J-5	3/4	PVC	140
P-20(1)	183.00	J-19	VALVULA REGULADORA 1/2" - 01	1/2	PVC	140
P-20(2)	34.00	VALVULA REGULADORA 1/2" - 01	J-20	1/2	PVC	140
P-27(1)	20.00	J-26	CRP TVII - 02	3/4	PVC	140
P-27(2)	48.00	CRP TVII - 02	J-27	3/4	PVC	140
P-42(1)	66.00	J-41	VALVULA REGULADORA 1/2" - 02	1/2	PVC	140
P-42(2)	107.00	VALVULA REGULADORA 1/2" - 02	J-42	1/2	PVC	140
P-26(1)	54.00	J-25	VALVULA REGULADORA 1 1/2" - 01	1 1/2	PVC	140
P-26(2)	157.00	VALVULA REGULADORA 1 1/2" - 01	J-26	1 1/2	PVC	140
P-45(1)	65.00	J-44	VALVULA REGULADOR 1/2" - 03	1/2	PVC	140
P-45(2)	80.00	VALVULA REGULADOR 1/2" - 03	J-45	1/2	PVC	140
P-49(1)	44.00	J-47	VALVULA REGULADORA 1/2" - 04	1/2	PVC	140
P-49(2)	109.00	VALVULA REGULADORA 1/2" - 04	J-49	1/2	PVC	140
P-59(1)	234.00	J-58	VALVULA REGULADORA 1/2" - 05	1/2	PVC	140
P-59(2)	260.00	VALVULA REGULADORA 1/2" - 05	J-59	1/2	PVC	140

<b>Tubería</b>	<b>Longitud</b>	<b>Nudo Inicio</b>	<b>Nudo Final</b>	<b>Diámetro (in)</b>	<b>Material</b>	<b>Hazen-Williams</b>
P-72(1)	113.00	J-71	VALVULA REGULADORA 1/2" - 06	1/2	PVC	140
P-72(2)	132.00	VALVULA REGULADORA 1/2" - 06	J-72	1/2	PVC	140
P-80(1)	324.00	J-78	VALVULA REGULADORA 1/2" - 07	1/2	PVC	140
P-80(2)	72.00	VALVULA REGULADORA 1/2" - 07	J-80	1/2	PVC	140