



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Evaluación y propuesta de mejoramiento del sistema de agua potable,
barrio 13 de mayo, centro poblado de Toclla, Huaraz – 2022.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:

Carrion Sanchez, John Erick (orcid.org/0000-0003-1617-7532)

ASESOR:

Mg. Dolores Anaya, Dante (orcid.org/0000-0003-4433-8997)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Apoyo a la reducción de brechas y carencias en la educación en todos sus
niveles

HUARAZ – PERÚ

2022

Dedicatoria

A mis padres, Guillermo Carrión Henostroza y Julia Sánchez Urbano, por el apoyo continuo e incondicional que me brindaron, así como por su grandioso y sacrificado esfuerzo de apoyarme durante todo el periodo de mis estudios, por eso y muchas cosas más, gracias queridos padres.

Agradecimiento

Mi agradecimiento en primer lugar a Dios por darme las energías y las ganas de salir adelante día a día. Asimismo, a mis padres por ser el motivo de mi superación personal y profesional. Y finalmente, a todos los docentes de la Universidad César Vallejo por la formación integral que me brindaron.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras.....	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	12
3.1. Tipo y diseño de investigación	12
3.2. Variables y operacionalización.....	13
3.3. Población, muestra y muestreo.....	13
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	14
3.5. Procedimientos	14
3.6. Método de análisis de datos.....	16
3.7. Aspectos éticos	17
IV. RESULTADOS.....	18
V. DISCUSIÓN	40
VI. CONCLUSIONES	45
VII. RECOMENDACIONES	46
REFERENCIAS.....	47
ANEXOS	53

Índice de tablas

Tabla 1 Ubicación de la zona de estudio.....	18
Tabla 2 Coordenadas UTM WGS 84.....	18
Tabla 3 Vía de acceso al Centro Poblado de Toclla.....	19
Tabla 4 Coordenadas de ubicación de los BM.	32
Tabla 5 Análisis granulométrico por tamizado ASTM D422.	33
Tabla 6 Límites de consistencia.	34
Tabla 7 Contenido de humedad.	34
Tabla 8 Análisis químico.....	34
Tabla 9 Valores para concreto expuesto a soluciones de sulfatos.....	35
Tabla 10 Tipo de cimentación recomendable.....	35
Tabla 11 Capacidad admisible de carga.	36
Tabla 12 Diagnóstico de la captación.....	37
Tabla 13 Diagnóstico de la línea de conducción.	37
Tabla 14 Diagnóstico del reservorio.	37
Tabla 15 Diagnóstico de las redes de distribución.	38
Tabla 16 Diagnóstico de las conexiones domiciliarias.	38
Tabla 17 Tasa de crecimiento poblacional de la ciudad de Huaraz.	20
Tabla 18 Periodos de diseño según componentes.....	21
Tabla 19 Población futura.....	21
Tabla 20 Densidad por vivienda.	22
Tabla 21 Número de conexiones totales.	22
Tabla 22 Dotación de agua por habitante.	22
Tabla 23 Consumo de agua promedio.	23
Tabla 24 Demanda de producción.	23
Tabla 25 Caudal máximo diario.....	24

Tabla 26 Caudal máximo horario.	24
Tabla 27 Mediciones realizadas en la captación.	25
Tabla 28 Volumen de almacenamiento (m ³).	26
Tabla 29 Propuesta de la captación de ladera.	28
Tabla 30 Propuesta para la línea de conducción.	28
Tabla 31 Propuesta del reservorio de almacenamiento.	29
Tabla 32 Propuesta para las redes de distribución.	29
Tabla 33 Propuesta para las cámaras rompe presión tipo VII.	30
Tabla 34 Propuesta para las válvulas de control.	31
Tabla 35 Propuesta para las válvulas de purga.	31
Tabla 36 Propuesta para las conexiones domiciliarias.	32

Índice de gráficos y figuras

Figura 1 Localización del barrio 13 de Mayo – C.P. de Toctla.....	19
---	----

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo general, evaluar y plantear una propuesta de mejora del sistema de agua potable del barrio 13 de mayo, C.P. de Toclla, Huaraz. Metodológicamente fue un estudio, aplicado, no experimental, y de corte transversal; la población de estudio estuvo conformada por todos los componentes del sistema de agua potable; para el recojo de información se usaron las técnicas de la observación directa, análisis documental y ensayos de laboratorios. Obteniéndose los siguientes parámetros de diseño: tasa de crecimiento del 1.8%, periodo de diseño de 20 años, población futura de 528 habitantes, dotación de 80 l/hab/día, consumo de agua promedio de 0.539 l/s, demanda anual de 16997.904 m³/año, caudal máximo diario de 0.700 l/s, caudal máximo horario de 1.077 l/s, volumen de almacenamiento de 15m³; y un sistema de cloración por goteo de 37.20 ml/min. Concluyéndose que, el diseño final consta de una captación tipo ladera, línea de conducción de 2.5" de diámetro, reservorio de 15m³, redes de distribución de 2.5" de diámetro, 3 cámaras rompepresión de tipo VII; 4 válvulas de control; 4 válvulas de purga, y 126 conexiones domiciliarias; verificándose su viabilidad en el aspecto técnico y su rentabilidad en el campo social.

Palabras clave: Agua Potable, Parámetros de diseño, Suelo, Topografía.

Abstract

The general objective of this research was to evaluate and propose an improvement proposal for the drinking water system in the 13 de Mayo neighborhood, Toclla, Huaraz. Methodologically, it was an applied, non-experimental, cross-sectional study; the study population consisted of all the components of the drinking water system; direct observation, documentary analysis and laboratory tests were used to collect information. The following design parameters were obtained: growth rate of 1.8%, design period of 20 years, future population of 528 inhabitants, water supply of 80 l/inhab/day, average water consumption of 0.539 l/s, annual demand of 16997,904 m³/year, maximum daily flow of 0.700 l/s, maximum hourly flow of 1.077 l/s, storage volume of 15m³ , and a drip chlorination system of 37.20 ml/min. It was concluded that the final design consists of a hillside type catchment, 2.5" diameter conduction line, 15m³ reservoir, 2.5" diameter distribution networks, 3 type VII pressure-breaking chambers, 4 control valves, 4 purge valves, and 126 home connections; verifying its feasibility in the technical aspect and its profitability in the social field.

Keywords: Drinking water, Design parameters, Soil, Topography.

I. INTRODUCCIÓN

El acceso a agua potable de calidad se ha convertido en una necesidad latente siempre en cuando se busque mejorar el estilo de vida de las personas de una sociedad, sin embargo, la realidad actual es preocupante ya que existen factores que inciden negativamente en su protección, promoción, cobertura, garantía, etc. (Palacios, 2020); es así que actualmente, disponer de agua para el uso diario es reconocido como un derecho fundamental para la persona, pero no a cualquier agua, si no un agua en óptimas condiciones para su uso, es decir, óptimas en calidad, cantidad, costo y continuidad, con el objetivo de cumplir las expectativas en saneamiento de las personas (Pérez, 2019).

A nivel mundial, cerca de 2.200 mil millones de individuos no cuentan con agua potable, es decir, 1 de cada 3 personas no acceden a sistemas de agua potable seguras. Durante la última década 1.800 millones de personas obtuvieron acceso a agua potable, sin embargo, aún existen grandes brechas en la disponibilidad, accesibilidad, cobertura y calidad de este servicio. Esta realidad es más notoria en naciones en desarrollo tanto como en entornos rurales, donde 8 de cada 10 personas no cuentan con este servicio, mientras que en países con estimaciones de gran riqueza la cobertura del agua potable es por lo menos el doble de alta, en contraste con los de más bajos recursos económicos (UNICEF, 2019).

El Perú no está lejos de tal realidad, ya que, de acuerdo al Instituto de Estadística e Informática (2020), el 68,4% del sector rural no cuenta con sistemas de agua potable, consumiendo solamente agua de redes públicas; asimismo, el 9,2% de la población total no tiene acceso a las redes públicas, es decir, no consumen agua potable abasteciéndose precariamente de ríos, manantiales, entre otros. Por otro lado, la problemática nacional también refleja que gran parte de la condición estructural de las partes del sistema de agua potable no están en relación a la cantidad poblacional (cobertura insuficiente), además que su funcionalidad se ve disminuida al no contar con sistemas de gestión para su operación y mantenimiento (CEPAL, 2020).

En el caso puntual del barrio 13 de mayo, del C.P. de Toclla, el sistema de agua potable está en condición de deterioro, afectando significativamente la continuidad de agua. La captación no tiene una condición operacional óptima, además que su

infraestructura se encuentra dañada; las líneas de conducción presentan fisuras por donde ingresan materiales orgánicos que contaminan el agua volviéndola turbia; el reservorio tiene una estructura dañada, además de que su almacenamiento no está en relación a la cantidad poblacional; del mismo modo, las conexiones domiciliarias presentan visible deterioro debido a la antigüedad del sistema. Cabe indicar que existen viviendas que no acceden al agua potable debido a sistemas de distribución poco eficientes o debido a su construcción reciente y que, al momento del existente, no se consideró el crecimiento poblacional; por ello nace la necesidad de realizar un diagnóstico situacional del sistema de agua potable, para plantear medidas de solución, y elevar el nivel de vida de las personas pertenecientes al barrio 13 de mayo.

Si no se corrigen dichos eventos, se van a ver postergados los esfuerzos direccionados al desarrollo y crecimiento del centro poblado de Toclla, además de que el índice de enfermedades producidas por el consumo de agua en mala calidad va ir en aumento; colocándole en una situación de estancamiento en su desarrollo urbano, lo que representaría una pérdida de oportunidades para la sociedad. Del mismo modo, se pretende obtener resultados objetivos; que sirvan de base para las entidades competentes para que éstas puedan determinar políticas en función a dichos resultados; tomando en cuenta tanto las recomendaciones como la propuesta de mejora que desarrollará la presente investigación, con el fin de que si se realizaran inversiones futuras sean a favor de la mejora y gestión sistema de agua potable, garantizando el desarrollo de las sociedades.

En razón de lo descrito en párrafos anteriores, así como basado en resultados de estudios previos; la teoría que sustenta que el mejoramiento del sistema obsoleto de agua potable eleva la calidad de vida de los individuos, impactando favorablemente en el desarrollo de las sociedades; además de que los gobiernos locales no cuentan con una partida presupuestal ni con un plan de gestión tanto para su operación como su mantenimiento, situación que agrava aún más la problemática; se propone el desafío de continuar profundizando en esta materia, lo que lleva a definir el siguiente problema de investigación: ¿En qué condiciones se encuentra el sistema de agua potable y qué propuestas se pueden plantear para

mejorar dicho sistema del barrio 13 de mayo, centro poblado de Toclla, Huaraz – 2022?

En lineamiento al problema propuesto se planteó como objetivo general: Evaluar y plantear una propuesta de mejora del sistema de agua potable del barrio 13 de mayo, centro poblado de Toclla, Huaraz– 2022. Asimismo, se exponen los siguientes objetivos específicos: Realizar el estudio topográfico del área donde se encuentran los componentes del sistema de agua potable del barrio 13 de mayo, centro poblado de Toclla, Huaraz – 2022; Realizar el estudio de suelos en el barrio 13 de mayo, centro poblado de Toclla, Huaraz – 2022; y finalmente, Realizar el diagnóstico situacional del sistema de agua potable del barrio 13 de mayo, centro poblado de Toclla, Huaraz – 2022.

El presente estudio se justifica en los siguientes puntos: Teóricamente, ya que podrá ser usado como antecedente de próximas investigaciones de similar temática, asimismo, el marco teórico plasmado en la investigación servirá de base para las variables del estudio, además para dar respuesta a la problemática existente del sistema de agua potable en el barrio 13 de mayo. Del mismo modo, se justifica en su campo metodológico, ya que se va realizar mediante una metodología establecida, con el fin de generar conocimientos tanto válidos como confiables; del mismo modo, la recolección de datos estará alineada a los estándares y normas técnicas, ya sean nacionales o internacionales, con el objetivo que pueda ser generalizada a futuros estudios del mismo enfoque.

Seguidamente, se justifica en su aspecto social ya que, brindará a los habitantes del barrio 13 de mayo una perspectiva más detallada la situación actual de las partes del sistema de agua potable que consumen; asimismo, impulsará a que las entidades encargadas de la gestión del sistema de agua potable formulen y ejecuten políticas encaminadas al desarrollo urbano sostenible. Finalmente, se justifica en su aspecto ambiental, ya que, por más que existan efectos ambientales que influyan de manera directa en el agua, suelo o aire; los daños Mayores son producidos por el hombre debido a su desinformación; en ese sentido, los resultados facilitarán la proposición de un nuevo diseño de los componentes del sistema de agua potable, que en un pésimo estado operativo – estructural podrían causar daños al medio ambiente.

II. MARCO TEÓRICO

Luego de realizar una búsqueda exhaustiva tanto de tesis como de artículos científicos, en diferentes publicaciones de centros superiores de ámbito nacional e internacional, así como en los portales de revistas científicas, se han hallado los siguientes estudios de similar temática. De alcance internacional, Macías *et al.* (2018) tuvo como objetivo evaluar el sistema de agua potable para plantear medidas de solución en la Cabecera Parroquial Caracol de Ecuador. Con respecto a la metodológicamente fue descriptiva y aplicada; para recoger las informaciones se usó la técnica de la revisión bibliográfica, estudio de topografía, suelos, agua, entre otros. Los resultados obtenidos indican que, el agua no está en óptimas condiciones; las redes de distribución no suministran agua potable de forma continua, además que están obsoletas; respecto a la infraestructura de las cámaras y el reservorio, ambas se encuentran deterioradas. Concluyéndose que, se diseñó un nuevo sistema de agua potable, que consta de 1 reservorio de capacidad de reserva de 94 m³, asimismo, se instalarán nuevas redes de distribución con tuberías de 160, 110, 75mm de diámetro; finalmente, se desarrollará un sistema de bombeo hacia la parte alta de la cuenca con una fuerza de 7.5 Hp.

A nivel nacional, Ariza (2019) tuvo como objetivo proponer un diseño de sistema de agua potable alienado a las normativas actuales en el sector de Maray. La metodología aplicada fue de un estudio aplicado, descriptivo, no experimental – transversal; la población fueron todos los componentes del sistema de agua potable, con el fin de recoger datos se usó la observación directa y las técnicas documentales. Obteniéndose los siguientes resultados: la captación se encuentra en mal estado operativo; la línea conductiva está elaborada con tubo PVC de 2 pulgadas de diámetro y están deteriorados; el reservorio es de concreto con una capacidad de 32.0 m³, cabe indicar que su estado estructural es crítico; la línea de aducción consta de 466.70 m de PVC de 2" de diámetro con evidentes fugas por las rajaduras; finalmente las conexiones domiciliarias constan de 120 unidades de PVC que se encuentran en un estado deplorable, con partes oxidadas, corridas e instaladas de manera inadecuada. Concluyéndose que, se diseñó un nuevo sistema de agua potable para un caudal promedio de 0.95 l/s, con el diseño de una

captación de tipo ladera, 1370m de línea conductiva, reservorio de 24m³, 2120m de red para distribuir el agua y 154 conexiones domiciliarias.

Asimismo, Castillo (2019) tuvo como objetivo mejorar el sistema de agua potable del sector Limo en Piura. La metodológicamente fue descriptiva, no experimental/transaccional; el universo muestral estuvo conformado por el sistema de agua potable de dicho sector; para recolectar información fue necesario observación directa y las fichas de análisis. Obteniéndose como resultados que, los componentes del sistema de agua potable, partiendo desde la captación hasta las conexiones domiciliarias se encuentra en un estado crítico en operación e infraestructura. Concluyéndose que, se realizó el diseño de todos los componentes, quedando estructurado de la siguiente manera: red de conducción de 6869.00m, reservorio de almacenamiento de 10m³ de concreto armado con una altura de 2.12m; instalación de 6261.44m red de aducción-distribución; 23 cámaras romp presión tipo VII; 15 válvulas que cumplen el rol de purga; 4 válvulas de cumplen la función de control; 10 válvulas de aire; y 52 conexiones domiciliarias.

Finalmente, Calero (2019) tuvo como objetivo diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable del distrito de Santa Rosa en Huánuco. La metodología un estudio descriptivo, no experimental; la población fueron los componentes del sistema de agua potable; con el fin de recolectar información fue necesario usar la técnica de la observación directa, además de los análisis de laboratorio. Los resultados fueron, en relación al estudio topográfico, se levantaron 309 puntos, denotándose un terreno ondulado; respecto al estudio de suelos, se ejecutaron 3 calicatas, determinándose una capacidad de carga de 1.65, 1.84 y 2.31 kg/cm², respectivamente. Concluyéndose que, se ejecutó el estructuramiento del sistema de agua potable que consta de 1 captación de Ladera, 4680m de línea conductiva, reservorio de 70m³ con cámara de cloración y línea de aducción de 500m.

En el ámbito local, Yovera (2017) tuvo como objetivo evaluar el sistema de agua potable del Asentamiento Humano Santa Ana – Valle San Rafael de la ciudad de Casma. Metodológicamente fue un estudio aplicado, no experimental – transversal; para recoger las informaciones fue necesaria la observación directa, así como los análisis de laboratorio. Obteniéndose como resultados, respecto al estudio de suelos para cimentación se obtuvo capacidad de carga de 0.811kg/cm², en relación

al análisis químico, se obtuvo 0.052% de cloruros y 0.034% de sulfatos; respecto al diagnóstico situacional, la captación es de tipo pozo excavado, el cual está en estado regular, la línea de impulsión no presenta filtración alguna, el reservorio tiene una infraestructura desgastada con una capacidad de 12m³ de almacenamiento, la línea de aducción se encuentra en estado operativo; finalmente, las redes de distribución están en estado regular. Concluyéndose que, se mejoró el diseño del sistema de agua potable para una dotación de 100 l/hab.día, redes de distribución de 1 1/2" de diámetro; además de un reservorio de 20m³ de almacenamiento, mejorando considerablemente la cobertura de agua potable para los domicilios.

Asimismo, Alba (2021) tuvo como objetivo evaluar el sistema de agua potable del P.J. Javier Heraud en Ancash. Metodológicamente es aplicado y no experimental; para captar los datos fue necesario la observación directa, así como los ensayos de laboratorio. Se obtuvieron los siguientes resultados; la captación, línea impulsión (45m) y reservorio (150m³) tienen una infraestructura regular; cabe resaltar que funcionan de manera óptima, aunque su cobertura no es suficiente; por su parte, la línea de aducción (49.75m) tiene un estado de conservación buena, además que funciona óptimamente; respecto a las redes de distribución estas funcionan de manera defectuosa además están en regular estado de conservación. Concluyéndose que, en función a los siguientes parámetros: caudal promedio de 12,19 l/s; caudal medio diario de 15,18 l/s; caudal medio horario de 24.38 l/s; se diseñó un nuevo sistema de agua potable que consta, de 1 reservorio de 329m³ de almacenamiento, así como una línea conductiva de 801m de PVC de 1.5".

Finalmente, Cruz y Marcelo (2018) tuvo como objetivo mejorar y ampliar el sistema de agua potable del Barrio Piura en Ancash. Metodológicamente fue aplicada, descriptiva, no experimental; la población lo conformaron las partes del sistema de agua potable; para recoger la información fue necesario el análisis documental, así como fichas técnicas. Obteniéndose como resultados que, después de realizar el diagnóstico situacional, se observó que el reservorio se encuentra en condiciones críticas tanto en infraestructura como en estado operativo, ya que su capacidad de almacenamiento de 36m³ es insuficiente para la cantidad poblacional existente; asimismo, las redes de distribución, válvulas y línea de conducción se encuentran en mal estado de conservación; tanto como su estado operativo que no es el

óptimo. Concluyéndose que, se diseñó un nuevo sistema que comprende: captación tipo ladera, caudal máximo diario de 8.44 l/s, línea conductiva de PVC de 110mm de diámetro, reservorio con una capacidad de almacenamiento de 140m³ y redes de distribución de PVC de 2", 3" con velocidades que varían entre 0.02 – 1.23 m/s.

Respecto a las bases teóricas que sustentan la investigación se tiene: De acuerdo a Pradana y García (2019) el agua es un recurso imprescindible para los seres vivos, ya que se encuentra presente en todas las formas de vida así como en las actividades que el ser humano desarrolla para su existencia como la ganadería, agricultura, procesos para obtener energía, entre otros. Por su parte, Caycedo y Trujillo (2020) definen al agua desde la perspectiva biológica, como el medio físico en donde se desarrollan la gran parte de las reacciones químicas, denotándose como el disolvente universal. Asimismo, Gastañaga (2018) menciona que el agua viene hacer un recurso indispensable donde es necesario preservar para mantener un suministro permanente que asegure la vida en las ciudades.

En ese contexto, el agua potable es aquella agua en óptimas condiciones para ser consumida por el ser humano sin causar daño alguno, es decir, se puede beber sin restricción alguna ya que no produce problemas de salud en la persona; asimismo, se dice que el agua es potable cuando no daña a los materiales que son utilizados para su potabilización, ni a los componentes del sistema que transporta dicha agua a las viviendas (Wichman y Brands, 2017). Desde la perspectiva social, el acceso a agua potable mejora la condición de vida de los individuos, siendo un indicador del desarrollo sostenible de las sociedades, y es reconocido como un derecho fundamental de toda persona (Briseño y Rubiano, 2018). Los criterios de calidad para agua potable han sido desarrollados tomando en cuenta el empleo de agua de primer uso o sin contaminantes tóxicos sintéticos (Fernández , 2018).

Teniendo claro los conceptos previos, se define al sistema de agua potable, como un sistema de construcciones enlazadas entre sí, que tienen por finalidad trasladar el agua potable hasta el domicilio de los habitantes de un sector relativamente denso (Comisión Nacional del Agua, 2020). El diseño de un sistema de agua potable exige por parámetros iniciales: la cantidad de agua a suministrar, lo que determinará la capacidad de todos los componentes del sistema; estudio de suelos;

topografía; estudio de antecedentes primordiales para el diseño; entre otros (Cotruvo *et al.*, 2019). Las partes del sistema de agua potable que trabajan relacionados entre sí, funcionando como un todo son: La fuente de abastecimiento, la captación, las líneas conductoras, el reservorio, tuberías de aducción y redes de distribución (Oliveira *et al.*, 2019). Para Conejeros *et al.* (2021) el sistema de agua potable está conformado por un conjunto de estructuras necesarias para captar, tratar, conducir, almacenar y distribuir agua de fuentes naturales, ya sea subterránea o superficial, a los hogares de las personas.

En ese sentido, el primer aspecto a tener en cuenta para diseñar un sistema de agua potable es escoger la fuente de abastecimiento, para ello se debe tener la certeza de que dicha fuente se encuentra en óptimas en cualidades ya sea en calidad o cantidad (Ruiz *et al.*, 2019). La fuente de abastecimiento de agua puede ser superficial, pluvial o subterránea; su selección está sujeta a los requerimientos de la población, así como de su disponibilidad (Tuesca *et al.*, 2015). Asimismo, éstas pueden ser de gravedad o de bombeo; cuando es por gravedad, se debe contar con un terreno con pendientes considerables, ya que el agua cae debido a su peso partiendo de la captación hasta las conexiones domiciliarias; y por bombeo, cuando se requiere de equipos que impulsen el agua hacia puntos más elevados, es usado cuando el agua se encuentra en niveles más bajos al de las urbanizaciones (Gutierrez, 2020). Este componente es sumamente importante para el estructuramiento del sistema de agua potable ya que, el rendimiento de la fuente de abastecimiento puede influir en el nivel de servicio de dicho sistema (Espinosa *et al.*, 2019).

El siguiente componente es la captación, que está constituida por un grupo de estructuras y/o dispositivos puestos o contruidos junto a un medio que suministra agua (captación de agua bruta), con la finalidad de transvasar esta agua a un sistema de tratamiento donde se ejecutarán los tratamientos necesarios para su potabilización (Martínez, 2019). En ese sentido, la captación, puede estar compuesta por una o varias estructuras que facilitan el recojo de agua de la fuente de abastecimiento, con la finalidad de captar agua en óptimas condiciones tanto en calidad como en cantidad para abastecer a todos los beneficiarios. La fuente de abastecimiento a usar dependerá de la topografía y lugar, alineado al ciclo

hidrológico del agua (Basán *et al.*, 2018). Para Avelar *et al.* (2019) la captación es la acción de recoger el agua de lluvia o mediante la superficie cultivada almacenada en el sub suelo para su absorción o en un recipiente para el uso productivo. Asimismo, para López *et al.* (2017) menciona que se propone la captación de agua de lluvia como alternativa para solucionar problemas de abastecimiento de agua y reducir la extracción de agua subterránea.

Seguidamente, se tiene a la línea de conducción, conformada por estructuras hidráulicas, accesorios, válvulas, tuberías, entre otros; que tienen por finalidad llevar el agua partiendo de la captación hasta llegar al reservorio o tanque de agua, garantizando una cantidad, calidad y presión adecuada; cabe resaltar que tanto la evaluación como el monitoreo periódico del agua en estas tuberías minimizarán el peligro de fallas en su calidad (Mian *et al.*, 2021). En ese tipo de sistemas la pérdida de presión representa el parámetro principal a tomar en cuenta; si bien es cierto que existen muchas formas de pérdida de presión durante el recorrido del agua, éstas se pueden dividir en de fricción o localizadas para facilitar su estudio (Van, 2018). En ese sentido, su diseño básicamente consiste en establecer los diámetros de las tuberías en relación de las pérdidas de carga, el caudal que conducirá y el material de la tubería. Las condiciones de operación están en función al tipo de abastecimiento ya sea por bombeo o por gravedad (Karamouz, 2021).

Por su parte, el reservorio, es un depósito de almacenamiento de agua situado a un nivel superior al del terreno natural; su meta primordial es brindar soporte al funcionamiento hidráulico del sistema de agua potable; es decir, garantiza la disponibilidad continua del agua atendiendo a las variaciones del uso de las personas beneficiarias (Chavarría, 2021). Las especificaciones técnicas tanto para su diseño como para su construcción están estipuladas en el RNE, donde se hace énfasis que su diseño estará alineada a la topografía del terreno, la calidad del suelo, capacidad de almacenamiento, presiones de entrada y salida, y el material a usarse (Villaroel *et al.*, 2017). Cabe indicar que tanto el diseño como la construcción del reservorio de almacenamiento no debe tener un costo elevado, incluyendo su operación como su mantenimiento (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006).

A continuación, se define a la red de distribución, como un cúmulo de tuberías tanto principales como secundarias (ramales) unidas entre sí, que tienen por fin transportar agua potable hacia la toma de las viviendas, abasteciendo la suficiente cantidad, así como la óptima calidad de agua para el que fue diseñado (Gámez *et al.*, 2017). Los componentes principales de la red de distribución son: La válvula de control, que se encuentra colocada dentro de la red de distribución, tiene como finalidad disminuir o aumentar el caudal de agua de acuerdo al requerimiento necesario, del mismo modo, es utilizada para cerrar completamente el paso de agua ante trabajos de mantenimiento o reparaciones programadas. Otro componente es la válvula de paso, que tiene por finalidad regular el caudal de agua que ingresa a las conexiones domiciliarias, encargándose también tanto de la reparación como del mantenimiento de los mismos. Finalmente, se tiene a la válvula de purga, ubicada en los recorridos de las líneas de conducción, además que su principal función es la de eliminar los sólidos o arenillas presentes en las tuberías, cabe resaltar que la válvula de purga es usada generalmente en lugares con pronunciado subnivel (Comisión Nacional del Agua, 2020).

El diseño, elaboración y posterior evaluación de un sistema de agua potable debe garantizar que la población estimada consuma agua en suficiente cantidad y calidad, en ese contexto, en el apartado de evaluación se deben tomar en consideración ciertos criterios que constituyen una herramienta fundamental al momento de tomar decisiones relacionadas a los componentes de dicho sistema, es decir, ya sea una mejora o un replanteo de diseño. Así pues, la determinación de estos criterios debe garantizar una entrega efectiva del agua potable y el cumplimiento óptimo de las funciones de cada componente del sistema sin generar problemas vinculados a la misma (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2020).

Los criterios para evaluar los componentes de una red de agua potable están en función de sus características estructurales y operativas. Se deben realizar estudios de topografía, ubicación geográfica, análisis físico – químico del agua y la descripción general de la zona. Dentro de las características estructurales se define el estado de la estructura del componente, es decir, si su estructura garantiza la calidad sanitaria del agua o presenta algún daño debido a su antigüedad, el tipo de

estructura o algún agente externo. Por otro lado, dentro de las características operativas es necesario verificar si los componentes trabajan de manera óptima en el transporte de agua suficiente en cantidad y calidad, por ejemplo, si las tuberías tienen el diámetro necesario para transportar el agua asegurando su caudal y presión; o si el reservorio tiene la suficiente capacidad de almacenamiento para la población beneficiaria (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2020).

Del mismo modo, estos criterios de evaluación van de mano con los parámetros de diseño establecidos en un primer momento los cuales son: Población de diseño, que viene a ser la población futura para el cual estarán diseñados los componentes con la finalidad que satisfagan sus necesidades en cantidad, cabe resaltar que la proyección debe estar dado para un periodo de 20 años; Periodo de diseño, es el tiempo de vida útil que debe cumplir cada componente; seguidamente se tiene a la dotación de agua, el cual es la cantidad de agua que se debe disponer en litros por habitante/día, y está en relación a la zona geográfica, densidad poblacional y características socioeconómicas. Finalmente, se tiene a las variaciones de consumo, que son el consumo máximo diario y horario, considerados como 1.3 y 2 veces el consumo promedio diario anual, respectivamente (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2020)..

III. METODOLOGÍA

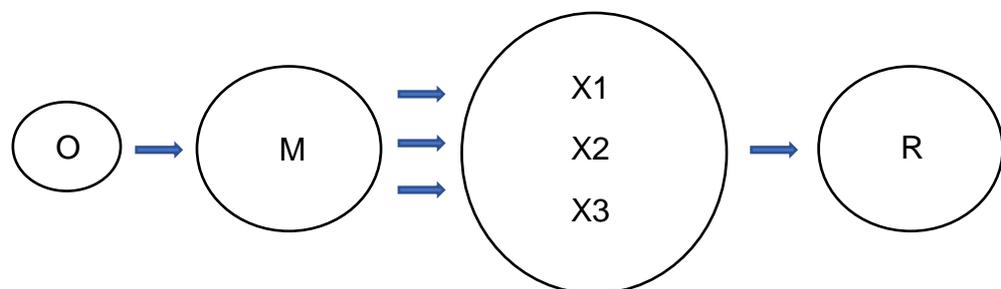
3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Fue aplicada, ya que para su ejecución resultó imprescindible contar con conocimientos previos acerca del sistema de agua potable, sus componentes, diseño, parámetros, etc., además, estuvo alineada tanto a la necesidad social como práctica de resolver la problemática puntual presente en el barrio 13 de mayo. Según Vargas (2019) una investigación aplicada se caracteriza por utilizar conceptos establecidos, adquiriendo paralelamente unos nuevos, y su importancia radica en brindar respuestas oportunas a problemáticas de carácter social, con el objetivo de satisfacer necesidades puntuales.

Diseño de investigación

Fue de diseño no experimental ya que no se manipularon las variables en estudio, observándose los fenómenos tal y como se dieron en un contexto real, para finalmente ser evaluados y plasmar las conclusiones de la misma. Por otro lado, fue transaccional ya que el recojo de información fue realizada en un solo momento y tiempo único. Para Hernández (2018) una investigación no experimental se cualifica por desarrollarse sin manipular ninguna variable, es decir, es toda investigación donde dicha manipulación no es dable o no se puede consignar al alzar alguna condición.



Dónde:

O= Observación

M= Muestra

(X1, X2, X3) = Son las distintas partes del sistema de agua potable y las anomalías que presentan.

R= Resultado

3.2. Variables y operacionalización

Variables

Variable 1: Evaluación del sistema de agua potable.

Variable 2: Propuesta de mejoramiento.

La operacionalización de variables se presenta en el Anexo 01.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

Fue indeterminada, y se consideró como población de estudio a todo el sistema de agua potable. Para Hernández, *et al.* (2014) al universo muestral o población lo conforman un grupo de personas u objetos con rasgos similares, los cuales son objetivo de estudio, y sirven para estructurar las conclusiones de una investigación.

Muestra

Para Hernández *et al.* (2014) la muestra viene a ser subconjunto de la población, con características similares y que la representa; en algunos estudios la muestra suele ser pequeña, en ese caso, no es recomendable seleccionar una muestra ya que se corre el riesgo de modificar los resultados. La muestra estuvo conformada por todos los componentes del sistema de agua potable del Barrio 13 de mayo, Centro Poblado de Toclá.

Muestreo

Se tomó un muestreo no probabilístico ya que fue imposible definir un muestreo probabilístico por los rasgos del universo muestral; y por conveniencia, ya que únicamente dependió del criterio del investigador estando direccionada a los intereses de la investigación.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

Estuvo basada en estudios de contextos tanto situacionales como estructurales, identificando de manera puntual y práctica la realidad del sistema de agua potable. En ese lineamiento, se usó las siguientes técnicas para el recojo de información:

La observación directa, esta técnica estuvo direccionada principalmente a la realización del diagnóstico situacional del sistema de agua potable, así como para el reconocimiento del terreno para los estudios topográficos y de suelo.

Análisis documental, esta técnica estuvo alineada a la revisión bibliográfica de fuentes documentales, tales como normas, procedimientos, estándares, entre otros; ofrecidos por el MVCS, con la meta de facilitar un óptimo diseño del sistema de agua potable.

Finalmente, los ensayos de laboratorio, que tienen por fin definir los rasgos físicos y mecánicos del suelo, tales como, la granulometría, límites de consistencia, humedad, sales agresivas al concreto, ensayos con fines de cimentación, entre otros.

Instrumentos

Fichas de observación directa, son las fichas que fueron usadas para realizar anotaciones de las primeras fases del levantamiento topográfico; así como del estado operacional e infraestructural del sistema de agua potable.

Asimismo, las fichas de ensayos de laboratorio, que, al ser ejecutadas por profesionales expertos en el área, así como en laboratorios especializados que siguen una metodología establecida y son realizadas bajo normas técnicas, se consideraron tanto válidos como confiables.

3.5. Procedimientos

El desarrollo del presente estudio estuvo alineado a los siguientes procedimientos:

Diagnóstico y evaluación; hace referencia al análisis descriptivo realizado en un marco empírico, para lo cual fue necesario una visita a campo,

reconocimiento visual, así como diagnóstico situacional del sistema de agua potable, asimismo, en la primera etapa se realizó el estudio topográfico además del recojo de muestras para el estudio de suelos; tomando todas las medidas pertinentes y alineados a las normativas de cada procedimiento.

Análisis de la información recolectada, se estudió la información recolectada de acuerdo al diagnóstico situacional verificando el estado tanto operativo como estructural de todas las partes del sistema de agua potable, asimismo, los puntos topográficos levantados fueron analizados en el Software AutoCAD Civil; en relación a las muestras recolectadas, fueron procesadas y ensayadas en el laboratorio.

Como primer estudio se tiene al topográfico, donde se llegaron a levantar 5 puntos partiendo desde la captación hasta la zona de la línea de distribución a las viviendas usuarias, con la finalidad de tener puntos de control y de replanteo durante el desarrollo de la propuesta. Asimismo, durante el trabajo de levantamiento topográfico se realizó la calicata de 1.50m de profundidad con la finalidad de extraer muestra para el análisis en el laboratorio.

El proceso de análisis en el laboratorio estuvo estructurado de la siguiente manera: El ensayo de granulometría inició con la identificación de la muestra, para posteriormente realizar el cuarteo y pesado del mismo con el objetivo de tener porciones representativas de tamaño y cantidad adecuados. Ver anexo 6.

Una vez establecido el peso de la muestra para el análisis, se utilizaron tamices unidos en forma vertical de manera descendente. La muestra se coloca en el tamiz más grueso y se procede a realizar movimientos circulares y vibratorios; una vez acabado dicho proceso se sacan los tamices y se pesan las muestras retenidas en cada uno. Finalmente, se anotan los valores totales y retenidos para diseñar la curva granulométrica.

Para calcular el contenido de humedad natural, la muestra fue pesada antes y después de ser secada, cabe resaltar que a una temperatura de 150°C la muestra ya se encuentra seca y su peso será constante.

Asimismo, se procedió a realizar los cálculos de los límites de Atterberg; donde primeramente se toma una muestra de unos 20 gramos que pase por el tamiz N° 40. Posteriormente debe ser amasada con agua destilada hasta formar fácilmente una esfera y no se peguen en los dedos al aplastarla. Acto seguido fue necesario moldear la muestra a una forma elipsoidal, posteriormente, se va rodando con los dedos hasta lograr una superficie lisa. En el caso de llegar el cilindro a un diámetro de 1/8" y aun no se haya destruido, se realiza nuevamente el elipsoide y así se repite dicho proceso hasta lograr el desmoronamiento del mismo. Las porciones obtenidas de dicho desmoronamiento se van pensando hasta reunir 6 gramos aproximadamente y en función a ello realizar los cálculos requeridos.

Finalmente, **los resultados**, en esta última etapa se presentaron los resultados mediante datos cuantitativos (tablas), ensayos de laboratorio (granulometría, límites de consistencia, humedad, entre otros) y fotografías (estado del sistema de agua potable) con el fin de comprender de mejor forma los resultados finales.

3.6. Método de análisis de datos

Se hizo uso de la estadística descriptiva para la organización, sintetización y descripción de los datos recolectados en campo de una forma rápida y entendible, es decir, las largas listas de datos y características generales fueron resumidas gracias al uso de dicho método. Cabe resaltar que todo ello partió con la recolección de datos del estudio topográfico, que fue ayudado por el software AutoCAD Civil; seguido del diagnóstico situacional de cada uno de los componentes de la red de agua potable verificando su antigüedad, tipo y sus características operativas y estructurales.

Por otro lado, el estudio de suelos con fines de cimentación fue determinado en el laboratorio de mecánica de suelos para posteriormente ser presentados en tablas para su mejor visualización. Cabe resaltar que la determinación de los parámetros de diseño fue realizada con la ayuda del software Microsoft Excel debido a la cantidad de fórmulas necesarias para su obtención.

Finalmente, el análisis de la calidad de agua fue elaborada en el laboratorio evaluando su calidad física, química y bacteriológica, determinándose un agua garantizada para el consumo humano, ya que como lo indica el estudio cumple con los límites máximos permisibles.

3.7. Aspectos éticos

Principio de beneficencia y no maleficencia

Durante toda la ejecución del estudio primó el bienestar de las personas inmersas en las diferentes actividades realizadas, de manera que no se les causó daño alguno, y en contraste, se buscó maximizar los beneficios.

Principio de integridad científica

El investigador garantizó que los resultados alcanzados sean verídicos y relacionados a un marco empírico para posteriormente difundirlo al público interesado.

Cuidado del medio ambiente

El cuidado al ambiente, tanto como a la flora y fauna fueron de máxima prioridad, y fueron tomados en cuenta por encima de los fines del estudio, en ese lineamiento, en todo el proceso de recolección de datos y labores similares a la misma, se evitó el daño al ambiente.

IV. RESULTADOS

4.1. Descripción de la zona de estudio

La evaluación situacional de las partes del sistema de agua potable, el levantamiento topográfico y la extracción de muestras para el laboratorio de mecánica de suelos, tuvieron lugar en el barrio 13 de mayo, del centro poblado de Toclla, distrito de Huaraz, provincia de Huaraz, departamento de Ancash.

Tabla 1
Ubicación de la zona de estudio.

Ubicación de la zona de estudio	
Región / Departamento	Ancash
Provincia	Huaraz
Distrito	Huaraz
Centro Poblado	Toclla
Barrio	13 de Mayo

Fuente: Elaboración propia.

El barrio 13 de mayo, del centro poblado de Toclla, se ubica entre las coordenadas UTM WGS 84: 221683.91E, 8941184.98N; tal como se detalla a continuación:

Tabla 2
Coordenadas UTM WGS 84.

Coordenadas UTM WGS 84	
Este	221683.91 m
Norte	8941184.98 m
Altitud	3104 msnm

Fuente: Elaboración propia.

El acceso al Centro Poblado de Toclla, partiendo desde Huaraz, es como se describe continuación:

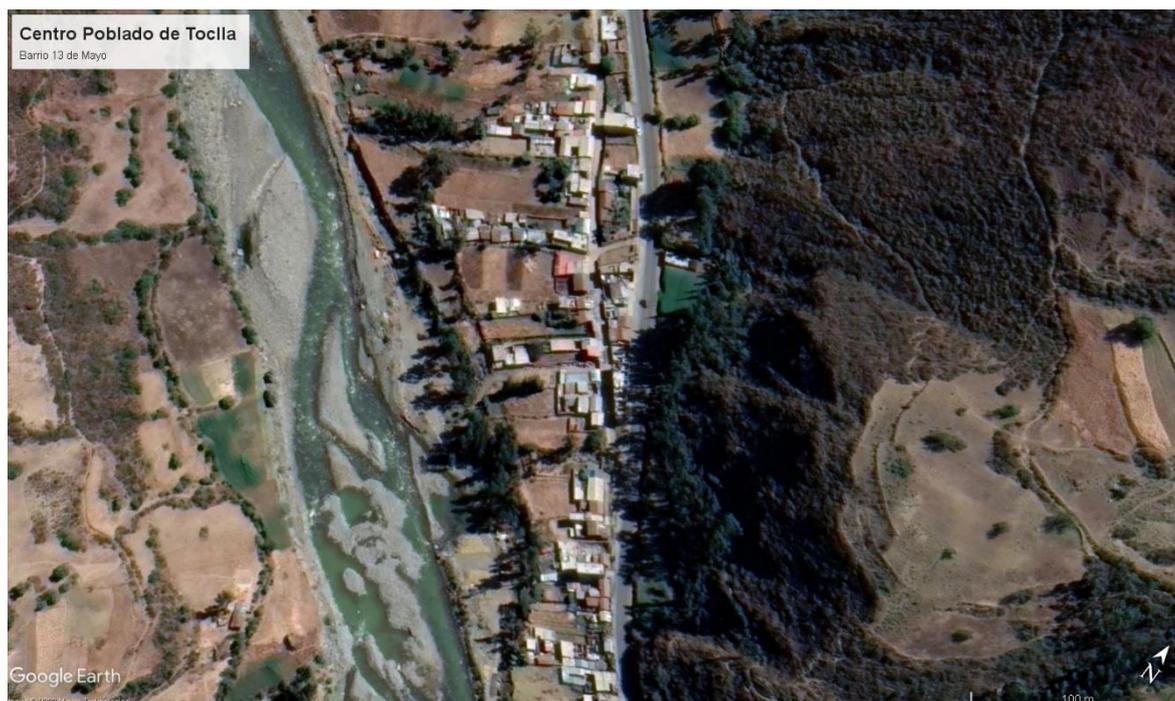
Tabla 3
Vía de acceso al Centro Poblado de Toclla.

Tramo	Tipo de camino	Medio de transportes	Duración	Distancia
			Viaje (min)	km
Huaraz – C.P. Toclla	Asfaltado	Bus, Auto, Camionetas	0:15:00	5.5

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a los factores climatológicos, el Centro Poblado de Toclla tiene una temperatura que varía desde los 06°C hasta los 20°C, con lluvias intensas durante los meses de enero a marzo, y lluvias periódicas propias de la sierra que favorecen la vegetación y agricultura.

Figura 1
Localización del barrio 13 de mayo – C.P. de Toclla.



Fuente: Google Earth.

4.2. Objetivo general: Evaluar y plantear una propuesta de mejora del sistema de agua potable del barrio 13 de mayo, centro poblado de Toclla, Huaraz– 2022.

a. Consideraciones preliminares

Tasa de crecimiento

El porcentaje de crecimiento poblacional para determinar la cantidad de habitantes dentro de un periodo de tiempo establecido del Centro Poblado de Toclla, ha sido considerado de acuerdo a la base de datos del Censo Poblacional de los años 2007 y 2017 de la ciudad de Huaraz, tal como se detalla a continuación:

Tabla 4
Tasa de crecimiento poblacional de la ciudad de Huaraz.

Huaraz	
Año	Población
Censo nacional 2007	99462 habitantes
Censo nacional 2017	118836 habitantes
Tasa de crecimiento	1.8%
Tasa de crecimiento adoptada para el C.P. de Toclla	1.8%

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática.

Para fines del presente estudio, la tasa de crecimiento poblacional adoptada es 1.8%.

Periodo de diseño

Este parámetro se refiere al tiempo en años para el cuál se va a diseñar un sistema de agua potable, cubriendo satisfactoriamente la demanda proyectada durante el periodo de tiempo establecido. En ese sentido, fue necesario respaldarse en los periodos de diseño establecidos por el MVCS.

Tabla 5
Periodos de diseño según componentes.

Periodos de diseño según componentes	
Estructura o componente	Periodo recomendado
Líneas de conducción (por gravedad)	20 años
Reservorios apoyados	20 años
Líneas de distribución (a la salida del reservorio)	20 años
Conexiones domiciliarias de agua potable	20 años
UBS	20 años

Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

De acuerdo a la tabla anterior, el periodo de diseño óptimo es de 20 años.

Población futura

A una tasa de crecimiento del 1.8% y un periodo de diseño de 20 años se tiene:

$$P_f = P_0(1 + r(T))$$

Donde:

P_f = Población futura.

r = Tasa de crecimiento anual.

T = Periodo a calcular.

Tabla 6
Población futura.

C.P. de Toclla			
% de crecimiento anual	Periodo de diseño	Población actual	Población futura
1.8%	20 años	425	578

Fuente: Elaboración propia.

Densidad por vivienda

Tabla 7
Densidad por vivienda.

Densidad por vivienda			
Barrio	Habitantes	Viviendas	Densidad (hab/vivienda)
13 de mayo	425	126	3.37

Fuente: Elaboración propia.

Número de conexiones totales

Tabla 8
Número de conexiones totales.

Número de conexiones totales			
Barrio	Conexiones Domiciliarias	Conexiones No Domiciliarias	Total
13 de mayo	126	1	127

Fuente: Elaboración propia.

El local comunal es considerado como dotación no doméstica.

Dotación

Tabla 9
Dotación de agua por habitante.

Dotación			
Barrio	Habitantes	Viviendas	Dotación (l/hab.día)
13 de Mayo	425	126	80.00

Fuente: Elaboración propia.

Consumo de agua promedio

El caudal del consumo promedio fue determinado haciendo uso de la siguiente fórmula:

$$Q_p = \frac{P_f \times \text{Dotación}}{86,400 \text{ s/día}}$$

Donde:

P_f = Población futura.

Dotación = Litros de agua por persona en 24 horas.

Tabla 10

Consumo de agua promedio.

Consumo de agua promedio					
Barrio	P_f	Dotación	Q_p (l/s)	Q_p (l/s)	Total
			Doméstico	No Doméstico	
13 de Mayo	578	80	0.535	0.00347	0.539

Fuente: Elaboración propia.

El caudal no domestico está definido en el RNE I.S. 010, donde la dotación por área de oficina es de 6 l/m².día, además el local comunal cuenta con 50 m², resultando un caudal de 0.00347 l/s. Al proyectarse un nuevo diseño el porcentaje de pérdidas inicial adoptado es del 0%.

Demanda de producción

Tabla 11

Demanda de producción.

Demanda de producción			
Barrio	l/s	m ³ /día	m ³ /año
13 de Mayo	0.539	46.57	16997.904

Fuente: Elaboración propia.

Para realizar las conversiones se tiene: 1 l/s equivale a 86.4 m³/día.

Caudales de diseño

Caudal máximo diario

Su valor está definido por la siguiente fórmula:

$$Q_{md} = Q_p \times F1$$

Donde:

Q_{md} = Caudal máximo diario expresado en litros por segundo.

Q_p = Caudal de consumo promedio expresado en litros por segundo.

$F1$ = Coeficiente de máxima demanda diaria.

El valor de $F1$ de acuerdo al R.M. 192-2018 VIVIENDA, en su acápite Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural, está definido por el valor de 1.3.

Tabla 12
Caudal máximo diario.

Caudal máximo diario			
Barrio	Q_p (l/s)	$F1$	Q_{md} (l/s)
13 de Mayo	0.539	1.3	0.700

Fuente: Elaboración propia.

Caudal máximo horario

Su valor está definido por la siguiente fórmula:

$$Q_{mh} = Q_p \times F2$$

Donde:

Q_{mh} = Caudal máximo horario (l/s).

Q_p = Caudal de consumo promedio (l/s).

$F2$ = Coeficiente de máxima demanda horaria.

El valor de $F2$ de acuerdo al R.M. 192-2018 VIVIENDA, Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural, está definido por el valor de 2.0.

Tabla 13
Caudal máximo horario.

Caudal máximo horario			
Barrio	Q_p (l/s)	$F2$	Q_{mh}
13 de Mayo	0.539	2.0	1.077

Fuente: Elaboración propia.

Aforo de la captación

El caudal de la fuente de captación fue realizado mediante el método volumétrico, el cual consiste en usar un recipiente de volumen conocido y verificar el tiempo en el que es llenado dicho recipiente.

Para nuestro caso particular, se realizaron 5 mediciones, con el objetivo de garantizar un resultado más exacto y confiable.

Se sabe que:

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

Tabla 14

Mediciones realizadas en la captación.

Caudal de la captación				
Descripción	Prueba	Volumen (l)	Tiempo (s)	Caudal (l/s)
Captación	1	10	5.44	1.838
	2	10	5.41	1.848
	3	10	5.42	1.845
	4	10	5.44	1.838
	5	10	5.43	1.841
Promedio				1.842

Fuente: Elaboración propia.

Se obtuvo un caudal de 1.842 l/s de ingreso a la fuente de captación, verificándose que es superior al Q_{md} y Q_{mh} , asegurando que sí es posible abastecer a toda la población del barrio 13 de Mayo.

Volumen de almacenamiento

El volumen del reservorio de acuerdo al R.M. 192-2018 VIVIENDA, Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural, está definido por el $25\%Q_p$.

Para calcular el volumen de regulación se usó la siguiente fórmula:

$$V_{Reg} = 25\% * Q_p * 86400$$

$$V_{Reg} = 0.25 * 0.535 * 86400$$

$$V_{Reg} = 11556 \text{ l}$$

Convirtiendo a m³, se tiene:

$$V_{Reg} = 11.56 \text{ m}^3$$

Por otro lado, la norma indica que, para volúmenes estandarizados de 5, 10, 15, 20 m³, en zonas rurales no se considera volumen contra incendio ni volumen de reserva, solo se aplica la estandarización de los diseños de las estructuras.

Finalmente se tiene:

$$V_T = 15.00 \text{ m}^3$$

Tabla 15
Volumen de almacenamiento (m³).

Volumen de almacenamiento (m ³)				
Barrio	Qp (l/s)	Qmd (l/s)	Qmh(l/s)	Volumen (m ³)
13 de Mayo	0.535	0.696	1.07	15.00

Fuente: Elaboración propia.

Para fines constructivos es recomendable considerar un volumen de almacenamiento de 15 m³.

Sistema de cloración

La cantidad de cloro en gramos para un día está dada por:

$$P = \frac{Qmd * 86400 * C_c}{\%Cloro * 1000}$$

Donde:

P = Peso en gramos.

Qmd = Caudal medio diario (l/s).

C_c = Concentración aplicada (1.5 gr/l para reservorios).

%Cloro = De acuerdo a fábrica (70%)

Reemplazando se tiene:

$$P = \frac{0.700 * 86400 * 1.5}{70\% * 10}$$

$$P = 128.86 \text{ gr/día}$$

Asumiendo un periodo de recarga de 14 días se tiene:

$$P = 129.6 * 14$$

$$P = 1814.4 \text{ gr}$$

Una vez definido el peso, se procede a calcular el caudal de goteo.

Asumiendo una dosificación de 24 horas, para 14 días se tiene:

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

Donde:

Q = Caudal de goteo (ml/min).

V = Volumen de la solución madre (ml).

T = Tiempo de cloración (min).

Reemplazando los valores se tiene:

$$Q = \frac{750 * 1000}{14 * 24 * 60}$$

$$Q = 37.20 \text{ ml/min}$$

b. Sistema de agua potable propuesto para el barrio 13 de mayo

Captación

Se sugiere la construcción de 1 estructura de captación de tipo ladera, de concreto armado de 210 kg/cm², estructurado de la siguiente manera: las dimensiones de cámara interna deben ser de 0.90m x 1.27m x 0.40m; la tubería de salida de 2.5" de PVC; y el cerco perimétrico debe ser metálico con postes de FG y una malla metálica de 12m.

Tabla 16
Propuesta de la captación de ladera.

Captación de ladera			
Descripción	Coordenadas UTM 84		Altitud
	Norte	Este	
Captación	8941557.00	222138.00	3301m

Fuente: Elaboración propia.

Línea de conducción

De acuerdo a los cálculos realizados la línea de conducción debe transportar un caudal máximo diario de 0.700 l/s, con el objetivo de generar suficiente presión a la llegada al reservorio. Se recomienda una tubería PVC de 2.0" de diámetro de tipo C-10, y una longitud de 278.25 metros.

Tabla 17
Propuesta para la línea de conducción.

Línea de conducción		
Descripción	Diámetro (pulg)	Longitud (m)
Tubería PVC, DN=2.0" – NTP 399.002, C-10	2.0	278.25

Fuente: Elaboración propia.

Las tuberías PVC que transportan agua potable a presión deben cumplir los lineamientos de la norma NTP 399.002. Es recomendable el uso de este tipo de tuberías debido a que son versátiles en su transporte, almacenaje e instalación.

Otra de sus características es que tienen alta resistencia a los agentes químicos y corrosivos, así como a la intemperie. Los empalmes deben ser realizados con cinta teflón en caso de tubos roscados o con capas delgadas de pegamento si fueran de tipo espiga.

Reservorio de almacenamiento

De acuerdo a los cálculos realizados, el reservorio de almacenamiento debe tener una capacidad de 15m³. Las dimensiones de la cámara húmeda deben ser de 3.5 de ancho x 1.60m de alto, con muros de espesor de 0.20m de concreto armado de 210 kg/cm², y las tapas deberán ser metálicas.

Se sugiere construir un cerco perimétrico con malla de fierro galvanizado número 10, cocada 2", con una altura de 2.10m, unidos a postes de fierro galvanizado de 2" instalados cada 2m. La puerta deberá ser de 1m de ancho x 1.8m de alto.

Tabla 18
Propuesta del reservorio de almacenamiento.

Reservorio de almacenamiento			
Descripción	Coordenadas UTM 84		Altitud
	Norte	Este	
Reservorio V=15m ³	8941277.00	222101.00	3221

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, se sugiere la construcción de una caseta para el sistema de cloración que contenga un tanque de 600 litros para la solución madre y de acuerdo a los cálculos realizados cumpla un caudal de goteo de 37.20 ml/min. Esta caseta debe ser metálica con malla olímpica.

Redes de distribución

Se sugiere instalar tubería PVC de 2.5" de diámetro y tipo C-10.

Tabla 19
Propuesta para las redes de distribución.

Redes de distribución		
Descripción	Diámetro (pulg)	Longitud (m)
Tubería PVC, DN=2.5" – NTP 399.002, C-10	2.5"	310.00

Tubería PVC, DN=1.5" – NTP 399.002, C-10	1.5"	77.50
Total		387.50

Fuente: Elaboración propia.

Las tuberías PVC que transportan agua potable a presión deben cumplir los lineamientos de la norma NTP 399.002. Es recomendable el uso de este tipo de tuberías debido a que son versátiles en su transporte, almacenaje e instalación.

Otra de sus características es que tienen alta resistencia a los agentes químicos y corrosivos, así como a la intemperie. Los empalmes deben ser realizados con cinta teflón en caso de tubos roscados o con capas delgadas de pegamento si fueran de tipo espiga.

Cámara rompe presión tipo VII

Se sugiere construir 3 cámaras rompe presión tipo VII de concreto armado de 175 kg/cm², con el objetivo de controlar las zonas de alta presión.

Estas cámaras deben tener las siguientes dimensiones: 0.8m x 0.8m x 0.9m, las tapas serán metálicas y contarán con un cerco perimétrico de postes de fierro galvanizado y malla metálica.

Tabla 20

Propuesta para las cámaras rompe presión tipo VII.

Cámara rompe presión tipo VII		
Descripción	Cantidad	Unidad
CRP tipo VII	3.00	Und.

Fuente: Elaboración propia.

Válvulas de control

Se sugiere instalar 4 válvulas de control para regular el caudal del agua potable y en caso que existiesen eventuales roturas se pueda cortar el flujo de manera directa y completa.

Estas válvulas deben estar ubicadas en las redes de distribución, y las cajas deben ser de concreto armado de 175 kg/cm², con dimensiones de 0.6m x 0.6m x 0.8m, las tapas serán metálicas y los accesorios serán de PVC.

Tabla 21
Propuesta para las válvulas de control.

Válvulas de control		
Descripción	Cantidad	Unidad
Válvula de control	4.0	Und.

Fuente: Elaboración propia.

Válvulas de purga

Se sugiere construir 4 cajas de válvulas de purga que faciliten la eliminación de sedimentos dentro de las tuberías. Estas válvulas deben estar ubicadas en las redes de distribución, y sus cajas deben estar estructuradas de la siguiente manera: serán de concreto armado de 175 kg/cm², con dimensiones de 0.6m x 0.6m x 0.8m, las tapas serán metálicas y los accesorios serán de PVC.

Tabla 22
Propuesta para las válvulas de purga.

Válvulas de purga		
Descripción	Cantidad	Unidad
Válvula de purga	4.0	Und.

Fuente: Elaboración propia.

Conexiones domiciliarias

Se sugiere instalar 126 conexiones domiciliarias para que la cobertura sea total, con caja prefabricada de 0.3m x 0.3m x 0.2m y accesorios PVC clase 10 de diámetro 1". Alrededor de las cajas instaladas se construirán losas de concreto simple de 175 kg/cm²; con dimensiones de 0.5m x 0.50 x 0.1m.

Tabla 23
Propuesta para las conexiones domiciliarias.

Conexiones domiciliarias		
Descripción	Cantidad	Unidad
Conexión domiciliaria	126.0	Und.

Fuente: Elaboración propia.

4.3. Objetivo específico 1: Realizar el estudio topográfico del área donde se encuentran los componentes del sistema de agua potable del barrio 13 de mayo, centro poblado de Toclla, Huaraz – 2022.

El estudio topográfico fue realizado en dos etapas: de campo y de gabinete.

Trabajos de campo

Se registraron los siguientes puntos de control:

Tabla 24
Coordenadas de ubicación de los BM.

Ítem	Norte	Este	Cota	Descripción
1	8941557	222138	3301	CPT
2	8941277	222101	3221	CRP
3	8941268	222098	3210	C
4	8941257	222095	3207	C
5	8940910	222099	3156	PRP

Fuente: Estudio topográfico.

Trabajos de gabinete

Los trabajos de gabinete fueron desarrollados con el software AutoCAD Civil 3D y las herramientas del Google Earth. Para la ejecución de los planos, se exportaron las coordenadas UTM al software correspondiente para posteriormente crear una malla irregular de triangulación, e interpolar las curvas de nivel equidistantes a 1m cada una; observándose un terreno llano con pendientes bajas. El plano correspondiente de topografía se encuentra adjuntado en los Anexos, y está en escala 1:1000.

4.4. Objetivo específico 2: Realizar el estudio de suelos en el barrio 13 de mayo, centro poblado de Toclla, Huaraz – 2022.

Análisis granulométrico

Tabla 25
Análisis granulométrico por tamizado ASTM D422.

Abertura de tamices			
Tamiz Nº	Peso retenido	% Retenido Acumulado	% Que pasa
3"	0.00	0.00	100.00
2"	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	200.80	5.10	94.90
1"	0.00	5.10	94.90
3/4"	208.30	10.50	89.50
1/2"	89.00	12.80	87.20
3/8"	105.00	15.50	84.50
1/4"	96.60	17.90	82.10
Nº 4	179.90	22.50	77.50
Nº 10	104.60	25.20	74.80
Nº 20	179.60	29.80	70.20
Nº 40	86.30	32.10	68.00
Nº 60	88.00	34.30	65.70
Nº 140	209.30	39.70	60.30
Nº 200	130.80	43.00	57.00

Fuente: Estudio de mecánica de suelos.

La calicata C-01, se clasifica de acuerdo al sistema de clasificación SUCS, como arcilla arenosa con grava (CL). En ese sentido, se recomienda la realización de cimentaciones de concreto 1:10 + 30% P.G., con una altura mínima de 0.40m; y para el sobrecrecimiento se recomienda concreto 1:8 + 25% P.M., con una altura mínima de 0.25m. Este debe ser un estándar para

las construcciones que requieran de cimentación y sobrecimiento en este tipo de terreno.

Límites de consistencia

Tabla 26
Límites de Atterberg.

Ensayo		Calicata
		C-01
Límites de consistencia	L.L. %	37.00%
	L.P. %	20.00%
	I.P. %	17.00%

Fuente: Estudio de mecánica de suelos.

Contenido de humedad

Tabla 27
Humedad Natural.

Ensayo		Calicata
		C-01
Humedad Natural	%	8.50 %

Fuente: Estudio de mecánica de suelos.

Sales agresivas al concreto

Tabla 28
Análisis químico.

Análisis químico			
Calicata	Cloruros	Sulfatos	Sales solubles
	%	%	%
C-01	0.0336	0.0103	0.4728

Fuente: Estudio de mecánica de suelos.

En relación a las sales agresivas al concreto, la norma técnica E.060 detalla los valores de límites permisibles a los que el concreto debe exponerse sin

afectar su condición funcional y estructural; estos valores se detallan a continuación:

Tabla 29

Valores para concreto expuesto a soluciones de sulfatos.

Exposición a sulfatos	Sulfato soluble en agua (SO₄) presente en el suelo (% en peso)	Sulfato (SO₄) en el agua (ppm)
Insignificante	$0,0 \leq \text{SO}_4 < 0,1$	$0 \leq \text{SO}_4 < 150$
Moderada	$0,1 \leq \text{SO}_4 < 0,2$	$150 \leq \text{SO}_4 < 1500$
Severa	$0,2 \leq \text{SO}_4 < 2,0$	$1500 \leq \text{SO}_4 < 10000$
Muy severa	$2,0 < \text{SO}_4$	$10000 < \text{SO}_4$

Fuente: Norma Técnica E.060 (2009).

Comparando los valores obtenidos en el estudio de análisis químico con los valores de la tabla anterior, se evidencia que la cantidad de sulfatos presentes en la muestra es insignificante, lo que nos a entender que los cimientos de los diseños propuestos no se verán afectados.

En ese contexto, se propone usar cemento Tipo I – ASTM C150 para todas las labores de cimentación, no es recomendable la utilización de agregados contaminados con salitre durante todo el proceso constructivo, asimismo, el agua para la realización de mezclas debe ser potable y limpia, finalmente, todas las cimentaciones deben estar asentadas en un solado de concreto de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y un espesor de 0.15m.

Capacidad admisible de carga

Tabla 30

Tipo de cimentación recomendable.

Calicata	Construcción	Tipo de cimentación recomendada	Clasificación de suelos (SUCS)
C-01	Reservorio barrio 13 de mayo	Rectangular	Arcilla arenosa con grava (CL)

Fuente: Estudio de mecánica de suelos.

Tabla 31
Capacidad admisible de carga.

Calicata	Qad (Kg/cm2)
C-01	1.04

Fuente: Estudio de mecánica de suelos.

En ese contexto, se propone realizar una cimentación de tipo rectangular desarrollada a un solo nivel debido al tipo de suelo (CL), asimismo, es recomendable que las zapatas se encuentren conectadas y los cimientos reforzados. Finalmente, las tuberías de agua deben seguir un proceso óptimo de instalación ya que las fugas podrían afectar los terrenos de fundación.

4.5. Objetivo específico 3: Realizar el diagnóstico situacional del sistema de agua potable del barrio 13 de mayo, centro poblado de Toclla, Huaraz – 2022.

El sistema de abastecimiento de agua potable actualmente es por gravedad y no cuentan con ningún tipo de tratamiento. Su infraestructura en general lleva un tiempo operativo de 18 años, manteniéndose activo solo con algunas reparaciones parciales. La captación, líneas de conducción, reservorio y redes de distribución, no tienen una cobertura óptima, ya que solo cubren una parte de la necesidad de los habitantes del barrio 13 de mayo, siendo necesario realizar un nuevo diseño de todo el sistema de agua potable.

A continuación, se describe el estado estructural y operativo de todos los componentes de los sistemas de saneamiento básicos.

a) Captación

Se abastece de 1 captación de ladera, el cual llega a un reservorio de 10m³. La captación es de diseño precario, es decir, solo está realizado a base de rocas y maderas que acumulan el agua para su posterior transporte, presenta raíces de plantas aledañas, lo que hace que el agua sea turbia además que existen fugas visibles.

Tabla 32
Diagnóstico de la captación.

Antigüedad	18 años
Estado de la estructura	No tiene
Estado operativo	Operativo con limitaciones

Fuente: Elaboración propia.

b) Línea de conducción

Es de tubería PVC de 2" de diámetro y 278.25 metros, gran parte de su longitud se encuentra expuesto a la superficie, siendo propenso a daños inmediatos. En algunos tramos existen fugas debido a pequeñas grietas en la tubería.

Tabla 33
Diagnóstico de la línea de conducción.

Antigüedad	18 años
Estado de la estructura	Regular
Estado operativo	Operando con dificultades

Fuente: Elaboración propia.

c) Reservorio

El reservorio existente es de 10m³ de almacenamiento, el cual no es suficiente para toda la población actual, además, se encuentra en malas condiciones estructurales, no cuenta con un sistema de cloración, y su cerco perimétrico es a base de tubos de fierro y alambre, púa que no es un material óptimo para este tipo de estructuras.

Tabla 34
Diagnóstico del reservorio.

Antigüedad	18 años
Estado de la estructura	Regular
Estado operativo	Operando

Fuente: Elaboración propia.

d) Redes de distribución

La condición operacional de las redes de distribución no es la óptima, ya que tienen una antigüedad de 18 años, asimismo, el diseño actual no consideró el crecimiento poblacional por lo que en la actualidad muchas viviendas no cuentan con agua potable.

Las tuberías existentes son de PVC de 2" y 1" de diámetro, estas tuberías evidencian notables deterioros con fugas constantes de agua en algunos tramos. Si bien es cierto que se observaron reparaciones parciales en algunas zonas afectadas, cabe resaltar que no se han realizado siguiendo un criterio técnico y de manera correcta por lo que no se logra controlar totalmente las fugas, y por el contrario se ve más afectada de lo anterior.

Tabla 35
Diagnóstico de las redes de distribución.

Antigüedad	18 años
Estado de la estructura	Regular
Estado operativo	Operando - limitantes

Fuente: Elaboración propia.

e) Conexiones domiciliarias

Las conexiones domiciliarias están constituidas por tuberías de PVC de 1/2" y su estado de conservación es malo, presentan fisuras visibles por donde se pierde la presión del agua, debido principalmente a su antigüedad; asimismo, su cobertura no es total, ya que de las 126 viviendas existentes solo 69 cuentan con estas conexiones.

Tabla 36
Diagnóstico de las conexiones domiciliarias.

Antigüedad	18 años
Estado de la estructura	Regular
Estado operativo	Operativo – limitado

Fuente: Elaboración propia.

Una vez evaluado el sistema de agua potable del barrio 13 de mayo se puede observar que no cumple con los requerimientos de los habitantes y los componentes tienen construcción anti técnica o en su defecto no existe infraestructura como es el caso de la captación. Asimismo, su antigüedad nos indica que la red existente ya está cumpliendo con el periodo de diseño, ya que de acuerdo al MVCS el periodo de diseño máximo es de 20 años, por otro lado, se puede verificar que la cobertura del sistema no es total porque de las 126 viviendas existentes solo 69 cuentan con conexiones domiciliarias, representando solo el 50% de cobertura. Es por ello que se pretende realizar un diseño de la captación y un mejoramiento de todos los componentes del sistema para dotar de agua potable a las 126 viviendas existentes, de manera óptima tanto en cantidad como en calidad.

V. DISCUSIÓN

Respecto al objetivo general, evaluar y plantear una propuesta de mejora del sistema de agua potable del barrio 13 de mayo, centro poblado de Toclla, Huaraz–2022. Se determinaron los nuevos parámetros de diseño quedando establecidos de la siguiente manera: Tasa de crecimiento del 1.8%, tiempo de diseño de 20 años, población futura de 528 habitantes, dotación de 80 l/hab.día, consumo de agua promedio de 0.539 l/s, demanda anual de 16997.904 m³/año, Qmd de 0.700 l/s, Qmh de 1.077 l/s, volumen de almacenamiento de agua potable de 15m³; y un sistema de cloración que consta de una solución madre de 600 litros de cloro, dosificado a 37.20 ml/min.

Tomando de base los parámetros anteriormente indicados, los componentes de la propuesta de mejora del sistema de agua potable para el barrio 13 de mayo quedaron definidos de la siguiente manera: 1 captación de tipo ladera con dimensiones de 0.90m x 1.27m x 0.40m y una tubería de salida de 2.5" de PVC; la línea de conducción será de PVC de 2.5" de diámetro de tipo C-10, con una longitud de 278.25m; el reservorio será de 15m³, con dimensiones de 3.5m de ancho x 1.60m de alto, y contará con un sistema de cloración por goteo, para el cual el diseño incorporó un tanque de 600 litros de solución madre; las redes de distribución serán de tubería PVC de 2.5" de diámetro y tipo C-10, con una longitud de 387.50m; 3 cámaras rompe presión de tipo VII; 4 válvulas de control; 4 válvulas de purga, y 126 conexiones domiciliarias. Las cajas para las válvulas tendrán dimensiones de 0.6m x 0.6m x 0.8m, las tapas serán metálicas y los accesorios serán de PVC.

Estos resultados se asemejan a los hallados por Castillo (2019) quien planteó un nuevo diseño para el sector Limo, en Piura, el mismo que consta de: una red de conducción de 6869.00m, reservorio de almacenamiento de 10m³ de concreto armado con una altura de 2.12m; redes de aducción y distribución de 6261.44m; 23 cámaras rompedpresión tipo VII; 15 válvulas que cumplen la función de purga; 4 válvulas de cumplen la función de control; 10 válvulas de aire; y 52 conexiones domiciliarias; asegurando una mejora significativa en la calidad de vida de las personas. Asimismo, se asemeja a la investigación de Alba (2021) quien en su estudio en función a los siguientes parámetros: caudal promedio de 12,19 l/s;

caudal medio diario de 15,18 l/s y caudal medio horario de 24.38 l/s; realizó un diseño del sistema de agua potable que consta, de un reservorio de 329m³ de almacenamiento, así como una línea conductiva de 801m de PVC de 1.5"; ya que, el anterior sistema tenía la infraestructura colapsada y su cobertura no era la necesaria.

Los resultados hallados evidencian variaciones en los de los sistemas de agua potable, ello se debe a los criterios y parámetros adoptados como la cantidad de personas, número de viviendas, periodo de diseño, tasa de crecimiento, entre otros factores que son únicos por lugar. En ese lineamiento, es necesario resaltar la importancia de la realización de un diagnóstico situacional para generar resultados empíricos, sumados a la utilización de parámetros lógicos y técnicos propios del mundo de la ingeniería. Los diseños deben asegurar su sostenibilidad, basados en los aspectos de financiamiento, operación y mantenimiento ya que su fin principal es el de proporcionar un servicio óptimo, continuo y seguro.

Respecto al primer objetivo específico, realizar el estudio topográfico del área donde se encuentran los componentes del sistema de agua potable del barrio 13 de mayo, centro poblado de Toclla, Huaraz – 2022. Se registraron 5 puntos de control con coordenadas UTM WGS 84, los mismos que fueron procesados para su posterior análisis, mostrándose un terreno llano con pendientes bajas. La cota más alta fue de 3301m, y la más baja de 3156m.

Estos resultados tienen similitud con los de Calero (2019) quien en función al estudio topográfico realizado registró un total de 309 puntos, denotando una topografía y morfología regular, con desniveles pronunciados del terreno, la cota máxima fue de 653m y la mínima fue de 590m. Asimismo, se asemeja a la investigación de Alba (2021) quien registró 36 puntos topográficos para el reservorio, y todo el recorrido de la línea de conducción; una vez procesados dichos puntos se evidenció un terreno ondulado con pendientes pronunciadas. Cabe resaltar que los planos realizados por el autor estuvieron a una escala de 1:1000 y las curvas de nivel equidistaron uno del otro en 2m.

Los resultados muestran terrenos con pendientes pronunciadas debido a que generalmente estos sistemas parten de aguas subterráneas o manantiales superficiales que se encuentran en zonas elevadas respecto al lugar donde van a

ser llevados, es por ello, que el estudio de topografía resulta imprescindible ya que ayuda a determinar las características físicas y geográficas del terreno, facilitando la toma de decisiones al momento de establecer la cantidad de los componentes de diseño, como las válvulas de aire, purga y control, o en su defecto, el lugar donde estarán instalados las cámaras rompe presión, que regulan la presión por gravedad y ello no genere problemas en las tuberías y demás componentes.

Respecto al segundo objetivo específico, realizar el estudio de suelos en el barrio 13 de mayo, centro poblado de Toclla, Huaraz – 2022. El análisis granulométrico indica que el tipo de suelo es arcilla arenosa con grava (CL) de acuerdo al sistema de clasificación SUCS; los límites de Atterberg indican un límite líquido de 37.0%, límite plástico de 20.0% e índice plástico de 17.0%; la humedad natural es de 8.50%; respecto a los ensayos con fines de cimentación se obtuvieron: respecto a las sales agresivas al concreto, 0.033% de cloruros presentes en la muestra, 0.01% para sulfatos, y 0.47% para sales solubles, evidenciando una cantidad insignificante de los mismos; finalmente, la capacidad admisible de carga fue de 1.04 kg/cm², sugiriendo la realización de cimentaciones rectangulares a un solo nivel.

Estos resultados tienen concordancia con los obtenidos por Yovera (2017) quien en su investigación realizó el estudio de mecánica de suelos obteniendo, un suelo de tipo GM (Grava limosa) según la clasificación SUCS, una humedad natural de 1.20, y una capacidad de carga con fines de cimentación de 0.811kg/cm², en relación al análisis químico del suelo, obtuvo 0.052% de cloruros y 0.034% de sulfatos, resaltando que los cimientos realizados no tendrán efectos adversos debido a que la cantidad de sales agresivas al concreto es insignificante. Asimismo, se asemeja a la investigación de Calero (2019) quien realizó un estudio de suelos de 3 calicatas, para la captación, reservorio y red de distribución, determinándose una capacidad de carga de 1.65, 1.84 y 2.31 kg/cm² y un peso específico del suelo de 2470 kg/m³, todo ello con fines de cimentación.

Los resultados muestran variaciones de manera lógica, ya que, los suelos son diferentes en cada zona y denotan características físicas, químicas y mecánicas diferentes de acuerdo al lugar. Así pues, los estudios de mecánica de suelos representan un factor fundamental en los diseños de ingeniería, ya que de ello depende el tipo y profundidad de cimentación, así como el proceso constructivo a

seguir para el diseño del sistema de agua potable, sin olvidar que con estos factores la construcción de componentes, como la captación, reservorio y cajas de válvulas serán seguras y eficientes. El estudio de suelos nos da la certeza de que los diseños cumplirán su periodo de vida útil pronosticado, además que brindarán un servicio óptimo sin sufrir deterioros en su infraestructura debido a hundimientos, desestabilización del terreno u otros factores que puedan presentarse debido a la calidad del suelo.

Respecto al tercer objetivo específico, realizar el diagnóstico situacional del sistema de agua potable del barrio 13 de mayo, centro poblado de Toclla, Huaraz – 2022. La captación se encuentra en condiciones precarias solamente diseñado con rocas y madera; la línea de conducción se encuentra expuesto a la superficie, siendo propenso a daños inmediatos, en algunos tramos existen fugas debido a pequeñas grietas en la tubería; el reservorio no tiene sistema de cloración, no tiene almacenamiento adecuado y su infraestructura se encuentra dañada; las redes de distribución tienen un estado estructural malo y su estado operativo es limitado; finalmente, las conexiones domiciliarias presentan fisuras y su cobertura es limitada ya que no se consideró el crecimiento poblacional al momento de su diseño. Cabe resaltar que todos los componentes tienen una antigüedad de 18 años, y no cuentan con un plan de gestión de mantenimiento.

Estos resultados se asemejan a los hallados por Ariza (2019) quien verificó como se encuentran los componentes del sistema de agua potable encontrando, a la captación en mal estado operativo; a la línea conductiva con tuberías PVC de 2 pulgadas de diámetro y deteriorados; al reservorio de concreto armado con una capacidad de 32.0 m³, con estado estructural crítico; a la línea de aducción de 466.70 m de PVC de 2" de diámetro con evidentes fugas por las rajaduras; y a las conexiones domiciliarias de 120 unidades de PVC que se encuentran en un estado deplorable, con partes oxidadas, corridas e instaladas de manera inadecuada; mostrando una clara evidencia que el sistema requiere de un nuevo diseño. Por otro lado, tiene resultados similares con el estudio de Cruz y Marcelo (2018) quienes después de realizar el diagnóstico situacional, observaron que el reservorio se encuentra en condiciones críticas tanto en infraestructura como en estado operativo, ya que su capacidad de almacenamiento de 36m³ es insuficiente para la

cantidad poblacional; asimismo, las redes de distribución, válvulas y línea de conducción se encuentran en mal estado de conservación, presentando visibles grietas por donde se pierde la presión del agua, y no cuentan con un plan de gestión de mantenimiento.

Los resultados muestran que la columna vertebral de toda obra de ingeniería es el diagnóstico situacional, ya que, mediante ello se verifican las condiciones reales para tener una primera visión de lo que se quiere construir o mejorar. Resalta su importancia en que define la dirección correcta que debe seguir un diseño de ingeniería que garantice su máxima eficiencia en infraestructura y operatividad; asimismo, para el caso de un sistema de agua potable, determina la óptima combinación entre la información cualificada, los determinantes sociales y los parámetros colectivos, que garantizarán un servicio óptimo en calidad y cantidad, al menor costo y riesgo posible.

VI. CONCLUSIONES

En relación al objetivo general, se propuso un sistema de agua potable cuyos componentes son: 1 captación tipo ladera, con dimensiones de 0.90m x 1.27m x 0.40m y una tubería de salida de 2.5" de PVC; línea de conducción de PVC de 2.5" de diámetro de tipo C-10; un reservorio de 15m³, con dimensiones de 3.5 de ancho x 1.6m de alto, y con un sistema de cloración por goteo; redes de distribución de tubería PVC de 2.5" de diámetro y tipo C-10; 3 cámaras rompe presión de tipo VII; 4 válvulas de control; 4 válvulas de purga, y 126 conexiones domiciliarias.

Respecto al primer objetivo específico, se realizó el estudio de topografía en el barrio 13 de mayo, registrándose 5 puntos de control con coordenadas UTM WGS 84, los mismos que fueron procesados para su posterior análisis, mostrándose un terreno llano con pendientes bajas. La cota más alta fue de 3301m, y la más baja de 3156m. El plano topográfico fue realizado a una escala de 1:1000, y las curvas de nivel equidistaron uno del otro en 1m.

Respecto al segundo objetivo específico, se obtuvo un suelo de tipo arcilla arenosa con grava (CL) de acuerdo al sistema de clasificación SUCS; los límites de Atterberg indican un límite líquido de 37.0%, límite plástico de 20.0% e índice plástico de 17.0%; la humedad natural es de 8.50%; respecto a los ensayos con fines de cimentación se obtuvieron: respecto a las sales agresivas al concreto, 0.033% de cloruros, 0.01% para sulfatos, y 0.47% para sales solubles; finalmente, la capacidad admisible de carga fue de 1.04 kg/cm², sugiriendo la realización de cimentaciones rectangulares a un solo nivel.

En relación al tercer objetivo específico, la captación se encuentra en condiciones precarias diseñado con rocas y madera; la línea de conducción se encuentra expuesto a la superficie, lo que conlleva a que algunos tramos existan fugas debido a pequeñas grietas en la tubería; el reservorio no cuenta con un sistema de cloración, no tiene almacenamiento adecuado y su infraestructura se encuentra dañada; las redes de distribución tienen un estado estructural malo y su estado operativo es limitado; finalmente, las conexiones domiciliarias presentan fisuras y su cobertura es limitada ya que no se consideró el crecimiento poblacional al momento de su diseño. Cabe resaltar que todos los componentes tienen una antigüedad de 18 años, y no cuentan con un plan de gestión de mantenimiento.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda a los entes encargados de ejecuciones de proyectos relacionados a sistemas de agua potable de la Municipalidad Provincial de Huaraz tomar en consideración la propuesta realizada ya que, está desarrollada bajo un marco empírico, y por tanto es sostenible en el tiempo, es viable en el aspecto técnico, y rentable en el campo social; asimismo, velar por los intereses de la población realizando planes de gestión de mantenimiento y cuidado de los sistemas existentes para garantizar el cumplimiento de la vida útil de los componentes.

Se recomienda a los ingenieros proyectistas, que los estudios de topografía sean realizados de la manera más detallada posible, con profesionales expertos en el área y conociendo el error de los equipos; ya que una mala manipulación de estos equipos puede traer consigo efectos negativos en el registro de datos, lo que significaría un cálculo inicial erróneo, y consecuentemente los diseños puedan verse afectados; asimismo, cabe resaltar que deben respetarse las coordenadas y cotas plasmadas en los planos con el objetivo de lograr una correcta interpretación en futuros procesos constructivos.

Se recomienda a los ingenieros responsables de los expedientes técnicos que el recojo de muestras para las pruebas de laboratorio deben ser recogidas sin alteración alguna, y puestos en envases impermeables con el objetivo de que los resultados obtenidos sean los más seguros y exactos posibles, y su interpretación este alineada a datos tanto válidos como confiables; y de esta manera no se afecten de manera indirecta los diseños basados en dichos resultados.

Se recomienda a los ingenieros que realizan los expedientes de mejoramiento de obras de sistemas de agua potable, ejecutar de manera detalla y precisa el diagnóstico situacional tomando en consideración los aspectos de infraestructura y operatividad de los componentes basados en normas técnicas del MVCS, realizando observaciones sobre la calidad, cobertura, antigüedad, mantenimiento, entre otros; garantizando que no se repitan los errores como las posibles fallas antes de cumplir su vida útil, ya que de ello dependerá el cierre de brechas sociales existentes brindando una vida digna a las personas.

REFERENCIAS

- Alba, C. (2021). *Evaluación del sistema de abastecimiento de agua potable del P.J. Javier Heraud en el distrito de Santa, Santa - Ancash. Propuesta de solución - 2021*. Chimbote: Universidad César Vallejo. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/74530/Alba_E_CJ-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ariza, J. (2019). *Diagnóstico y propuesta de mejora del sistema de agua potable de la localidad de Maray, Huaura, Lima - 2018*. Lima: Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Obtenido de <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/UNJFSC/2705>
- Avelar Roblero, J. U., Sánchez Bravo, J. R., Domínguez Acevedo, A., Lobato de la Cruz, C., & Mancilla Villa, O. R. (2019). Validation of a prototype of rainwater harvesting system for domestic use and human consumption. *Scielo*, 37(1), 53-59. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292019005000302>
- Basán, M., Sánchez, L., Tosolini, R., Tejerina, F., & Jordan, P. (2018). Rainwater Collection Systems for Human Consumption, Safe water synonymous. *Aqua-LAC*, 10(1), 15-25. Obtenido de <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Montevideo/pdf/02Basan.pdf>
- Briseño, H., & Rubiano, J. (2018). The drinking water service for residencial use in Colombia. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 21(1), 235-242. Obtenido de <https://revistas.udca.edu.co/index.php/ruadc/article/view/682>
- Calero, C. (2019). *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el distrito de Santa Rosa de Alto Yanajanca, provincia de Marañón, departamento de Huánuco - Perú, 2019*. Piura: Universidad Nacional de Piura. Obtenido de <https://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/2203>
- Castillo, B. (2019). *Mejoramiento del sistema de agua potable en el sector Limo, Distrito Pacipampa, Provincia de Ayabaca - Piura, octubre - 2019*. Piura:

Universidad Católica Los Ángeles. Obtenido de <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/15601>

Caycedo, L., & Trujillo, D. (2020). Concepto del agua y sus implicaciones en la formación ambiental. *Boletín Redipe*, 9(7), 61-70. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7528459>

CEPAL. (2020). *Servicios de agua potable y saneamiento en el Perú: beneficios potenciales y determinantes de éxito*. Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Obtenido de <https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3819/1/lcw355.pdf>

Chavarría Vidal, A. E. (2021). First part: Storage unsaturated water in a soil profile. *Tecnología en Marcha*, 34(3), 15-33. doi:<https://doi.org/10.18845/tm.v34i3.5009>

Comisión Nacional del Agua. (2020). *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Obtenido de https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/CONAGUA%20s.f.a.%20Dise%C3%B1o%20de%20redes%20de%20distribuci%C3%B3n%20de%20agua%20potable.pdf

Conejeros Molina, A., Hueichqueo Pichunman, C., Mastinez Jimenez, B. L., & Placeres Remior, A. (2021). Water quality monitoring in rural drinking water system. *Scielo*, 42(3), 60-70. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/eac/v42n3/1815-5928-eac-42-03-60.pdf>

Cotruvo, J., Craun, G., & Hearne, N. (2019). *Providing safe drinking water in small systems: Technology, Operations, and Economics*. Estados Unidos: CRC Press.

Cruz, R., & Marcelo, I. (2018). *Mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable del C.P. de barrio Piura y Puerto Casma, distrito de Comandante Noel, provincia de Casma - Ancash*. Nuevo Chimbote: Universidad Nacional del Santa. Obtenido de <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3272>

- Espinosa Jiménez, C. F., Pérez Montilla, M. A., & Medina Padilla, M. E. (2019). Management indicators in drinking water supply systems. International experience and reality in Venezuela. *Redalyc*, 40(3), 1-8. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=507567854008>
- Fernández , A. (2018). Water: an essential resource. *Redalyc*, 11(3), 147-170. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/863/86325090002.pdf>
- Gámez Albán, H. M., Mejía, A. C., & León Espinosa de los Monteros, R. A. (2017). Design of a logistics network via an optimization model considering out-of-stocks. *Redalyc*, 25(4), 619-632. doi:<https://www.redalyc.org/pdf/772/77254022004.pdf>
- Gastañaga, M. (2018). Water, sanitation and health. *Scielo*, 35(2), 181-182. doi:<http://dx.doi.org/10.17843/rpmesp.2018.352.3732>
- Gutierrez, O. (2020). *Parámetros de diseños de sistemas de agua potable en el ámbito rural según el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. Una revisión sistemática de los últimos 10 años*. Trujillo: Universidad Privada del Norte. Obtenido de https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/26176/Trabajo%20de%20Investigaci%c3%b3n_TOTAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Hernández, R. (2018). *Metodología de la investigación, las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México: McGrawHill.
- Hernández, R., Fernandez, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta ed.). Mexico: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES.
- INEI. (2020). *Perú: Formas de acceso al agua y saneamiento básico*. Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática. Obtenido de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_agua_junio_2020.pdf
- Karamouz, M. (2021). *Water Systems Analysis, Design, and Planning: Urban Infrastructure*. Estados Unidos: CRC Press.

- López Hernández, N. A., Palacios Vélez, O. L., Anaya Garduño, M., Chávez Morales, J., Rubiños Panta, J. E., & García Carrillo, M. (2017). Rainwater harvesting systems design: an alternative. *Redalyc*, 8(6), 1433-1439. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/2631/263153306016.pdf>
- Macías, J., Rojas, J., & Villar, F. (2018). *Evaluación del sistema de agua potable de la Cabecera Parroquial Caracol y propuesta de mejoras*. Ecuador: Universidad de Guayaquil. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7364566>
- Martínez, C. (2019). *Potabilización del agua*. España: Editorial Elearning, S.L. Obtenido de <https://books.google.com.pe/books?id=-XfIDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=agua+potable&hl=qu&sa=X&ved=2ahUKEwjGo8TTrdj0AhWRmOAKHfdXBEEQ6AF6BAgKEAI#v=onepage&q=agua%20potable&f=false>
- Mian, H., Hu, G., Hewage, K., & Rodríguez, M. S. (2021). Drinking water quality assessment in distribution networks: A water footprint approach. *Science of The Total Environment*, 775(25). Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145844>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2006). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima: Dirección Nacional de Saneamiento. Obtenido de https://www3.vivienda.gob.pe/Direcciones/Documentos/RNE_Actualizado_Solo_Saneamiento.pdf
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2009). *Norma técnica de Edificación - E.060 Concreto Armado*. Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Obtenido de https://www.controlmixexpress.com/docs/E060_CONCRETO_ARMADO.pdf
- Oliveira, A., Brito, T., Neves da Mata, R., Dos Santos, F. S., Cobucci de Oliveira, D., Brant de Carvalho, J. L., & Navegantes de Araújo, W. (2019). Drinking Water Quality Surveillance Information System (SISAGUA): characteristics, evolution and applicability. *SciELO*, 28(1), 125-285. doi:10.5123/S1679-49742019000100024

- Palacios, Y. (2020). Acceso al agua potable y saneamiento: Desafío en las Américas para colectivos étnicos desde los estándares internacionales de protección de los derechos humanos. *Relaciones Internacionales*, 45(1), 137-162. Obtenido de <https://revistas.uam.es/relacionesinternacionales/article/view/11984>
- Pérez, A. (2019). El acceso al consumo de agua potable como derecho humano. *La Toga*, 1(198), 25-28. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6947713>
- Pradana, J., & García, J. (2019). *Criterios de calidad y gestión del agua potable* (Primera ed.). Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Ruiz, R., Silva, H., Álvarez, C., & Santos, J. (2019). Problemática del abastecimiento de agua potable en sistemas de conducción a gravedad. *Revista FINGUACH*, 6(20), 3-5. Obtenido de <https://vocero.uach.mx/index.php/finguach/article/view/379/337>
- Tuesca, R., Ávila, H., Sisa, A., & Pardo, D. (2015). *Fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano*. Colombia: Universidad del Norte. Obtenido de https://books.google.com.pe/books?id=6BnSCgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Fuentes+de+abastecimiento+de+agua+para+consumo+humano&hl=qu&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=Fuentes%20de%20abastecimiento%20de%20agua%20para%20consumo%20humano&f=false
- UNICEF. (18 de Junio de 2019). *1 de cada 3 personas en el mundo no tiene acceso a agua potable*. Obtenido de United Nations International Children's Fund: <https://www.unicef.org/es/comunicados-prensa/1-de-cada-3-personas-en-el-mundo-no-tiene-acceso-a-agua-potable>
- Van, J. (2018). *Introduction to Operation and Maintenance of Water Distribution Systems*. Gezina: Water Research Commission. Obtenido de https://www.pseau.org/outils/ouvrages/wrc_introduction_to_operation_and_maintenance_of_water_distribution_systems_2014.pdf
- Vargas, Z. (2019). La investigación aplicada: Una forma de conocer la realidades con evidencia científica. *Revista Educación*, 33(1), 155-165.

- Villaroel Herrera, M., Chamorro Armas, S. E., González Escudero, M. A., & Palacios Cabrera, T. A. (2017). Water storage and carbon fixation in El Angel ecological reserve and its impact on land use. *FIGEMPA: Investigación y Desarrollo*, 3(1), 41-48. doi:<https://doi.org/10.29166/revfig.v1i1.54>
- Wichman, M., & Brands, E. (2017). Water: drinking. *The International Encyclopedia of Geography*, 1(1), 1-15. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/328281097_Ency_Pp_-_Water_drinking_-_IEG_Wiley_Sons_2017
- Yovera, E. (2017). *Evaluación y Mejoramiento del Sistema de agua potable del Asentamiento Humano Santa Ana – Valle San Rafael de la Ciudad de Casma, Provincia de Casma – Ancash, 2017*. Ancash: Universidad César Vallejo. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/10237>

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de operacionalización de variables.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Evaluación del sistema de agua potable	Evaluar cada uno de los componentes o los elementos del sistema con la finalidad de corregir errores en busca de satisfacer la necesidad de la población (Comisión Nacional del Agua, 2020).	Se va evaluar mediante un diagnóstico situacional de sus componentes: Captación, línea de conducción, reservorio de almacenamiento, redes de distribución y conexiones domiciliarias.	Captación	Antigüedad	Razón
				Tipo	
				Características estructurales	
				Características operativas	
			Línea de conducción	Antigüedad	
				Tipo de tubería	
				Características estructurales	
				Características operativas	
			Reservorio de almacenamiento	Antigüedad	
				Tipo	
				Volumen de almacenamiento	
				Características estructurales	
				Características operativas	

					Antigüedad	
				Redes de distribución	Características estructurales	
					Características operativas	
					Antigüedad	
				Conexiones domiciliarias	Características estructurales	
					Características operativas	
					Tasa de crecimiento	
					Periodo de diseño	
				Consideraciones generales para la mejora	Densidad por vivienda	
					Dotación	
					Consumo de agua promedio	
					Caudales de diseño	Razón
					Captación	
				Mejora de las unidades existentes	Línea de conducción	
					Reservorio	
					Redes de distribución	
					Conexiones domiciliarias	

Propuesta de mejoramiento

La propuesta de mejoramiento de sistema de agua potable proporciona una alternativa de solución partiendo de un diagnóstico situacional e identificando y priorizando el bienestar social (CEPAL, 2020).

Partiendo de las unidades existentes del sistema de agua potable y tomando en consideración nuevos parámetros de diseño para su cobertura total se planteará una propuesta de mejora.

Anexo 02: Matriz de consistencia.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p>Problema general</p> <p>¿En qué condiciones se encuentra el sistema de agua potable y qué propuestas se pueden plantear para mejorar dicho sistema del barrio 13 de mayo, centro poblado de Toclla, Huaraz – 2022?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Evaluar y plantear una propuesta de mejora del sistema de agua potable del barrio 13 de mayo, centro poblado de Toclla, Huaraz– 2022.</p> <p>Objetivos específicos</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar el estudio topográfico del área donde se encuentran los componentes del sistema de agua potable del barrio 13 de mayo, centro poblado de Toclla, Huaraz – 2022. 2. Realizar el estudio de suelos en el barrio 13 de mayo, centro poblado de Toclla, Huaraz – 2022. 3. Realizar el diagnóstico situacional del sistema de agua potable del barrio 13 de mayo, centro poblado de Toclla, Huaraz – 2022. 	<p>Hipótesis</p> <p>Al ser una investigación descriptiva, no presenta hipótesis.</p>	<p>Sistema de agua potable.</p> <hr/> <p>Propuesta de mejoramiento.</p>	<p>Tipo de investigación</p> <p>De tipo aplicada</p> <p>Diseño de investigación</p> <p>De diseño no experimental y corte transversal.</p> <p>Población y muestra</p> <p>La población de estudio estará conformada por todo el sistema de agua potable del barrio 13 de mayo.</p>

Anexo 03: Instrumento de recolección de datos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

FICHA DE EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

Fecha: 22/03/2022

1. UBICACIÓN

Departamento:	<input type="text" value="Ancash"/>	Provincia:	<input type="text" value="Huaraz"/>
Distrito:	<input type="text" value="Huaraz"/>	Localidad:	<input type="text" value="C.P. de Tocla"/>

2. DATOS GENERALES DE LOS SERVICIOS

2.1. N° de viviendas servidas por el sistema de agua potable.

Por conexión domiciliaria:	<input type="text" value="69"/>	Por piletas públicas:	<input type="text" value="0"/>
Por sistemas independientes:	<input type="text" value="0"/>	Por otros medios:	<input type="text" value="57+01"/>

57 conexiones domesticas y 01 no domestica

2.2. Continuidad del servicio de agua (h).

Tiempo promedio del servicio al día (h):	<input type="text" value="24"/>	Continuidad mínima (h):	<input type="text" value="8"/>
Población sin servicio (%):	<input type="text" value="45.23%"/>	Periodo de servicio (De / A):	<input type="text" value="2004-2022"/>


TREJO GARRO WILBER WALTHER
ING. CIVIL
Reg. Colegio de Ingenieros CIP N° 167182


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Consejo Departamental Ancash - Huaraz
Marco A. Tamayo Broncano
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 114853


Ing. Anggello P. Yanac Munarritz
INGENIERO SANITARIO
CIP N° 237750

3. DATOS SOBRE CONSUMOS ACTUALES DE AGUA POTABLE

3.1. Consumo medido y/o asignado.

Doméstico
(m³/día):

18.64

Otros
(m³/día):

15.44

Se estimó el consumo realizando el cálculo en base a los criterios que recomienda la norma RM 192 2018 vivienda, donde la dotación recomendada es 80lt/hab,día para zona sierra,

4. CARACTERÍSTICAS Y ESTADO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

4.1. Producción de la captación.

Fuente
superficial (l/s):

0

Fuente
subterránea
(l/s):

1.842

Otros (l/s):

0

Total (l/s):

0

4.2. Captación.

Tipo	Antigüedad	Estado físico	Estado operativo
Ladera	18 años	No presenta infraestructura	Operando

Observaciones: La captación es de diseño es precario, es decir, solo está realizado a base de rocas y maderas que acumulan el agua para su posterior transporte, presenta raíces de plantas aledañas, lo que hace que el agua sea turbia además que existen fugas en cantidades moderadas.

4.3. Línea de conducción.

Tramo	Diámetro	Longitud (m)	Antigüedad	Estado de la tubería	Estado operativo
1°	2"	278.25	18 años	Regular	Operando


TREJO GARRO WILBER WALTHER
ING. CIVIL
Reg. Colegio de Ingenieros CIP N° 167182


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Consejo Departamental Ancash - Huaraz

Marco A. Tamara Broncano
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 1134853



Ing. Anggello P. Yanac Munarriz
INGENIERO SANITARIO
CIP N° 237750

Observaciones: Es de tubería PVC de 1" de diámetro que no transporta agua en suficientes cantidades para la población debido a las diversas fugas por pequeñas fisuras y pérdida de presión en su trayectoria. Gran parte de su longitud se encuentra expuesto a la superficie, siendo propenso a daños inmediatos.

4.4. Reservorio.

Tipo	Antigüedad	Estado estructural	Estado operativo	Volumen	Material
Rectangular	18 años	Regular	Operando	10 m ³ (insuficiente)	Concreto armado

Observaciones: El reservorio existente es de 10m³ de almacenamiento, el cual no es suficiente para toda la población actual, además, se encuentra en malas condiciones estructurales, no cuenta con un sistema de cloración, y su cerco perimétrico es a base de tubos de fierro y alambre púa, que no es un material óptimo para este tipo de estructuras.

Otros: La pintura es reciente, sin embargo, la estructura es antigua.

4.5. Redes de distribución.

Diámetro	Longitud (m)	Antigüedad	Estado de la tubería	Estado operativo
2"	310.00	18 años	Mal estado	Operando
1"	77.50	18 años	Mal estado	Operando

Observaciones: La condición operacional de las redes de distribución no es la óptima, ya que tienen una antigüedad de 18 años, asimismo, el diseño actual no consideró el crecimiento poblacional por lo que en la actualidad muchas viviendas no cuentan con agua potable. Las tuberías existentes son de PVC de 2" de diámetro, y evidencian notables deterioros con fugas de agua en algunos tramos.


TREJO GARRO WILBER WALTHER
 ING. CIVIL
 Reg. Colegio de Ingenieros CIP N° 167182


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
 Consejo Departamental Ancash - Huaraz

Marco A. Jarama Broncano
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 134854



Ing. Anggello P. Yanac Munarriz
 INGENIERO SANITARIO
 CIP N° 237750

4.6. Conexiones domiciliarias.

Descripción	Domésticas	Estatales	Total
Conexiones externas	57	0	57
Conexión con caja y sin medidor	69	0	69
Conexión con caja y con medidor	0	0	0

Observaciones: Las conexiones domiciliarias están constituidas por tuberías de PVC de 1/2" y su estado de conservación es malo, presentan fisuras visibles por donde se pierde la presión del agua, debido principalmente a su antigüedad; asimismo, su cobertura no es total, ya que de las 126 viviendas existentes solo 69 cuentan con conexiones domiciliarias mediante caja.


TREJO GARRO WILBER WALTHER
ING. CIVIL
Reg. Colegio de Ingenieros CIP N° 157192

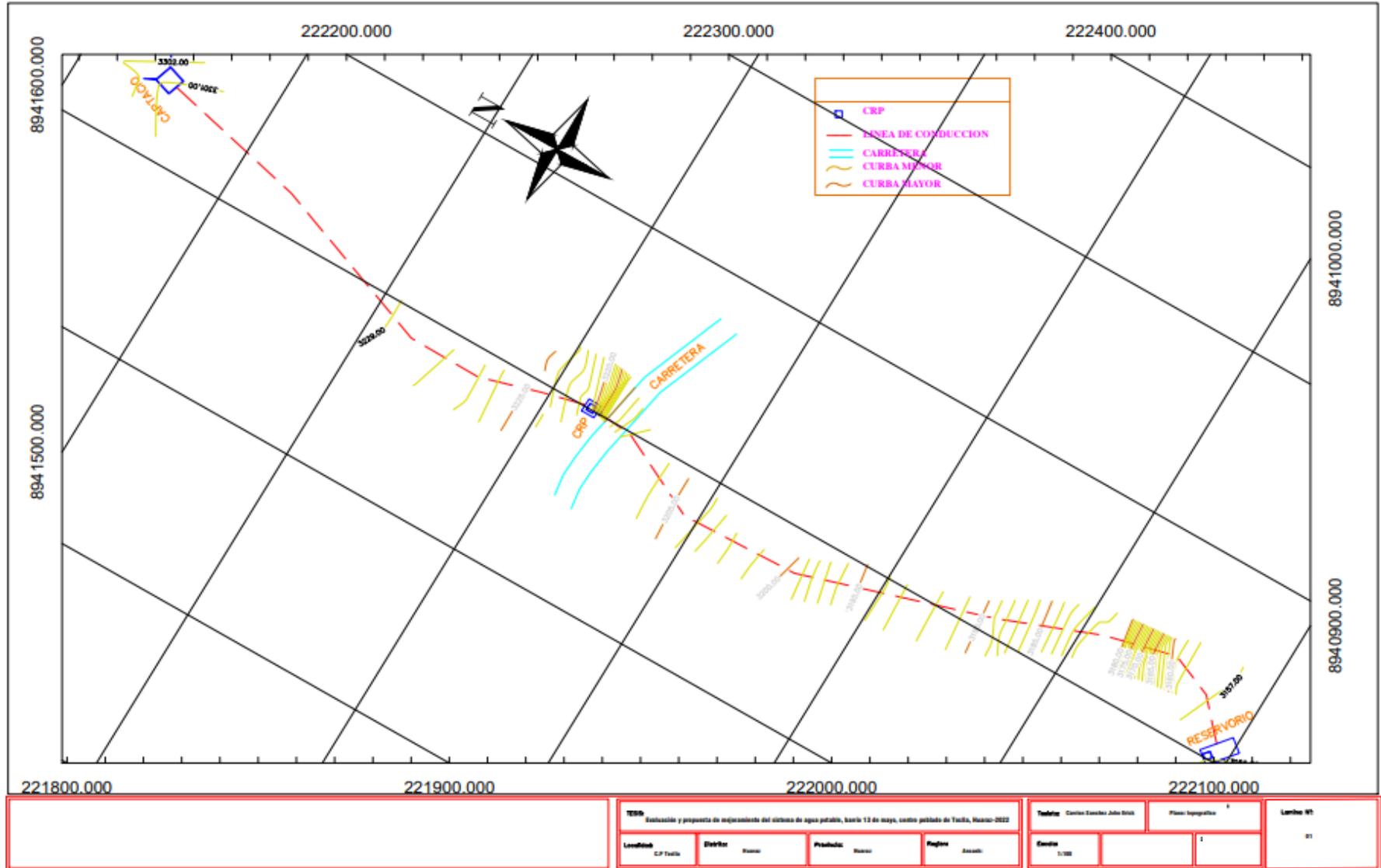

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Consejo Departamental Arequipa - Huancayo

Marco A. Tamayo Brancano
INGENIERO CIVIL
REG CIP N° 14853



Ing. Anggello P. Yanac Munarriz
INGENIERO SANITARIO
CIP N° 237750

Anexo 04: Levantamiento topográfico de las unidades existentes.



Anexo 05. Cálculos Hidráulicos.

	AÑO	POBLACION "METODO ARITMETICO"	COBERTURA (%)		POBLACION SERVIDA (hab)	CONX. DOMESTICA	CONEX. ESTATAL		CONEX. SOCIAL		CONEX. COMERCIAL		DOMESTICO Cons. dom. (l/s)	NO DOMESTICO			Cons. total (l/s)	% PERDIDA	Qp. (l/s)	Qmd. (l/s)		Qmh. (l/s)	
			CONEX	OTROS MEDIOS			re(%)	0.00%	rs (%)	0.00%	rc (%)	0.00%		Cons. est. (l/s)	Cons. soc. (l/s)	Cons. com. (l/s)				K: 1.3	K: 2.0		
			0.00%	0.00%			0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2022	0	425	54.77%	45.23%	233	126	0	1	0	0	0	0.39	0.000000	0.003472	0.0000	0.40	60.00%	0.00	0.00	0.00			
2023	1	433	100.00%	0.00%	433	128	0	1	0	0	0	0.40	0.000000	0.003472	0.0000	0.40	0.00%	0.40	0.53	0.81			
2024	2	441	100.00%	0.00%	441	131	0	1	0	0	0	0.41	0.000000	0.003472	0.0000	0.41	0.00%	0.41	0.54	0.82			
2025	3	448	100.00%	0.00%	448	133	0	1	0	0	0	0.41	0.000000	0.003472	0.0000	0.42	0.00%	0.42	0.54	0.84			
2026	4	456	100.00%	0.00%	456	135	0	1	0	0	0	0.42	0.000000	0.003472	0.0000	0.43	0.00%	0.43	0.55	0.85			
2027	5	464	100.00%	0.00%	464	138	0	1	0	0	0	0.43	0.000000	0.003472	0.0000	0.43	0.00%	0.43	0.56	0.87			
2028	6	471	100.00%	0.00%	471	140	0	1	0	0	0	0.44	0.000000	0.003472	0.0000	0.44	0.00%	0.44	0.57	0.88			
2029	7	479	100.00%	0.00%	479	142	0	1	0	0	0	0.44	0.000000	0.003472	0.0000	0.45	0.00%	0.45	0.58	0.89			
2030	8	487	100.00%	0.00%	487	145	0	1	0	0	0	0.45	0.000000	0.003472	0.0000	0.45	0.00%	0.45	0.59	0.91			
2031	9	494	100.00%	0.00%	494	147	0	1	0	0	0	0.46	0.000000	0.003472	0.0000	0.46	0.00%	0.46	0.60	0.92			
2032	10	502	100.00%	0.00%	502	149	0	1	0	0	0	0.46	0.000000	0.003472	0.0000	0.47	0.00%	0.47	0.61	0.94			
2033	11	510	100.00%	0.00%	510	151	0	1	0	0	0	0.47	0.000000	0.003472	0.0000	0.48	0.00%	0.48	0.62	0.95			
2034	12	517	100.00%	0.00%	517	153	0	1	0	0	0	0.48	0.000000	0.003472	0.0000	0.48	0.00%	0.48	0.63	0.96			
2035	13	525	100.00%	0.00%	525	156	0	1	0	0	0	0.49	0.000000	0.003472	0.0000	0.49	0.00%	0.49	0.64	0.98			
2036	14	533	100.00%	0.00%	533	158	0	1	0	0	0	0.49	0.000000	0.003472	0.0000	0.50	0.00%	0.50	0.65	0.99			
2037	15	540	100.00%	0.00%	540	160	0	1	0	0	0	0.50	0.000000	0.003472	0.0000	0.50	0.00%	0.50	0.65	1.01			
2038	16	548	100.00%	0.00%	548	163	0	1	0	0	0	0.51	0.000000	0.003472	0.0000	0.51	0.00%	0.51	0.66	1.02			
2039	17	556	100.00%	0.00%	556	165	0	1	0	0	0	0.51	0.000000	0.003472	0.0000	0.52	0.00%	0.52	0.67	1.04			
2040	18	563	100.00%	0.00%	563	167	0	1	0	0	0	0.52	0.000000	0.003472	0.0000	0.52	0.00%	0.52	0.68	1.05			
2041	19	571	100.00%	0.00%	571	169	0	1	0	0	0	0.53	0.000000	0.003472	0.0000	0.53	0.00%	0.53	0.69	1.06			
2042	20	578	100.00%	0.00%	578	172	0	1	0	0	0	0.54	0.000000	0.003472	0.0000	0.539	0.00%	0.539	0.700	1.077			

Anexo 06: Ensayos de laboratorio.



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

EJECUCION, ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

LABORATORIO DE SUELOS

SOLICITANTE : CARRION SÁNCHEZ JHON ERICK
 TESIS : "EVALUACION Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, BARRIO 13 DE MAYO, CENTRO POBLADO DE TOCLLA, HUARAZ - 2022".
 UBICACIÓN : BARRIO 13 DE MAYO, CENTRO POBLADO DE TOCLLA, HUARAZ
 FECHA DE EMISIÓN : HUARAZ, 04/04/2022

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D422

CALICATA	C-01 (AREA PROYECTADA)
PROFUNDIDAD	1.80

PESO INICIAL SECO: 3900.00 %QUE PASA MALLA N°200: 57.0
 PESO LAVADO SECO: 0.00 %RETENIDO MALLA 3": 0.0

TAMIZ ASTM	DIÁMETRO (mm.)	PESO RET.	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	%PASA
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	200.8	5.1	5.1	94.9
1"	25.000	0.0	0.0	5.1	94.9
3/4"	19.000	208.3	5.3	10.5	89.5
1/2"	12.500	89.0	2.3	12.8	87.2
3/8"	9.500	105.0	2.7	15.5	84.5
1/4"	6.250	96.6	2.5	17.9	82.1
N°4	4.750	179.9	4.6	22.5	77.5
N°10	2.000	104.6	2.7	25.2	74.8
N°20	0.850	179.6	4.6	29.8	70.2
N°40	0.425	86.3	2.2	32.1	68.0
N°60	0.250	88.0	2.3	34.3	65.7
N°100	0.150	209.3	5.4	39.7	60.3
N°200	0.075	130.8	3.4	43.0	57.0
TOTAL			43.0		

CLASIFICACIÓN DE SUELOS

SÍMBOLO	CL
SUCS ASTM D-2487	ARCILLA ARNOSA CON GRAVA

OBSERVACIONES

1. La muestra fue proporcionada por el solicitante a las instalaciones del laboratorio.
2. Los datos y toda información de campo fue proporcionada por el solicitante.



* Urb. VillaSan Miguel de Chicney S/N Distrito de Independencia Provincia de Huaraz

Teléfono : FIJO 043 609712 - RPM 949004338

E-mail: vhlaboratorio@gmail.com

RUC : 20600954173

REG. INDECOPI CERTF. * 95136 *



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

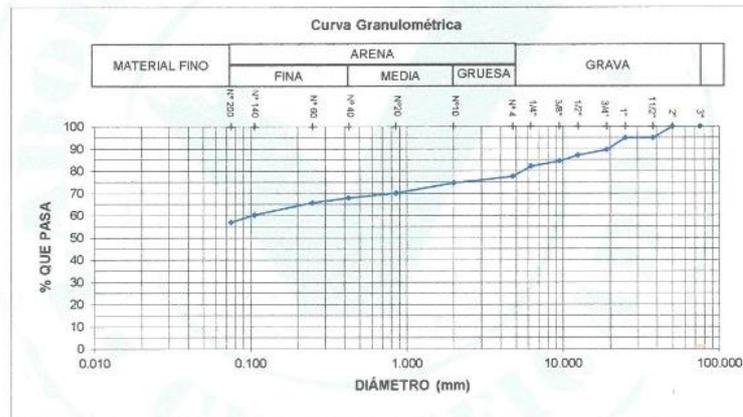
SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

EJECUCION, ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS

SOLICITANTE : CARRION SÁNCHEZ JHON ERICK
PROYECTO : "EVALUACION Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, BARRIO 13 DE MAYO, CENTRO POBLADO DE TOCLLA, HUARAZ - 2022".
UBICACIÓN : BARRIO 13 DE MAYO, CENTRO POBLADO DE TOCLLA, HUARAZ
FECHA DE EMISIÓN : HUARAZ, 04/04/2022

CALICATA	C-01 (AREA PROYECTADA)
PROFUNDIDAD (m)	1.80



OBSERVACIONES

1. La muestra fue proporcionada por el solicitante a las instalaciones del laboratorio.
2. Los datos y toda información de campo fue proporcionada por el solicitante.



* Urb. VillaSan Miguel de Chicney S/N Distrito de Independencia Provincia de Huaraz

Telefono : FIJO 043 609712 - RPM 949004338
RUC : 20600954173

E-mail: vhlaboratorio@gmail.com
REG. INDECOPI CERT. * 95136 *



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

EJECUCION, ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

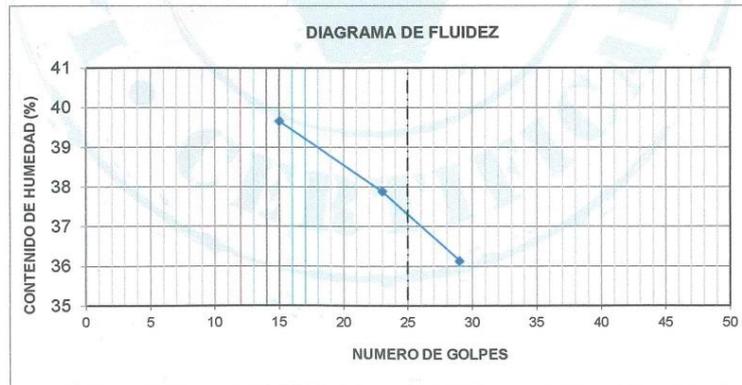
LABORATORIO DE SUELOS

SOLICITANTE	: CARRION SÁNCHEZ JHON ERICK
TESIS	: "EVALUACION Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, BARRIO 13 DE MAYO, CENTRO POBLADO DE TOCLLA, HUARAZ - 2022".
UBICACIÓN	: BARRIO 13 DE MAYO, CENTRO POBLADO DE TOCLLA, HUARAZ
FECHA DE EMISION	: HUARAZ, 04/04/2022

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318 / NTP 339.129

CALICATA :	C-01 (AREA PROYECTADA)	MUESTRA : M-01	PROF. (m) : 1.80
------------	-------------------------	----------------	------------------

PRUEBA N°		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
		1	2	3	1	2
RECIPIENTE N°		3	8	9	11	12
NÚMERO DE GOLPES		15	23	29		
1	PESO DEL RECIPIENTE (g)	12	12.5	12.00	12.00	12.1
2	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO	152.36	134.88	154.26	18.56	17.49
3	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (g)	112.5	101.25	116.50	17.45	16.58
4	PESO DEL AGUA (g)	39.86	33.63	37.76	1.11	0.91
5	PESO DEL SUELO SECO (g)	100.5	88.75	104.5	5.45	4.48
6	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	40	38	36	20	20



LÍMITE LÍQUIDO :	37%
LÍMITE PLÁSTICO :	20%
ÍNDICE PLÁSTICO :	17%

OBSERVACIONES

1. LA MUESTRA FUE PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE
2. LOS DATOS E INFORMACION DE LA UBICACIÓN Y PROYECTO FUERON DADOS POR EL SOLICITANTE



* Urb. VillaSan Miguel de Chicney S/N Distrito de Independencia Provincia de Huaraz

Telefono : FIJO 043 609712 - RPM 949004338

E-mail: vhlaboratorio@gmail.com

RUC : 20600954173

REG. INDECOPI CERTF. * 95136 *



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

EJECUCION, ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

LABORATORIO DE SUELOS

SOLICITANTE : CARRION SÁNCHEZ JHON ERICK

TESIS : "EVALUACION Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, BARRIO 13 DE MAYO, CENTRO POBLADO DE TOCLLA, HUARAZ - 2022".

UBICACIÓN : BARRIO 13 DE MAYO, CENTRO POBLADO DE TOCLLA, HUARAZ

FECHA DE EMISIÓN : HUARAZ, 04/04/2022

ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL
NTP 339.127 / ASTM D2216

CALICATA	C-01 (AREA PROYECTADA)	MUESTRAS	M-01	PROF. (m)	1.80
----------	-------------------------	----------	------	-----------	------

1	N° DEL RECIPIENTE		7	9	
2	PESO DEL RECIPIENTE (g)		10.00	12.20	
3	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO (g)		300.26	289.64	
4	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (g)		276.95	268.23	
5	PESO DEL AGUA CONTENIDA (3) - (4) (g)		23.31	21.41	
6	PESO DEL SUELO SECO (4) - (2) (g)		266.95	256.03	PROMEDIO
7	CONTENIDO DE HUMEDAD (5) / (6) * 100 (%)		8.73	8.36	8.5

OBSERVACIONES

1. LA MUESTRA FUE PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE
2. LOS DATOS E INFORMACION DE LA UBICACIÓN Y PROYECTO FUERON DADOS POR EL SOLICITANTE



* Urb. VillaSan Miguel de Chicney S/N Distrito de Independencia Provincia de Huaraz

Telefono : FIJO 043 609712 - RPM 949004338

E-mail: vhlaboratorio@gmail.com

RUC : 20600954173

REG. INDECOPI CERTF. * 95136 *



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

EJECUCION, ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES LABORATORIO DE SUELOS Y ASFALTO

SOLICITANTE : CARRION SÁNCHEZ JHON ERICK
TESIS : "EVALUACION Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, BARRIO 13 DE MAYO, CENTRO POBLADO DE TOCLLA, HUARAZ - 2022".
UBICACIÓN : BARRIO 13 DE MAYO, CENTRO POBLADO DE TOCLLA, HUARAZ
FECHA DE EMISION : HUARAZ, 04/04/2022
CALICATA : C-1
MUESTRA : M-01
UBICACIÓN - CALICATA : C-01 (AREA PROYECTADA)
CLASIFICACION SUCS : CL
PROFUNDIDAD (m) : 1.80

PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE SÓLIDOS (Gs) ASTM D854 / NTP 339.131

1	Nº DE FIOLA		X	Y	
2	PESO DE LA FIOLA	(g)	157.62	157.62	
3	PESO DE LA MUESTRA DE SUELO SECO	(g)	150.00	150.00	
4	PESO DE LA MUESTRA DE SUELO SECO + PESO DE LA FIOLA	(g)	307.62	307.62	
5	PESO DE LA M. DE SUELO SECO + PESO DE LA FIOLA + PESO DEL AGUA (g)		749.520	749.810	
6	PESO DE LA FIOLA + PESO DEL AGUA	(g)	656.23	656.23	PROMEDIO
7	PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE SÓLIDOS		2.645	2.659	2.652

g/cm³

OBSERVACIONES

1. LA MUESTRA FUE TOMADA POR EL PERSONAL DEL LABORATORIO
2. LOS DATOS E INFORMACION DE LA UBICACIÓN Y PROYECTO FUERON DADOS POR EL SOLICITANTE



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU

Ing. Victor Hugo Villanueva Najara
INGENIERO CIVIL
CIP N° 272335

* Urb. VillaSan Miguel de Chicney S/N Distrito de Independencia Provincia de Huaraz

Telefono : FIJO 043 609712 - RPM 949004338

RUC : 20600954173

E-mail: vhlaboratorio@gmail.com

REG. INDECOPI CERTF. * 95136 *



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

EJECUCION, ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

SOLICITANTE : CARRION SÁNCHEZ JHON ERICK
TESIS : "EVALUACION Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, BARRIO 13 DE MAYO, CENTRO POBLADO DE TOCCLA, HUARAZ - 2022".
UBICACIÓN : BARRIO 13 DE MAYO, CENTRO POBLADO DE TOCCLA, HUARAZ
FECHA : HUARAZ 04 DE ABRIL DEL 2022

AREA DE ENSAYOS QUIMICOS

CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES EN SUELOS NTP 339.152

ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS

CALICATA: C-01 (AREA PROYECTADA)

1	RELACION DE MEZCLA SUELO - AGUA DESTILADA		1: 10	10		
2	NUMERO DE BEAKER		2	3	1	
3	PESO DE BEAKER	(g)	46.5691	48.5102	46.1122	
4	PESO DEL BEAKER + RESIDUOS DE SALES	(g)	46.5983	48.5383	46.1400	
5	PESO DEL RESIDUO DE SALES	(g)	0.0292	0.0281	0.0278	
6	VOLUMEN DE SOLUCION TOMADA	(ml)	60	60	60	
7	CONSTITUYENTES DE SALES SOLUBLES EN LICUOTA	(p.p.m.)	486.667	468.333	463.333	PROMEDIO
7	CONSTITUYENTES DE SALES SOLUBLES EN MUESTRA	(p.p.m.)	4866.67	4683.33	4633.33	4727.7778
8	CONSTITUYENTES DE S.S EN PESO SECO	(%)	0.487	0.468	0.463	0.4728

NOTA:

LA MUESTRA FUE PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE



* Urb. VillaSan Miguel de Chicney S/N Distrito de Independencia Provincia de Huaraz

Telefono : FIJO 043 609712 - RPM 949004338

E-mail: vhlaboratorio@gmail.com

RUC : 20600954173

REG. INDECOPI CERTF. * 95136 *



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

EJECUCION, ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

SOLICITANTE : CARRION SÁNCHEZ JHON ERICK
TESIS : "EVALUACION Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, BARRIO 13 DE MAYO, CENTRO POBLADO DE TOCLLA, HUARAZ - 2022".
UBICACIÓN : BARRIO 13 DE MAYO, CENTRO POBLADO DE TOCLLA, HUARAZ
FECHA : HUARAZ 04 DE ABRIL DEL 2022

AREA DE ENSAYOS QUIMICOS

CONTENIDO DE SULFATOS SOLUBLES TOTALES NTP 400.042:2001

ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS

CALICATA: C-01 (AREA PROYECTADA)

1	VOLUMEN DE AGUA DESTILADA	(ml)	300		
2	PESO DE SUELO SECO	(g)	100		
3	NUMERO DE CRISOL		1	2	
4	PESO DEL CRISOL	(g)	34.5175	34.5275	
5	PESO DEL CRISOL + RESIDUO DE SULFATOS	(g)	34.5200	34.5300	
6	PESO DE RESIDUO DE SULFATOS	(g)	0.0025	0.0025	
7	VOLUMEN DE LA SOLUCION TOMADA	(ml)	30	30	
8	PESO DE LA MUESTRA EN VOLUMEN DE SOLUCION	(g)	10	10	PROMEDIO
9	CONCENTRACIÓN DE IÓN SULFATO	(p.p.m.)	103	103	103
10	CONTENIDO DE SULFATOS	(%)	0.0103	0.0103	0.0103

NOTA:

LA MUESTRA FUE PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE



* Urb. VillaSan Miguel de Chicney S/N Distrito de Independencia Provincia de Huaraz

Telefono : FIJO 043 609712 - RPM 949004338

E-mail: vhvlaboratorio@gmail.com

RUC : 20600954173

REG. INDECOPI CERTF. * 95136 *



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

EJECUCION, ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

SOLICITANTE : CARRION SÁNCHEZ JHON ERICK
TESIS : "EVALUACION Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, BARRIO 13 DE MAYO, CENTRO POBLADO DE TOCLLA, HUARAZ - 2022".
UBICACIÓN : BARRIO 13 DE MAYO, CENTRO POBLADO DE TOCLLA, HUARAZ
FECHA : HUARAZ 04 DE ABRIL DEL 2022

AREA DE ENSAYOS QUIMICOS

CONTENIDO DE CLORUROS SOLUBLES TOTALES NTP 400.042:2001

ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS

CALICATA: C-01 (AREA PROYECTADA)

1	VOLUMEN DE AGUA DESTILADA	(ml)	300		
2	PESO DE SUELO SECO	(g)	100		
3	VOLUMEN DE SOLUCION TOMADA	(ml)	15	15	
4	TITULACION DE LA SOLUCION DE NITRATO DE PLATA	(T)	0.8		
5	CONSUMO DE SOLUCION DE NITRATO DE PLATA	(ml)	2.3	2.3	
6	PESO DE MUESTRA EN VOLUMEN DE SOLUCIÓN	(g)	5	5	PROMEDIO
7	CONTENIDO DE CLORUROS	p.p.m.	336	336	336
8	CONTENIDO DE CLORUROS	(%)	0.0336	0.0336	0.0336
9	pH DE ENSAYO		7.86		

NOTA:

LA MUESTRA FUE PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU

Ing. Victor Hugo Villanueva Najarro
INGENIERO CIVIL
CIP N° 27255

* Urb. VillaSan Miguel de Chicney S/N Distrito de Independencia Provincia de Huaraz

Telefono : FIJO 043 609712 - RPM 949004338

E-mail: vhlaboratorio@gmail.com

RUC : 20600954173

REG. INDECOPI CERTF. * 95136 *



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

EJECUCION, ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS Y ASFALTO

SOLICITANTE : CARRION SÁNCHEZ JHON ERICK
TESIS : "EVALUACION Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, BARRIO 13 DE MAYO, CENTRO POBLADO DE TOCLLA, HUARAZ - 2022".
UBICACIÓN : BARRIO 13 DE MAYO, CENTRO POBLADO DE TOCLLA, HUARAZ
FECHA DE EMISION : HUARAZ, 04/04/2022
CALICATA : C-1 MUESTRA : 01
CLASIFICACION SUCS : CL
UBICACIÓN - CALICATA : AREA PROYECTADA
PROFUNDIDAD (m) : 1.80

CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE

$$q_u = 1.3c + N_c + \gamma D_f N_q + 0.4 \gamma B N_\gamma$$

POR TERZAGHI

DATOS POR ENSAYO DE CORTE DIRECTO

C (cohesion) = 1.9613 [kN/m²] B = 1.00 [m]
θ (angulo de friccion) = 23.00 [°] L = 1.00 [m]
g (peso especifico) = 26.01 [kN/m³] D = 1.00 [m]

Factor de capacidad de carga

N_q = 10.231
N_c = 21.746
N_γ = 9.534

CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE ULTIMO

q_{ult} = 3.12 Kg./Cm²

CARGA ADM. CON UN FACTOR DE SEGURIDAD F.S. =3

q_a = 1.040067 Kg./Cm²

CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE

q_a = 1.04 Kg./Cm²

NOTA:

LOS DATOS TOMADOS PARA EL CALCULO SON REFERENCIALES. UTILIZAR LAS DIMENSIONES SEGUN LA NECESIDAD DEL PROYECTO.



* Urb. VillaSan Miguel de Chicney S/N Distrito de Independencia Provincia de Huaraz

Telefono : FIJO 043 609712 - RPM 949004338

RUC : 20600954173

E-mail: vhlaboratorio@gmail.com

REG. INDECOPI CERT. * 95136 *

Anexo 07: Análisis bacteriológico físico y químico del agua.



eps chavín s.a.

Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento Chavín S.A.

EMPRESA MUNICIPAL

**REPORTE DE ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO
DEL AGUA**

DATOS DE MUESTRA:

LUGAR	CENTRO POBLADO DE TOCCLA
DISTRITO	HUARAZ
PROVINCIA	HUARAZ
SOLICITADO POR	JOHN ERICK CARRIÓN SANCHEZ
MUESTREADO POR	JOHN ERICK CARRIÓN SANCHEZ
ANALIZADO POR	ING. JUAN CARLOS MAGUIÑA AVALOS
FECHA / HORA DE MUESTREO	09-09-22 / 10:18
FECHA / HORA DE ANALISIS	12-09-22 / 9:30
METODO DE ANALISIS	Filtro de Membranas

RESULTADOS:

CÓDIGO DE LA MUESTRA	DIRECCION DE LA MUESTRA	CLORO RESIDUAL (mg/L)	TURBIEDAD (NTU)	COLIF TOTAL ufc/100ml.	COLIF TERMOTOLERANTES ufc/100ml.
EPST 026	SHINCHURURI		0.24	12	2

Agua destilada filtrada: Coliformes Totales = 0,0 ufc/100ml. Coliformes Fecales = 0,0 ufc/100ml.

OBSERVACIONES:

Muestra de agua recolectada en envase plástico de polietileno de primer uso.
Volumen de muestra: 600 ml.

Muestra de agua con presencia de 12 UFC/100 ml de Coliformes Totales y 02 UFC/100ml de Coliformes Termotolerantes.

Huaraz, 16 de setiembre del 2022



Av. Diego Ferrer S/N° Soledad Alta - Huaraz - Ancash

Telefax: (043) 421141

<http://www.epschavin.com> <http://epschavin.blogspot.com> epschavinsa@epschavin.com



eps chavín s.a.

Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento Chavín S.A.

EMPRESA MUNICIPAL

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DEL AGUA

Provincia	HUARAZ	Standard		
Distrito	HUARAZ	Methods	ESTÁNDARES	
Localidad	CENTRO POBLADO DE TOCLLA	for the	NACIONALES	
Punto de Muestreo	SHINCHURURI	examination	DE CALIDAD	
Solicitado por	JOHN ERICK CARRIÓN SANCHEZ		AMBIENTAL	
Muestreado por	JOHN ERICK CARRIÓN SANCHEZ		PARA AGUA	
Analizado por	ING. JUAN CARLOS MAGUIÑA AVALOS	wastewater	DECRETO SUPLENTO	
Fecha, Hora / Muestreo	09-09-22 / 10:18	AWWA, 1999	Nº 004-2017-AND/AM.	
Fecha, Hora / Análisis	12-09-22 / 10:00		SEGÚN	
Cód.de la Muestra	EPST 025		SUBCATEGORÍA A1	
Nº	PARAMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	
1	Olor	Ninguna		Aceptable
2	Saber	Ninguna		Aceptable
3	Temperatura	12.7	°C	
4	pH	7.26		6,5 - 8,5
5	Turbiedad	0.24	NTU	5
6	Conductividad eléctrica	620.0	Us/cm.	1500
7	Sólidos disueltos totales	304.0	mg/lit.	1000
8	Alcalinidad Total, CaCO ₃	199.96	mg/lit.	250
9	Dureza Total, CaCO ₃	272.80	mg/lit.	500
10	Calcio, como CaCO ₃	113.08	mg/lit.	
11	Magnesio, como MgCO ₃	159.72	mg/lit.	
12	Sulfatos	210.59	mg/lit.	250
13	Cloruros	9.17	mg/lit.	250
14	Nitratos	< 0.50	mg/lit.	50
15	Aluminio	0.106	mg/lit.	0.90
16	Hierro	0.01	mg/lit.	0.30
17	Manganeso	< 0.05	mg/lit.	0.40
18	Cloro Residual	N.A.	mg/lit.	
OBSERVACIONES:				
Muestra de agua recolectada en envase plástico de polietileno de primer uso. Volumen de muestra: 600 ml.				
Huaraz, 16 de setiembre del 2022				

Av. Diego Ferrer S/Nº Soledad Alta - Huaraz - Ancash

Telefax: (043) 421141

<http://www.epchavin.com> <http://epschavin.blogspot.com> epschavinsa@epschavin.com

Anexo 08: Panel fotográfico del sistema de agua potable actual.

Captación



Nota: Fotografías de la captación artesanal en un estado de deterioro.

Líneas de conducción



Nota: Fotografías de la inspección de las líneas de conducción expuestas .

Reservorio



Nota: Evaluación del reservorio, estado actual deteriorado, sin sistema de cloración, tuberías de ingreso en mal estado.

Redes de distribución



Nota: Redes de distribución y su estado actual critico, presentan frisuras y sus tuberías están expuestas.

Anexo 09: Proceso de análisis en el laboratorio

Identificación de la muestra



Nota. La imagen representa el ensayo de granulometría donde se llega a identificar la muestra para el análisis, la cual fue sometido al cuarteo y pesado.

Utilización de los tamices



Nota: Las fotos mostradas representan la utilización de los tamices gruesos donde se colocará la muestra seleccionada para luego ser pesada según lo retenido en cada uno de los tamices.

Cálculo de la humedad natural



Nota: La imagen representa el cálculo de la humedad natural, donde la muestra es pesada antes y después de ser secada a una temperatura de 150°C.

Cálculo de los límites de Atterberg



Nota: Las fotografías representan el cálculo de los límites de Atterberg, donde la muestra de unos 20 gr del tamiz N°40 fue amasada con agua destilada.

Proceso del desmoronamiento de la muestra



Nota: La fotografía representa el desmoronamiento de la muestra, donde la muestra toma una forma eliptoidal rodandola con los dedos para luego ser puesta en un cilindro de diametro 1/8" hasta lograr el desmoronamiento.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, DOLORES ANAYA DANTE, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - HUARAZ, asesor de Tesis titulada: "Evaluación y propuesta de mejoramiento del sistema de agua potable, barrio 13 de mayo, centro poblado de Toclla, Huaraz - 2022.", cuyo autor es CARRION SANCHEZ JOHN ERICK, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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

HUARAZ, 03 de Octubre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
DOLORES ANAYA DANTE DNI: 31656954 ORCID: 0000-0003-4433-8997	Firmado electrónicamente por: DDOLORESAN el 02- 11-2022 23:12:28

Código documento Trilce: TRI - 0432276