

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

**“Propuesta de diseño de una bomba hidráulica en pozo tubular
y su intervención en el abastecimiento de agua potable del
distrito de Pillco Marca, 2023”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: Soto Mego, Anthony

ASESORA: Trujillo Ariza, Yelen Lisseth

HUÁNUCO – PERÚ

2026

U

D

H



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

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

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

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

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, tecnología

Sub área: Ingeniería civil

Disciplina: Ingeniería civil

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniero(a) Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

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

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 46070172

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 70502371

Grado/Título: Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental

Código ORCID: 0000-0002-5650-3745

DATOS DE LOS JURADOS:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Vasquez Salcedo, Juan Augusto	Doctor en gestión empresarial	43324371	0000-0002-0321-6662
2	Tuanama Lavi, José Wincley	Maestro en gerencia pública	05860064	0000-0002-5148-6384
3	Lira Camargo, Luis Geronimo	Maestro en educación con mención en investigación y docencia superior	41198244	0000-0003-2344-6956

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

En la ciudad de Huánuco, siendo las 15:30 horas del día jueves 17 de setiembre de 2026, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los Jurados Calificadores integrado por los docentes:

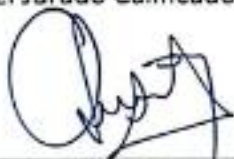
❖ DR. JUAN AUGUSTO VASQUEZ SALCEDO	PRESIDENTE
❖ MG. JOSE WICLEY TUANAMA LAVI	SECRETARIO
❖ MG. LUIS GERONIMO LIRA CAMARGO	VOCAL

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN No 1689-2026-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: "PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA BOMBA HIDRÁULICA EN POZO TUBULAR Y SU INTERVENCIÓN EN EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL DISTRITO DE PILLCO MARCA, 2023", presentado por el (la) Bachiller. Bach: Anthony SOTO MEGO, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

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

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) APROBADO por UNANIMIDAD con el calificativo cuantitativo de 13 y cualitativo de SUFICIENTE (Art. 47).

Siendo las 15:30 horas del día 17 del mes de setiembre del año 2026, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.



DR. JUAN AUGUSTO VASQUEZ SALCEDO
DNI: 43324371
ORCID: 0000-0002-0321-6662
PRESIDENTE



MG. JOSE WICLEY TUANAMA LAVI
DNI: 05860064
ORCID: 0000-0002-5148-6384
SECRETARIO (A)



MG. LUIS GERONIMO LIRA CAMARGO
DNI: 41198244
ORCID: 0000-0003-2344-6956
VOCAL



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: **ANTHONY SOTO MEGO**, de la investigación titulada "**Propuesta de diseño de una bomba hidráulica en pozo tubular y su intervención en el abastecimiento de agua potable del distrito de Pillco Marca, 2023**", con asesor(a): **YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA**, designado(a) mediante documento: **RESOLUCIÓN N° 1996-2022-D-FI-UDH** del P. A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del **16 %** verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

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

Huánuco, 17 de julio de 2026



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

Nota: La presente constancia tendrá una **vigencia de cuatro (4) meses**, conforme a lo establecido en la **Directiva del Software de Identificación de Similitud y Originalidad**, aprobada mediante **Resolución N° 532-2024-P-CD-UDH**.

Vencido dicho plazo, el solicitante deberá realizar nuevamente el procedimiento correspondiente para la emisión de una nueva constancia.

Válida hasta el 17 de noviembre de 2026.

59. ANTHONY SOTO MEGO.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%

ÍNDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

7%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net	Fuente de Internet	4%
2	repositorio.udh.edu.pe	Fuente de Internet	1%
3	docplayer.es	Fuente de Internet	1%
4	repositorio.ucv.edu.pe	Fuente de Internet	1%
5	repositorio.uns.edu.pe	Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Cesar Vallejo	Trabajo del estudiante	1%
7	repositorio.uta.edu.ec	Fuente de Internet	<1%
8	INERCO CONSULTORIA PERU S.A.C.. "ITS del Proyecto Mejora Tecnológica en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), a Implementarse en la Planta Dedicada a la Actividad de Producción de Bebidas Alcohólicas-IGA0018511", R.D. N° 00584-2021-PRODUCE/DGAAMI, 2022	Publicación	<1%
9	www.coursehero.com	Fuente de Internet	<1%



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

DEDICATORIA.

A mis padres, Edwin Soto y Elizabeth Mego, por su esfuerzo y sacrificio en brindarme oportunidades para mi futuro, aportando a mi formación tanto profesional así también como ser humano, por su apoyo incondicional, durante todo este proceso, que con sus palabras de aliento me motivaron a culminar este proyecto de investigación y poder lograr mis objetivos trazados, dándome muestras de perseverancia y firmeza.

AGRADECIMIENTO.

Agradezco a todos los docentes de la escuela académica profesional de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco, por los conocimientos brindados en esta etapa de mi formación, a su apoyo desinteresado, por su tiempo brindado.

A los amigos y compañeros que adquirí a lo largo de mi formación profesional en el pregrado, que curso a curso nos apoyamos a fin de cumplir con la presentación de los trabajos y exámenes, a pesar de la distancia y las responsabilidades de cada uno.

ÍNDICE.

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
RESUMEN.....	X
ABSTRACT.....	XI
INTRODUCCIÓN.....	XII
CAPÍTULO I.....	14
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	14
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	14
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	17
1.2.1 PROBLEMA GENERAL.....	17
1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	17
1.3 OBJETIVOS.....	17
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	17
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
1.4.1 TEÓRICA.....	18
1.4.2 PRÁCTICA.....	18
1.4.3 METODOLÓGICA.....	18
1.5 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
1.6 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
CAPÍTULO II.....	21
MARCO TEÓRICO.....	21
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	21

2.1.1 A NIVEL INTERNACIONAL.....	21
2.1.2 A NIVEL NACIONAL	22
2.1.3 A NIVEL LOCAL.....	23
2.2 BASES TEÓRICAS.....	24
2.2.1 POZOS TUBULARES.	24
2.2.2 CARACTERÍSTICAS HIDRAÚLICAS DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS.	31
2.2.3 DISEÑO DEL POZO TUBULAR.....	33
2.2.4 LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS.....	36
2.2.5 RETRIBUCIÓN ECONÓMICA POR EL USO DEL AGUA.....	36
2.2.6 IMPORTANCIA DEL AGUA POTABLE.	36
2.2.7 EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.....	37
2.2.8 SISTEMA DE POTABILIZACIÓN DEL AGUA.	38
2.2.9 CATEGORIZACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS.	38
2.2.10 PARÁMETROS PARA DETERMINAR LA CALIDAD DEL AGUA.	39
2.3 DEFINICIONES CONCEPTUALES	42
2.3.1 ALTURA DINÁMICA TOTAL.	42
2.3.2 ÁREA DE INFILTRACIÓN.....	42
2.3.3 ACUÍFEROS.	42
2.3.4 ESTRATIGRAFÍA.....	42
2.3.5 PERMEABILIDAD.	42
2.3.6 ESPESOR DE ACUÍFERO.....	42
2.3.7 TRANSMISIVIDAD.....	42
2.3.8 POZO TUBULAR.	42
2.3.9 POZO U OBRA DE CAPTACIÓN.....	43
2.3.10 BOMBA DE AGUA SUMERGIBLE.....	43
2.3.11 ABASTECIMIENTO DE AGUA.....	43

2.3.12 AGUA POTABLE.....	43
2.3.13 CALIDAD DE AGUA.....	43
2.3.14 GESTIÓN DE CALIDAD DE AGUA.....	43
2.4 HIPÓTESIS.....	44
2.4.1 HIPÓTESIS GENERAL.....	44
2.4.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	44
2.5 VARIABLES.....	45
2.5.1 VARIABLE DEPENDIENTE.....	45
2.5.2 VARIABLE INDEPENDIENTE.....	45
2.6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	46
CAPÍTULO III.....	47
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	47
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	47
3.1.1 ENFOQUE.....	47
3.1.2 ALCANCE O NIVEL.....	47
3.1.3 DISEÑO.....	48
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	48
3.2.1 POBLACIÓN.....	48
3.2.2 MUESTRA.....	48
3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	48
3.3.1 LA OBSERVACIÓN.....	48
3.3.2 ENSAYOS O TEST.....	49
3.4 TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	49
3.4.1 ANÁLISIS DOCUMENTAL.....	49
CAPÍTULO IV.....	50
RESULTADOS.....	50

4.1 PROCESAMIENTO DE DATOS.....	50
4.1.1 TRABAJO DE CAMPO.....	50
4.1.2 ENSAYOS BACTERIOLÓGICOS.....	51
4.1.3 ENSAYOS ORGANOLÉPTICOS.....	52
4.1.4 ENSAYOS INORGÁNICOS.....	53
4.1.5 ENSAYOS ORGÁNICOS.	53
4.1.6 ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS.....	54
4.1.7 ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS ORGANOLÉPTICOS.....	55
4.1.8 ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS INORGÁNICOS.....	57
4.1.9 ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS ORGÁNICOS.	58
4.1.10 DISEÑO DE LOS POZOS TUBULARES.....	59
4.2 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS....	61
4.2.1 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS.	61
4.2.2 PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	63
CAPÍTULO V	69
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	69
CONCLUSIONES	71
RECOMENDACIONES.....	72
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
ANEXOS.....	75

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1	Cuadro operacional de variable	46
Tabla 2	Coordenadas de los puntos de muestreo del agua	50
Tabla 3	Ensayos bacteriológicos de los puntos de agua	51
Tabla 4	Ensayos organolépticos de los puntos de agua	52
Tabla 5	Ensayos inorgánicos de los puntos de agua	53
Tabla 6	Ensayos orgánicos de los puntos de agua	53
Tabla 7	Análisis de parámetros bacteriológicos del PP-01.....	54
Tabla 8	Análisis de parámetros bacteriológicos del PP-02.....	54
Tabla 9	Análisis de parámetros organolépticos del PP-01.	55
Tabla 10	Análisis de parámetros organolépticos del PP-02.	56
Tabla 11	Análisis de parámetros inorgánicos del PP-01.	57
Tabla 12	Análisis de parámetros inorgánicos del PP-02.	58
Tabla 13	Análisis de parámetros orgánicos del PP-01.....	58
Tabla 14	Análisis de parámetros orgánicos del PP-02.....	59
Tabla 15	Dotaciones proyectadas, T=20 años.	59
Tabla 16	Requerimientos de diseño.	60
Tabla 17	Diseño del pozo tubular PP-01.....	60
Tabla 18	Diseño del pozo tubular PP-02.....	60
Tabla 19	Datos de entrada del pozo tubular 1.....	63
Tabla 20	Prueba de normalidad pozo tubular 1.....	63
Tabla 21	Cálculos estadísticos pozo tubular 1.	64
Tabla 22	Datos de entrada del pozo tubular 2.....	66
Tabla 23	Prueba de normalidad pozo tubular 2.....	66
Tabla 24	Cálculos estadísticos pozo tubular 2.	67

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1 Conjunto de pozos tubulares en serie	25
Figura 2 Pozo clavado.....	27
Figura 3 Instalación para el clavado del pozo.	28
Figura 4 Perforación de un pozo a chorro.....	29
Figura 5 Equipo de perforación para pozos taladrados.....	30
Figura 6 Esquema de un bombeo de un pozo tubular.	32
Figura 7 Parámetros microbiológicos y parasitológicos	39
Figura 8 Parámetros de calidad organoléptica.....	40
Figura 9 Parámetros químicos de tipo inorgánicos	40
Figura 10 Parámetros químicos de tipo orgánicos	41
Figura 11 Toma de muestras de agua.	51

RESUMEN.

La presente tesis, investigó la influencia del abastecimiento del agua proveniente de dos pozos tubulares ubicadas en el distrito de Pillco Marca, con la finalidad de evaluar sus parámetros permisibles para el consumo humano y determinar su impacto en la calidad de vida de la población beneficiaria.

La investigación es de enfoque cuantitativo, considerando como variables independientes los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua subterránea, y como variables dependientes la calidad del servicio de abastecimiento y sus beneficios para la población.

Para un periodo de 20 años se determinó una demanda de 80.92L/s, los dos pozos tubulares se alcanzan un caudal extraído de 160L/s, lo cual influye de manera positiva para el abastecimiento de agua del distrito de Pillco Marca.

Los parámetros físicos y químicos realizados en ambos pozos tubulares evidenciaron que los valores se encuentran dentro de los límites permitidos de la norma de calidad del agua, por lo no representa inconvenientes para su potabilización. Sin embargo, los análisis microbiológicos exceden los coliformes totales y las bacterias heterotróficas; por consiguiente, se requieren de tratamientos de cloración para garantizar agua para el para el consumo humano.

Finalmente se concluye que las fuentes de agua subterránea abastecidos por medio de pozos tubulares, influyen de manera positiva a la calidad de vida de la población de Pillco Marca evitando enfermedades bacteriológicas, por lo que se recomienda la construcción y su potabilización para el abastecimiento a futuro.

Palabras clave: Abastecimiento de agua, pozos tubulares, aguas subterráneas, agua para consumo humano y parámetros físico y químicos.

ABSTRACT.

This thesis investigated the influence of water supply from two tubular wells located in the district of Pillco Marca, with the objective of evaluating the quality parameters of groundwater for human consumption and determining its impact on the quality of life of the beneficiary population.

The study adopted a quantitative approach and a descriptive-correlational research design. The independent variables were the physical, chemical, and microbiological parameters of groundwater, while the dependent variables were the quality of the water supply service and its benefits to the beneficiary population. Water samples from both tubular wells were analyzed to determine their suitability for human consumption and the need for treatment prior to distribution.

For a 20-year design period, a water demand of 80.92 L/s was determined. The two tubular wells provide a combined extraction flow rate of 160 L/s, which represents sufficient capacity to meet the projected water demand and contributes positively to the water supply of the district of Pillco Marca.

The results of the physical and chemical analyses showed that the parameters evaluated in both tubular wells were within the permissible limits established by the applicable water quality standards, indicating favorable conditions for the implementation of a water treatment process. However, the microbiological analyses revealed levels of total coliforms and heterotrophic bacteria exceeding the permissible limits. Therefore, chlorination treatment is required to ensure water safety and suitability for human consumption.

It is concluded that groundwater sources supplied through tubular wells can contribute positively to improving the quality of life of the population of Pillco Marca by providing an alternative and sustainable source of water supply and reducing the risk of waterborne bacterial diseases. Consequently, the construction, treatment, and proper operation of the tubular wells are recommended to ensure safe and adequate water supply for the future.

Keywords: Water supply, tubular wells, groundwater, water for human consumption, and physical and chemical parameters.

INTRODUCCIÓN.

La tesis desarrollada permite evaluar la disposición del agua de origen subterráneo en dos pozos tubulares en distintos lugares dentro de la jurisdicción del distrito de Pillco Marca y se compone de los siguientes:

En el capítulo I se describe la problemática de la mala calidad del agua a nivel internacional, nacional y local que principalmente son las enfermedades bacteriológicas a causa del consumo de agua no apto. Esto permitió investigar las fuentes de agua de origen subterránea y abastecido por medio de pozos tubulares en el distrito de Pillco Marca, trazando nuestra problemática y objetivos en evaluar la influencia, parámetros físicos, químicos y microbiológicos de estos recursos hídricos para mejorar la calidad de vida al abastecer de agua a la población en crecimiento.

Dentro del capítulo II se evaluaron y estudiaron los antecedentes de las investigaciones relacionadas al tema de pozos tubulares y observando sus resultados en cuanto al beneficio de una población. Asimismo, se desarrollaron dentro de las bases teóricas todos los componentes de los pozos tubulares, tipos, diseños, beneficios y otros. Por otro lado, también se conocieron los criterios de análisis que se necesitan para requerir de una buena calidad del agua al conocer los límites de la norma que establecen para garantizar la calidad del agua. Posterior a ellos, definimos nuestros términos relacionados a nuestra investigación, en el acápite de las bases conceptuales siendo la calidad del agua y los pozos tubulares los centros de investigación. Finalmente nos permitieron proponer hipótesis relacionados a nuestros objetivos que requieren ser probados luego de la ejecución de los trabajos de campo y laboratorio.

En el capítulo III se desarrollaron los criterios metodológicos de la investigación, siendo esta tesis de enfoque cuantitativo, niveles explicativos, diseño experimental, con las muestras de investigación los dos pozos tubulares en el distrito de Pillco Marca. Dentro de las técnicas se emplearon la observación para ver comportamientos y parámetros físicos del agua, también los test o ensayos elaborados en el laboratorio para conocer sus parámetros físicos, químicos, orgánicos, inorgánicos y microbiológicos del agua. Posterior a estas técnicas de ensayos, se usaron la técnica documental para evaluar los resultados encontrados en nuestros instrumentos y probar las hipótesis propuestas inicialmente.

Dentro de los resultados plasmados en el capítulo IV, se desarrollaron los puntos de donde se extrajeron las fuentes de agua como dato referencial, también todos los ensayos realizados para determinar el nivel de calidad del agua que nos permitieron probar la hipótesis de forma positiva.

Para discutir y contrastar resultados con fines de discusión en el capítulo V, se evaluaron la importancia de las fuentes de aguas subterráneas potabilizadas por medio de pozos tubulares con finalidad de abastecer de agua a poblaciones siendo aptas para el consumo humano, siendo los comentarios realizados satisfactorios y beneficiosos para la investigación.

Finalmente, dentro de las conclusiones y recomendaciones, se determinó la importancia de la potabilización del agua subterránea provenientes de los dos pozos tubulares en el distrito de Pillco Marca, esto siendo tratados previamente por medio de la cloración que eliminen las bacterias o agentes nocivos para la salud. Recomendando su empleo puesto que la influencia es positiva para la población y también mejora la calidad de vida de la población beneficiaria y dejando un legado hacia el futuro.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Un problema vigente con mucha complejidad es la escasa disposición del agua para el consumo humano los cuales permiten desarrollar actividades de carácter económico, esto ha sido generado por el crecimiento de la población haciendo más y más el requerimiento del agua. Asimismo, la contaminación de los recursos como el agua y la sobreexplotación son causas que provocan los escases del agua afectando con significancia alta las ciudades y localidades. (Durán y Torres, 2006).

De lo descrito como problema en el ámbito internacional se puede identificar como problema fundamental la disposición hídrica dentro de riachuelos, ríos, quebradas para ser captados mediante estructuras de captación, lo que se puede buscar nuevas formas de captación como lo es las estructuras de pozos tubulares para aprovechar las fuentes de aguas subterráneas.

Nuestro Perú, un país rico en abundancia de los recursos como el agua tiene un problema en el uso del recurso hídrico en la desigualdad de la distribución. Tenemos un 97.27% de nuestro recurso hídrico en la selva amazónica y la sierra, de los cuales sólo el 30.76% de toda la población total viven en estas zonas. El agua en su cantidad de 2.18% del total se distribuyen en toda la costa, zona vertiente del océano Pacífico y posee en esta zona una población del 65.98% del total. Esta desigualdad permitió elevarse el estrés hídrico en nuestra costa peruana siendo muy preocupante. El INEI a través del ENAHO encontró que 3.6 millones de peruanos no tienen agua potable siendo también 342 mil habitantes de Lima los que cuentan con agua de camiones cisternas. (CARE, 2021).

En concordancia de la realidad problemática de nuestro Perú, se puede contemplar que la disponibilidad hídrica de fuentes como los ríos, riachuelos, quebradas y otros existentes en la superficie terrestre es un problema serio para abastecer de agua potable en la población peruana, lo cual nos hace buscar fuentes distintas de abastecimiento como lo es las fuentes subterráneas que requieren de pozos tubulares y sus tratamientos.

En Huánuco, se cuenta con el problema de presión baja en servicio de agua potable y la turbidez en algunos sectores de los 3 distritos de la ciudad de Huánuco. SEDA Huánuco identificó como razones de este problema las conexiones clandestinas perdiéndose hasta 1300m³ de agua durante el día. (DP, 2020).

Asimismo, se tiene otro problema de desabastecimiento del agua en la ciudad de Huánuco en tiempos de verano de la fuente del río Higuera, lo que baja la producción del agua en nuestra ciudad. Observamos año tras año el crecimiento poblacional en Huánuco sin la contar con otra fuente de agua para su abastecimiento.

De lo citado de la realidad problemática en el ámbito internacional, nacional y local, como estudio principal busco centrar mi estudio de buscar otras fuentes de captación de agua con la finalidad de beneficiar a la población del distrito de Pillco Marca, siendo una realidad la no continuidad de la dotación del agua durante las 24 horas del día en algunos sectores de este distrito. Las instituciones del estado se enfocan también en la construcción de pozos tubulares, lo cual ya se viene ejecutando en Pillco Marca; sin embargo, la investigación que se desarrolla en esta tesis no se enfoca en la construcción de pozos tubulares, sino un impacto que se generará en la población su funcionamiento de los recursos hídricos provenientes de pozos tubulares.

Por otro lado, es menester tomar en cuenta que los recursos hídricos tomados de estos pozos tubulares permitirán dotar de agua a toda la población las 24 horas del día, un impacto positivo para la población, siendo este tipo de proyectos propios de la ingeniería civil en la especialidad de hidráulica, que busca satisfacer la necesidad de agua de una comunidad a partir de todas las actividades diseñadas con este fin, también hago mención que no se están sobreexplotando las fuentes acuíferas cuando se buscan responder a los requerimientos de la dotación del agua potable que se puedan contemplar un nivel de calidad aceptable para el consumo de la población.

Asimismo, este proyecto posee un parecido con la captación de agua de la ciudad de Tingo María, donde se cuenta en dicha ciudad con los componentes en la producción del agua, una fuente, sistemas de bombeo, captación y desinfección del agua.

Dentro de los servicios existentes en Pillco Marca se cuenta con la información que de 27% de viviendas tienen servicio de agua potable, el 35% se abastecen de agua provenientes de camiones cisternas, agua que no es tan recomendable porque provoca enfermedades como anemia, desnutrición, parasitosis u otras enfermedades. En cuanto a los sistemas de desagüe, 27% de la población que cuenta con servicio de desagüe, 56% con letrinas, 2% con saneamiento básico con drenaje hidráulico y el resto elimina las excretas a campo libre generando enfermedades mencionadas anteriormente.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿De qué manera la propuesta de diseño de una bomba hidráulica de pozo tubular interviene en el abastecimiento de agua potable del distrito de Pillco Marca, 2023?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿De qué manera el cálculo de dotación interviene en la propuesta de diseño de una bomba hidráulica en pozo tubular para el abastecimiento de agua potable del distrito de Pillco Marca, 2023?
- ¿Cuáles serán los parámetros físicos químicos del agua subterránea de los pozos tubulares para el abastecimiento de agua potable en el distrito de Pillco Marca, 2023?
- ¿Cuáles serán los parámetros microbiológicos del agua subterránea de los pozos tubulares para el abastecimiento de agua potable en el distrito de Pillco Marca, 2023.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Proponer un diseño de una bomba hidráulica en pozo tubular y su intervención en el abastecimiento de agua potable del distrito de Pillco Marca, 2023.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Especificar la dotación de agua requerida para la demanda poblacional con una proyección a 20 años para la propuesta de diseño de una bomba hidráulica en pozo tubular.
- Determinar los parámetros físicos químicos del agua subterránea de los pozos tubulares para el abastecimiento de agua potable en el distrito de Pillco Marca.
- Describir los parámetros microbiológicos del agua subterránea de los pozos tubulares para el abastecimiento de agua potable en el distrito de Pillco Marca.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Dentro de la justificación de esta investigación se toman en cuenta los siguientes criterios:

1.4.1. TEÓRICA.

En esta sección se toma en consideración el aporte técnico que se dejará a la ingeniería hidráulica a través de una propuesta de diseño de pozos tubulares para el distrito de Pillco Marca, así también las bases teóricas y criterios técnicos que se aplican en esta tesis para el diseñar dichos pozos tubulares serán datos referencias y de importancia para tomar en cuenta en otros diseños de otros sectores de la ciudad de Huánuco como también de otras ciudades en todo el ámbito territorial peruano.

1.4.2. PRÁCTICA.

En cuanto a los criterios prácticos, el diseño de pozos tubulares es una forma de aplicar la ingeniería hidráulica para el abastecimiento de agua, es especial de las zonas que carecen de fuentes de agua proveniente de las alturas o cerros, pero si cuentan con ríos, lagunas, mares o aguas subterráneas que pueden ser aprovechados para abastecer el agua de una población, para este caso en Pillco Marca. Además, como Pillco Marca es un distrito extenso requiere de pozos tubulares en varios sectores de todo el ámbito urbano puesto que la demanda poblacional va creciendo y el abastecimiento de agua va menguando.

1.4.3. METODOLÓGICA.

La investigación presente, cumple con los contenidos mínimos de requeridos por el reglamento de grados y títulos de la Universidad de Huánuco, así como sus variables operacionales, se ajustan a los criterios metodológicos de una investigación científica. Por lo tanto, esta tesis dejará un buen antecedente para promover nuevas investigaciones en la ingeniería hidráulica en Huánuco y en todo el Perú.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Dentro de las limitaciones de esta investigación se toma en consideración los siguientes puntos:

- La facultad de ingeniería de esta universidad no cuenta con equipo logístico en la especialidad de la Ingeniería Hidráulica, lo que limita al investigador expandir las variables de investigación.
- Asimismo, la facultad no cuenta con un profesional a tiempo completo en el asesoramiento de la especialidad de la Ingeniería Hidráulica para enriquecer la tesis.
- Esta investigación está limitado únicamente a los diseños de pozos tubulares para la explotación de aguas subterráneas, no se toman en consideración los diseños de abastecimientos de agua procedentes de los manantiales, lagunas o ríos donde se requieren estructuras de captación o bocatomas.
- Los recursos económicos son otro factor limitante para las pruebas hidráulicas de funcionalidad de pozos tubulares de nuestra tesis, lo que se puede usar a modo de dato una prueba similar o cercana a nuestra tesis.
- Otra limitante son la no existencia de equipos hidráulicos a nivel externo en la ciudad de Huánuco para enriquecer la investigación.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

Dentro de los criterios de viabilidad se toman en consideración los siguientes criterios:

- En cuanto a la información teórica, existen reglamentos, normas, bases teóricas, tipos de diseño, expedientes y obras ejecutadas relacionados a los diseños de pozos tubulares.
- Esta investigación dejará un buen antecedente par referenciar estudios posteriores que relacionen el tema.
- Se cuenta con el compromiso del tesista para hacer realidad la investigación desde el proyecto hasta su ejecución final de la tesis.
- Se cuenta con base de datos de las zonas cercanos al proyecto que sirven como referencia para cumplir nuestros objetivos y responder a las hipótesis propuestas en el proyecto de investigación.
- Se cuenta con el asesoramiento a nivel metodológico con un profesional otorgado por la facultad de ingeniería.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. A NIVEL INTERNACIONAL

Jaramillo (2023) con su tesis de titulación: “Diseño de la captación, conducción y tratamiento de agua potable en el sector de la carbonería hacia la red existente de la comunidad de Atillo, Cantón Mocha, provincia de Tungurahua” investigó y buscó como objetivo principal diseñar la captación de agua potable, como las variables de nuestro interés asumimos al diseño de captación como la independiente y el abastecimiento de agua a la dependiente. Como resultado se encontró para un periodo de 25 años, un requerimiento de caudal de diseño de 1.04L/s, mientras que el caudal de captación encontrado en su diseño fue de 1.45L/s mínimo y un máximo de 1.56L/s. así también un diámetro de tubería de 2” para abastecer dicha captación.

Freire (2023) con su proyecto de titulación: “Diseño de la red de distribución de agua potable de los barrios nororientales pertenecientes al cantón Cevallos, provincia de Tunguraghua”, investigó y diseñó la red de agua potable para dicho cantón, como objetivo de nuestro interés encontramos el diseño de abastecimiento de agua para la población. Asimismo, como variables asumidas es el diseño de red de distribución y la dependiente el abastecimiento de agua. Como resultados se observan para un periodo de diseño de 25 años, se tiene un caudal requerido de 12.5L/s y un diseño de 17.5L/s, satisfaciendo así el caudal necesario para abastecer la población beneficiaria.

2.1.2. A NIVEL NACIONAL

Castro (2023) en su investigación para optar el título profesional de ingeniero civil, desarrollo la tesis: “Sistema de aprovechamiento de pozos tubulares para el abastecimiento de agua potable en la comunidad del distrito de Cullhuas”, en la casa de estudios de la Universidad Peruana Los Andes. Como objetivo de nuestro interés fue el diseño hidráulico de un pozo tubulares para la comunidad de Cullhuas. Sus resultados mostrados cuantifican un caudal de 7L/s, para una tubería de 4 pulgadas y una altura de hasta 15m.

Marchán (2020) en su trabajo de estudio que fue titulado como: “Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua mediante pozo de reemplazo – IRHS – 5 – Illesca, distrito y provincia de Sechura, Piura – 2019” dentro de la casa de estudios, Universidad Nacional de Piura tuvo como objetivo general mejorar todo el sistema que abastece el agua a través de pozo de reemplazo. Dentro de sus resultados encontró un diseño de caudales variables desde 13 a 25 L/s para una altura de 189m y un diámetro de 21 pulgadas.

Saldarriaga (2019) con su trabajo de estudio titulado: “Sistema de abastecimiento de agua subterránea al centro cívico de Trujillo, en caso de contingencia”, dentro de la casa de estudios de la Universidad Privada Antenor Orrego, como objetivo general propuso un sistema de abastecimiento con agua subterránea para el centro cívico de Trujillo. Como resultado encontró un diseño de 10L/s para abastecer un reservorio de 900m³.

2.1.3. A NIVEL LOCAL.

Capcha (2019), en su investigación: “Propuesta técnica ante la ocurrencia de los transitorios hidráulicos del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado de la esperanza, distrito de amarilis, provincia de Huánuco 2019”. Elabora una propuesta técnica para abastecer agua en La Esperanza, Amarilis a través de pozos tubulares. Dentro de sus resultados encontró que la primera línea de impulsión bajó el presupuesto en 5.6%, la segunda línea en un 39%, la tercera línea de impulsión en 48.4%, la cuarta línea de impulsión en 50.60%, gracias a ellos se pudo llegar a una gestión de la demanda y correcto funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua.

Mallqui (2019) en su tesis de titulación: “Evaluación del proceso de perforación de pozos tubulares para la captación de agua subterránea de calidad en La Esperanza – Huánuco, 2018)”, investigó como objetivo de nuestro interés la de estimar el caudal de explotación de las aguas subterráneas de los pozos identificados. Como variables independientes relacionados con el tema de investigación es el diseño de pozos, mientras que la dependiente es el abastecimiento de agua. Dentro de sus resultados de encontraron para dos pozos tubulares un total de caudal de producción de 55L/s, para un requerimiento de 28L/s según los estudios preliminares.

2.2. BASES TEÓRICAS.

2.2.1. POZOS TUBULARES.

Lossio (2012) hace mención que viene a ser un tipo de obra hidrogeológica con la finalidad de captar aguas subterráneas de una o más fuentes o accesos. Este tipo de obras son perforadas con una sonda de diámetro mínimo de 4 pulgadas en forma vertical. Asimismo, estos podrán ser revestidos de forma total o parcial considerando su geología local.

Para poder construir un sistema de pozo tubular, se necesita realizar un estudio geológico a través de mapas geológicas que ya existen, también aporta mucho si se cuenta con antecedentes de perforación de pozos tubulares cercanas al proyecto donde se quiere construir esta obra hidráulica. Un proyecto para la construcción de pozo tubular requiere de datos geológicos, características de los materiales a perforar, estudio hidrogeológico, equipos de bombeo, línea de aducción hacia el punto de distribución, producción debidamente controlada y el plan de mantenimiento preventivo.

Se puede destacar como importante los criterios de selección de la metodología de perforación y la ubicación para hacer posible la perforación de un pozo tubular. El ingeniero proyectista necesita contar con todos los accesorios necesarios para tener un buen margen de seguridad, de acuerdo a ello puede elegir el método de perforación a aplicarse que van correlacionados con el criterio técnico y económico, los cuales determinan el tipo de pozo a perforar y sus finalidades de uso.

Otro criterio a tomarse en cuenta en la excavación de los pozos tubulares es que la napa freática del agua subterránea debe encontrarse en el nivel más crítico o en el nivel más bajo, esto permitirá abastecer de agua en cualquier época del año.

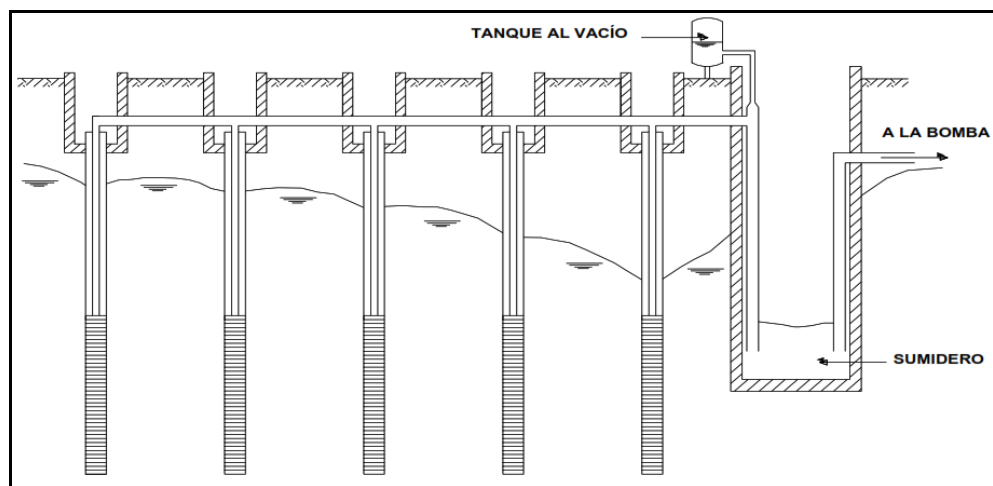
Las capacidades de los pozos tubulares son variables como por ejemplo desde un caudal de 1 l/s hasta 100 l/s para pozos profundos.

Desde el criterio de salubridad, los pozos tubulares abastecidos por medio de tuberías cumplen con las precauciones de protección de la contaminación. Además, para el bastecimiento de agua de una población no requiere de un único pozo tubular, sino también de un grupo de ellos conectados entre sí y que son bombeados como si fuera un solo sistema.

El siguiente esquema, explica el sistema de abastecimiento de agua con varios pozos tubulares.

Figura 1

Conjunto de pozos tubulares en serie



Nota. Esquema de la interconexión hidráulica de pozos profundos hacia un tanque al vacío y su posterior descarga en el sumidero.

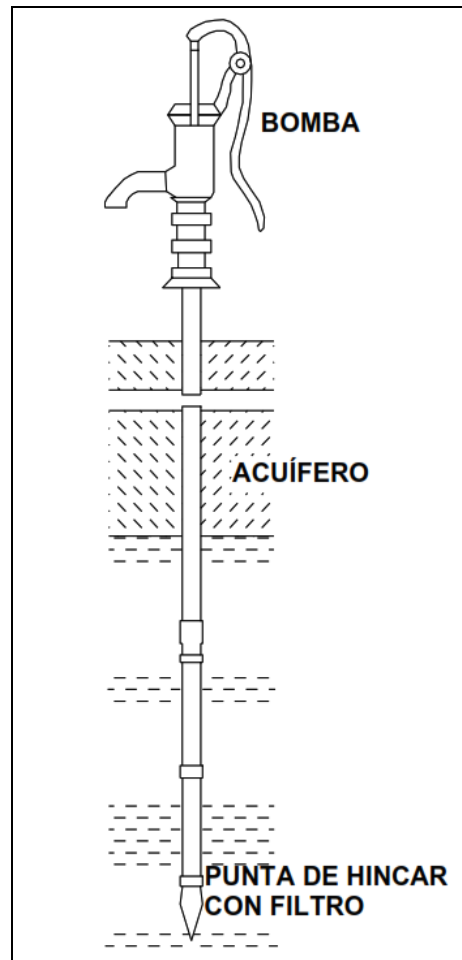
2.2.1.1. POZOS CLAVADOS.

Son unos tipos de pozos tubulares que se construyen introduciendo una punta de hincar con filtros que evitan daños en la puntera de la tubería. Normalmente las punteras tienen un diámetro de 3cm a 5cm y la secuencia de construcción es de acuerdo se avance con el clavado y la puntera va hundiéndose van enroscando tuberías desde el nivel de terreno con la finalidad no se pierda de la superficie terrestre. Normalmente este proceso se realiza mediante golpes en la cavidad superior de una tubería. Posterior al clavado se desinfecta toda la parte interior de estas tuberías para la extracción de agua para el consumo humano. La desventaja que posee este tipo de pozos es que su caudal es bajo, varían entre 0.1l/s a 1 l/s, esto significa que su uso es para el consumo domiciliario o para una comunidad pequeña, si es que se necesita abastecer comunidades grandes se recomienda construir una línea de varios pozos clavados como un solo sistema, aunque esta práctica puede resultar cara como proyecto. Otra ventaja a tomarse en cuenta para los pozos clavados es que la instalación es rápida y fácil sin la necesidad de contar con personal especialista o equipos muy sofisticados.

En la siguiente imagen se aprecia un esquema de un tipo de pozo clavado en un estrato de suelo.

Figura 2

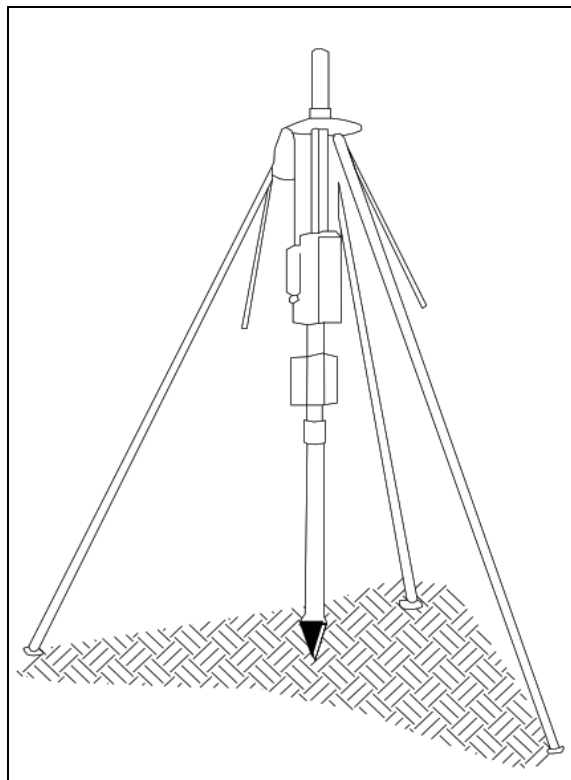
Pozo clavado.



Nota. Representación esquemática de los componentes básicos de un pozo clavado.

Figura 3

Instalación para el clavado del pozo.



Nota. Diagrama de la estructura de soporte en trípode y el mecanismo vertical empleado para realizar la hincada o clavado del pozo en el terreno.

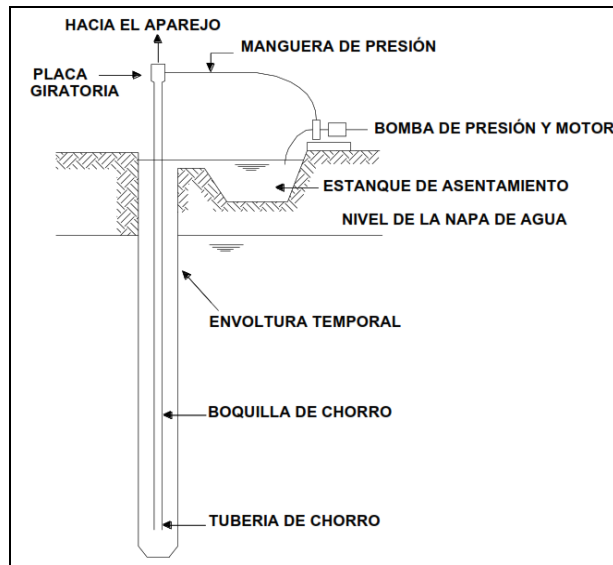
2.2.1.2. POZOS PERFORADOS A CHORRO.

Tienen las mismas características de un pozo clavado, su diferencia está en que en los pozos clavados son de punta sólida, en cambio estos pozos perforados a chorro tienen una sección filtrante hueca, estos son perforados mediante un sistema de erosión ocasionado por el agua que son lanzados desde la punta.

Las perforaciones de estos pozos ocupan menor tiempo a comparación de los clavados y además se pueden abarcar mayores profundidades para los mismos diámetros de 5cm a 8cm. Su aplicación de este sistema de pozos es especialmente para estratos de suelos sueltos o no consolidados, puesto que en suelos duros o endurecidos los chorros de erosionan fácilmente; en cambio en estratos arenosos su instalación es rápida y económica.

Figura 4

Perforación de un pozo a chorro.



Nota. Componentes del sistema de perforación por chorro de agua (jetting).

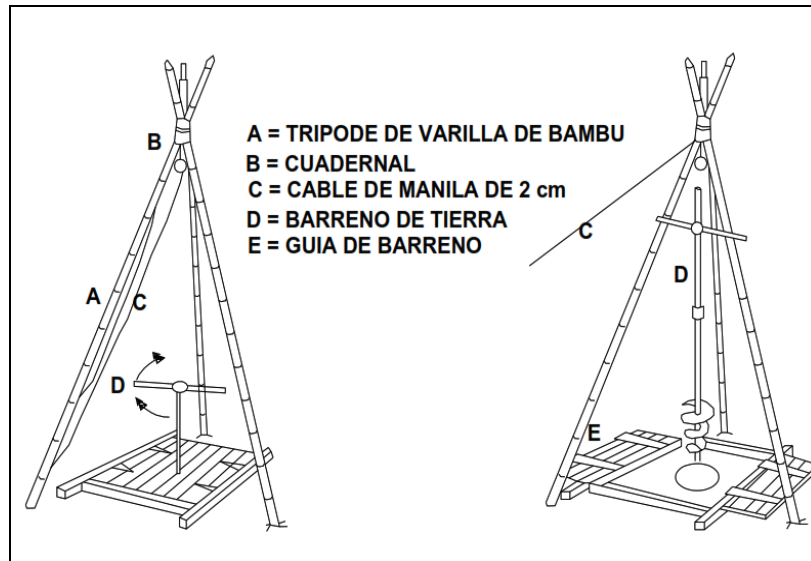
2.2.1.3. POZOS TALADRADOS.

En este tipo de pozos mediante perforaciones taladradas, son técnicas muy óptimas para los estratos de suelos blandos como la caliza blanda o arenas. Para su construcción se usan barrenos con una forma espiral para ciertas profundidades superficiales, mientras que para profundidades grandes es necesario el uso de barrenos de tipo cubeta. La acción del perforado de estos pozos es guiada por un eje construido de un acero que varía de 3m a 6m de longitud que son colocados a través de acoplamientos de rápida acción.

El extremo superior de este pozo es conocido como vástago cuadrado de transmisión que se caracteriza por contener un corte en forma transversal que permite recibir la acción de momento torsional necesaria para abrir el pozo. En el extremo inferior el barreno posee una sección o cara que ejerce la acción cortante que permite extraer el material y arrastrar a la parte superior; esto es una acción que requiere de mucha paciencia y tiempo.

Figura 5

Equipo de perforación para pozos taladrados.



Nota. Vista esquemática del sistema manual de perforación por taladrado.

Estos equipos vistos en la figura anterior, pueden aplicar manualmente en algunos casos; sin embargo, para perforaciones de profundidades mayores y de diámetros más grandes, se requieren de tecnologías y métodos apropiados, personal de mano calificado, equipos de protección personal necesaria. Estas excavaciones permiten a extraer recursos hídricos de caudales muy altos que permiten abastecer poblaciones de demanda alta. Es menester tomar presente que estos pozos también requieren de captar los recursos acuíferos que estén cubiertos por estratos rocosos duros o formaciones de suelos similares.

Cuando un ingeniero proyectista requiere de perforaciones que tengan éxito, necesita de un orden técnico y geológico con persona que tenga experiencia, elegir métodos de perforación apropiados ya que estos pozos son obras de mucha importancia en la ingeniería hidrogeológica y también geológica; en consecuencia, es necesario agendarse y requerir todo el equipo logístico para que su construcción de este pozo resulte técnicamente conforme y económico en el tiempo.

2.2.2. CARACTERÍSTICAS HIDRAÚLICAS DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS.

Los recursos de las fuentes de aguas subterráneas tienen las siguientes características hidráulicas:

2.2.2.1. NIVEL ESTÁTICO.

Viene a ser la cota o altura subterránea que se encuentran previo al bombeo del agua. Se caracteriza por ser variable por fenómenos meteorológicos como la precipitación e infiltración provenientes de las lluvias naturales o drenajes de las zonas urbanas cercanas.

2.2.2.2. NIVEL DINÁMICO.

Es el nivel donde se bombea el recurso hídrico, se dice así porque este nivel es variable debido a la descarga del agua por el pozo. Su nivel de variación depende del caudal de bombeo del pozo, del tiempo o intervalo de tiempo del bombeo y también de la hidrogeología de la fuente acuífera. Por otro lado, se toma presente la técnica usada en el diseño de pozo de extracción.

2.2.2.3. ABATIMIENTO.

El abatimiento se le conoce la distancia vertical de la carga hidráulica inicial y el punto más bajo de la misma carga hidráulica. Esta variación de la carga hidráulica depende del punto del acuífero debido a las condiciones de inyección del pozo o las condiciones de extracción. La gráfica de la curva del abatimiento, está definido por el descenso de niveles; esto significa que, el valor menor está presente en el punto más lejano del pozo y el valor mayor en el mismo pozo. Su unidad de medición del abatimiento de un pozo se la longitud en metros de agua (m-agua).

2.2.2.4. CONO DE DEPRESIÓN.

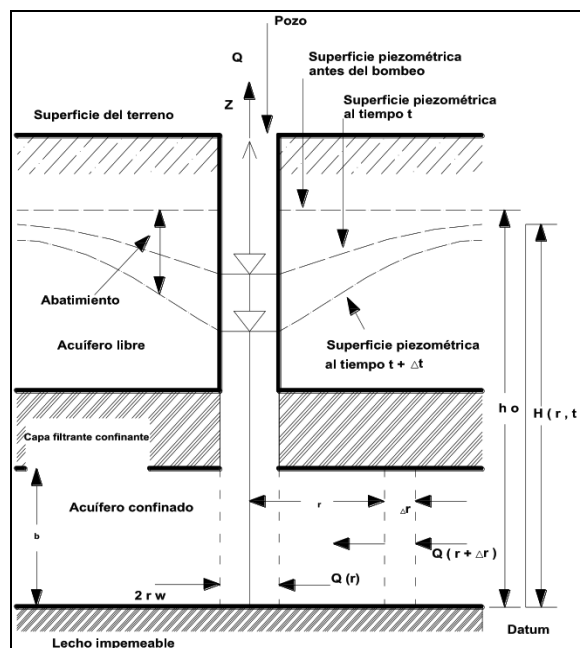
El cono de depresión, en plano transversal viene a ser el cono formado por las curvas de abatimiento de un pozo desde la carga hidráulica más alta hasta la más baja. Esto se va produciendo en el gradiente hidráulico casado por el descenso del nivel estático del pozo dando origen un movimiento en forma radial en todas las direcciones del pozo en forma simétrica haciendo que el caudal extraído sea igual en cualquier sección de la zona acuífera. En términos de proporcionalidad son directas, puesto que se cumple la relación del ascenso de la velocidad del caudal y el ascenso del gradiente hidráulico.

2.2.2.5. CAPACIDAD ESPECÍFICA.

Es una relación que se produce con el caudal existente y el abatimiento generado, es expresado sus unidades en caudales por longitud ($L^3/T/L$). Se caracteriza por ser constante para las fuentes confinadas, pero en las libres son variables; este valor es importante por representar el grado de eficiencia de un pozo.

Figura 6

Esquema de un bombeo de un pozo tubular.



Nota. Representación del comportamiento hidráulico del agua subterránea durante el bombeo.

2.2.3. DISEÑO DEL POZO TUBULAR.

Esto inicia en el diseño de la línea de impulsión en un sistema de bombeo, siendo esto la tubería instalada en el tramo que inicia en la estación de bombeo hasta el reservorio o la planta de tratamiento del agua para potabilizar.

Los datos necesarios para diseñar este sistema de bombeo, se determinan en los trabajos de campo del proyecto, los cuales se pueden encontrar los siguientes:

- Información de la población beneficiaria.
- Datos de la fuente: Caudal y temporadas.
- Planos topográficos de la zona.
- Estudio de suelos y estudio geológico.
- Análisis fisicoquímico de la fuente de agua.

Durante los diseños o trazos se tendrá presente los siguientes criterios.

- Las pendientes deben ser menor o iguales al 30% y las velocidades no deben ser excesivos.
- El recorrido debe ser menor teniendo presente que no sean excesivas o caras.
- Respetar los terrenos de propiedad privada o los no saneados.
- Los diseños de estos deben estar a ciertas distancias apropiadas de los márgenes de ríos, vertederos sanitarios, terrenos aluviales, niveles freático alto, cementerios o las carreteras o caminos peatonales.
- Las obras como válvulas, instalaciones y accesorios deben ubicarse en lugares que permitan su funcionalidad, vigilancia y operación.

2.2.3.1. PARÁMETROS Y CRITERIOS DE DISEÑO.

Como ingeniero proyectista, es necesario tener presente que los criterios y parámetros de diseño deben tener seguridad, funcionalidad y costos económicos.

A. CAUDAL DE DISEÑO.

El caudal del diseño de un pozo tubular depende del consumo máximo diario para un cierto periodo de diseño. Para los pozos tubulares, no es recomendable su funcionamiento las 24 horas del día, sino incrementar el caudal tomando presente las horas de bombeo con la finalidad de abastecer la población. El caudal de bombeo se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$Q_b = Q_{md} \frac{24}{N}$$

Donde:

Q_b : Caudal de bombeo en l/s

N: Numero de horas de bombeo

Q_{md} : Caudal máximo diario en l/s

B. DIÁMETRO DE TUBERÍA.

Para el diseño del diámetro de la tubería se toma presente el análisis técnico y económico.

B.1. Criterio técnico.

En cuanto al criterio técnico se toma en consideración la velocidad en el conducto, se conoce que las bajas velocidades provocan sedimentación de partículas, mientras que las altas generan la vibración de las tuberías que a la vez hacen que se pierda las cargas hidráulicas aumentando los costos de operación.

B.2. Criterio técnico

Los criterios económicos tienen su fundamento en los siguientes:

- Valor de inversión.
- Costo por metro lineal de la tubería.
- Valor monetario del equipo de bombeo computado por cada HP o KW.
- Valor de la inversión en la explotación.
- Valor monetario anual de la operación.
- Valor monetario de la operación en 10 años.

Para diseñar o determinar el diámetro más económico de una tubería de bombeo se basa en la fórmula de Bresse, esto se aplica tomando presente la siguiente ecuación:

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

Donde:

d: Diámetro de la tubería en metros

k: Coeficiente de Bresse, de 0.9 a 1.5

Q: Caudal del flujo en m³/s

Posterior al cálculo del diámetro d, se eligen los diámetros comerciales en base al valor de Bresse.

El diámetro de tubería económico se fundamenta en los análisis de costos que suman la tubería, equipo, costos de mantenimiento y operación de las mismas.

2.2.4. LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS.

SENASSA (2017), define desde su ubicación a las aguas subterráneas, aquellos que se encuentran por debajo de la superficie terrestre, es decir en el subsuelo que son conducidos por fuerzas de gravedad, además se caracterizan por moverse de forma lenta por los vacíos que presentan los estratos del subsuelo, como la rocas o suelos porosos convirtiéndose en líneas acuíferas. Por otro lado, se cree el agua dulce en su mayoría está conformado por la presencia de estas aguas subterráneas, pero con el problema de su no accesibilidad en su mayor proporción.

Asimismo, se establece que se requiere el pago obligatorio de por la contraprestación del agua sin importar el origen del agua potable (fuente terrestre o subterránea). Este pago obligatorio también incluye los pagos al estado por usarse de estas fuentes hídricas.

2.2.5. RETRIBUCIÓN ECONÓMICA POR EL USO DEL AGUA.

ANA (2009), establece a través de la Ley de los Recursos Hídricos la obligatoriedad de los pagos a todos los usuarios que usen agua potable sin importar la fuente de abastecimiento. Los pagos son establecidos por metro cúbico de agua usada por el usuario, esto sin importar el derecho de uso otorgado por la Autoridad Nacional del Agua de acuerdo a cualquier criterio ambiental, económico y social.

2.2.6. IMPORTANCIA DEL AGUA POTABLE.

La fundación en inglés We Are Water, establece que es esencial para la vida al agua potable puesto que es líquido más importante proveniente de la naturaleza para la vida, también se puede afirmar que el uso de agua en el cuerpo permite abastecer de oxígeno entre las células en todo nuestro cuerpo. En cuanto a las cantidades del agua, alrededor del 70% del total de nuestro planeta está compuesto por agua, pero lamentablemente la gran mayoría es salada, haciendo esto no apto para consumo en el ser humano o animales. Del total del agua en nuestro planeta, sólo componemos del 3% de agua dulce y se encuentra en la superficie terrestre lo cual puede potabilizarse, pero en

su gran porcentaje se encuentran en estado sólido en los polos terrestres.

De la premisa anterior se puede afirmar también la importancia de almacenar y conservar el agua evitando su contaminación. Esta conservación tiene carácter urgente porque un agua apta para consumo evitar enfermedades por intoxicación, siendo un problema también en la actualidad la carencia del agua en cantidad aproximada de mil millones de personas en todo el mundo que causa la muerte de al menos 25mil personas diariamente a causa de beber agua contaminada.

Las consideraciones a tomar en cuenta para conservar el agua son las que se mencionan a continuación:

- No desperdiciar.
- Evitar agujeros en las tuberías.
- Usar las duchas normales evitando las de alta presión.

2.2.7. EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.

El abastecimiento de agua hace referencia a la conducción del agua potable desde los puntos de captación hasta los puntos de consumo en condiciones aptas. Para que el agua potable sea apta para su consumo es necesario no sólo cumplir con requisitos sanitarios, sino también con los requerimientos de calidad.

Las fuentes de abastecimiento de estos recursos de tipo hídricos son de orígenes como: manantiales, agua marítima en su estado desalinizada, fuente de lagos, fuente de ríos, fuente de embalses y fuentes subterráneas.

Los pasos que se toman en cuenta de manera estricta para que el agua sea potable y apta para el consumo son los siguientes:

- Para la captación nos enfocamos en diversos métodos como pozos o embalses para almacenarlos.
- Dentro de los almacenamientos se requiere de tratamientos dependiendo de la calidad del agua captada inicialmente.

- Posterior a los tratamientos se procede a almacenar en tanques o reservorios para ser distribuidas a través de redes de distribución como pueden ser en estaciones de bombeo, tuberías y válvulas.

2.2.8. SISTEMA DE POTABILIZACIÓN DEL AGUA.

OMS (1998), refiere a la salubridad del agua a todo aquel recurso hídrico que es capaz de componer de cualidades físicas, químicas y microbiológicas de buena calidad capaz de satisfacer los requisitos para el consumo humano.

2.2.9. CATEGORIZACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS.

El MINAM (2017) para determinar la calidad del agua con fines de potabilizar, se establecen criterios que se conocen como Estándares de Calidad Ambiental (ECA). Se trata de una serie de colecciones de parámetros, categorías y hasta las sub categorías de éstas, que fueron aprobados mediante decretos supremos. En las siguientes descripciones se detallan las categorías establecidas para la potabilización del agua.

A. Recursos hídricos potabilizados por desinfección.

Estas categorías corresponden a los recursos hídricos que reúnen cualidades y condiciones para el consumo humano mediante tratamientos de simple desinfección contrastados con las normativas que se encuentran en vigencia. (MINAM, 2017).

B. Recursos hídricos potabilizados con tratamiento convencional.

Corresponde a los recursos de agua que son destinadas al abastecimiento, potabilización y consumo humano aplicándose tratamientos convencionales de una cantidad mínima de dos, estos tratamientos son normalmente aplicando procedimientos de floculación, decantación, coagulación, sedimentación y filtraciones. También se requieren de desinfecciones contrastados con las normativas que se encuentran en vigencia. (MINAM, 2017).

C. Recursos hídricos potabilizados con tratamiento avanzado.

Corresponde a los recursos de agua que son destinadas al abastecimiento, potabilización y consumo humano aplicándose tratamientos convencionales donde priman los procedimientos de carácter físico y químico avanzados; estos son la precloración, ultrafiltración, microfiltración, carbón activado, nanofiltración y ósmosis inversa. (MINAM, 2017).

2.2.10. PARÁMETROS PARA DETERMINAR LA CALIDAD DEL AGUA.

El ANA (2016), para determinar la calidad del agua se requieren de procedimientos necesarios desde un criterio técnico con sus determinados lineamientos generales necesarios que son aplicados durante los trabajos de monitoreo o análisis de la calidad del agua.

El MINSA (2010) en las siguientes tablas se establecen los valores y parámetros establecidos por la norma del ministerio del ambiente, en cuanto a la calidad del agua se refiere.

Figura 7

Parámetros microbiológicos y parasitológicos

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Bacterias Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
2. E. Coli	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales.	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
5. Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	Nº org/L	0
6. Virus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	Nº org/L	0

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

Nota: Tomado del D.S. N°031-2010-SA. (MINSA,2010)

Figura 8*Parámetros de calidad organoléptica*

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

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

Nota: Tomado del D.S. N°031-2010-SA. (MINSA,2010)

Figura 9*Parámetros químicos de tipo inorgánicos*

Parámetros inorgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Antimonio	mg Sb L ⁻¹	0,020
2. Arsénico (<i>nota 1</i>)	mg As L ⁻¹	0,010
3. Bario	mg Ba L ⁻¹	0,700
4. Boro	mg B L ⁻¹	1,500
5. Cadmio	mg Cd L ⁻¹	0,003
6. Cianuro	mg CN ⁻ L ⁻¹	0,070
7. Cloro (<i>nota 2</i>)	mg L ⁻¹	5
8. Clorito	mg L ⁻¹	0,7
9. Clorato	mg L ⁻¹	0,7
10. Cromo total	mg Cr L ⁻¹	0,050
11. Flúor	mg F L ⁻¹	1,000
12. Mercurio	mg Hg L ⁻¹	0,001
13. Niquel	mg Ni L ⁻¹	0,020
14. Nitratos	mg NO ₃ L ⁻¹	50,00
15. Nitritos	mg NO ₂ L ⁻¹	3,00 Exposición corta 0,20 Exposición larga
16. Plomo	mg Pb L ⁻¹	0,010
17. Selenio	mg Se L ⁻¹	0,010
18. Molibdeno	mg Mo L ⁻¹	0,07
19. Uranio	mg U L ⁻¹	0,015

Nota: Tomado del D.S. N°031-2010-SA. (MINSA,2010)

Figura 10

Parámetros químicos de tipo orgánicos

Parámetros Orgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Trihalometanos totales (nota 3)		1,00
2. Hidrocarburo disuelto o emulsionado; aceite mineral	mgL ⁻¹	0,01
3. Aceites y grasas	mgL ⁻¹	0,5
4. Alacloro	mgL ⁻¹	0,020
5. Aldicarb	mgL ⁻¹	0,010
6. Aldrín y dieldrín	mgL ⁻¹	0,00003
7. Benceno	mgL ⁻¹	0,010
8. Clordano (total de isómeros)	mgL ⁻¹	0,0002
9. DDT (total de isómeros)	mgL ⁻¹	0,001
10. Endrin	mgL ⁻¹	0,0006
11. Gamma HCH (lindano)	mgL ⁻¹	0,002
12. Hexaclorobenceno	mgL ⁻¹	0,001
13. Heptacloro y heptacloroepóxido	mgL ⁻¹	0,00003
14. Metoxicloro	mgL ⁻¹	0,020
15. Pentaclorofenol	mgL ⁻¹	0,009
16. 2,4-D	mgL ⁻¹	0,030
17. Acrilamida	mgL ⁻¹	0,0005
18. Epiclorhidrina	mgL ⁻¹	0,0004
19. Cloruro de vinilo	mgL ⁻¹	0,0003
20. Benzopireno	mgL ⁻¹	0,0007
21. 1,2-dicloroetano	mgL ⁻¹	0,03
22. Tetracloroetano	mgL ⁻¹	0,04

Nota. Límites máximos permisibles (LMP). Adaptado del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, por el Ministerio de Salud del Perú (MINSA), 2010

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

2.3.1. ALTURA DINÁMICA TOTAL.

Es la sumatoria de las alturas de los accesorios y la geometría que debe subir el agua durante su impulsión dentro del sistema de bombeo. Se calcula usando la ecuación de Bernoulli.

2.3.2. ÁREA DE INFILTRACIÓN.

Se define como el área donde el agua subterránea ingresa al interior del pozo para abastecer basados en la cantidad requerida y el tipo de aberturas.

2.3.3. ACUÍFEROS.

Son los suelos o formaciones geológicas que están saturados con porcentajes muy altos que permitan la explotación del recurso hídrico.

2.3.4. ESTRATIGRAFÍA.

Son los tipos y calidad de materiales existentes con características similares en ciertas profundidades de los suelos cuando se perforan.

2.3.5. PERMEABILIDAD.

Es la capacidad de transportar una cantidad de agua en una cierta sección de suelo. También se le conoce como conductividad hidráulica.

2.3.6. ESPESOR DE ACUÍFERO.

Viene a ser la diferencia entre la zona impermeable y el nivel estático de la fuente acuífera.

2.3.7. TRANSMISIVIDAD.

Se conoce como transmisividad al caudal que se transporta por una cierta área unitaria.

2.3.8. POZO TUBULAR.

Obra hidráulica con un cierto diámetro que es perforado con un equipo apropiado.

2.3.9. POZO U OBRA DE CAPTACIÓN.

Cualquier obra, sistema, proceso, artefacto o combinación, contruidos por el hombre con el fin principal o incidental de extraer agua subterránea. (Panduro & Bendezu, 2019)

2.3.10. BOMBA DE AGUA SUMERGIBLE.

Dispositivo que desplaza el fluido de niveles profundos a mayor altura. Está acoplado con un motor eléctrico en un solo sistema llamado Electrobomba. (REMAVISA, 2021).

2.3.11. ABASTECIMIENTO DE AGUA.

Servicio público consistente en proporcionar agua potable a los habitantes de una población, conjunto de poblaciones o urbanizaciones aisladas. (Diccionario panhispánico del español jurídico, 2023)

2.3.12. AGUA POTABLE.

Producto hidráulico tratada por procesos para mejorar su calidad para que sea apta para el consumo de personas. (ESVAL, 2020)

2.3.13. CALIDAD DE AGUA.

Valor o índice asignado al agua para ver su estado que van evaluados a parámetros previamente seleccionados que han sido medidos en muestras del cuerpo de agua. (García, 2012).

2.3.14. GESTIÓN DE CALIDAD DE AGUA.

Permite alcanzar las metas de los objetivos del ODM, esto permite garantizar la sostenibilidad medioambiental.

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL.

Hi: La propuesta de diseño de una bomba hidráulica en pozo tubular interviene en el abastecimiento de agua potable del distrito de Pillco Marca, 2023.

Ho: La propuesta de diseño de una bomba hidráulica en pozo tubular no interviene en el abastecimiento de agua potable del distrito de Pillco Marca, 2023.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.

• Hipótesis Específica 1.

Hi: Los parámetros físicos químicos del agua subterránea de los pozos tubulares son óptimos para abastecer agua potable en el distrito de Pillco Marca 2023.

Ho: Los parámetros físicos químicos del agua subterránea de los pozos tubulares no son óptimos para abastecer agua potable en el distrito de Pillco Marca 2023.

• Hipótesis Específica 2:

Hi: Los parámetros microbiológicos del agua subterránea de los pozos tubulares son óptimos para abastecer agua potable en el distrito de Pillco Marca 2023.

Ho: Los parámetros microbiológicos del agua subterránea de los pozos tubulares no son óptimos para abastecer agua potable en el distrito de Pillco Marca 2023.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE

- Abastecimiento de agua potable

2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

- Diseño de una bomba hidráulica en pozo tubular.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

Tabla 1

Cuadro operacional de variable

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
VARIABLE INDEPENDIENTE Diseño de una bomba hidráulica en pozo tubular.	Velocidad específica	Velocidad de la bomba, en RPM. Caudal de la bomba en el Punto de Mejor Eficiencia (BEP), en gpm. Cabezal de la bomba, en pies en el BEP.
	Velocidad específica de succión	Velocidad Específica de Suc-ción, adimensional. Velocidad de la bomba, en RPM. Caudal de la bomba en el Punto de Mejor Eficiencia (BEP), en gpm.
VARIABLE DEPENDIENTE Abastecimiento de agua potable	Dotación requerida por día, mes y año.	Cantidad de personas. Cantidad de viviendas. Cantidad de área a abastecer.
	Agua óptima para el consume humano.	Parámetro físico-químico. Parámetro microbiológico.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1 ENFOQUE

Según Hernández (2003) se define como cuantitativo. Puesto que se requiere de recolección de datos de las mediciones numéricas para probar las hipótesis previamente establecidas.

De acuerdo a lo establecido en la tesis, se miden valores de diseños en la propuesta de bombas hidráulicas determinando parámetros de cada uno de sus componentes. Por otro lado, también se medirán valores en los análisis de las fuentes acuíferas según los objetivos propuestos inicialmente para determinar el servicio óptimo y la calidad del agua.

3.1.2 ALCANCE O NIVEL

El alcance o nivel de esta tesis es explicativo, se dice así porque tiene como objetivo explicar o sustentar técnicamente la relación causa – efecto de todas las variables establecidos en el cuadro operacional.

En concordancia con la teoría de esta investigación se explicarán las causales de los requerimientos de diseño y la dotación del agua de la fuente de agua existente dentro del pozo tubular y verificar las dimensiones propuestas en el diseño y también la calidad de la fuente de agua para el consumo humano dentro de las variables dependientes.

3.1.3 DISEÑO

El diseño es de tipo cuasi experimental porque el investigador toma valores provenientes de test o pruebas piloto para explicar las variables dependientes, así también toma valores de campo realizados en los estudios topográficos para los diseños en gabinete de los pozos tubulares.

En concordancia con la presente tesis, se tomarán valores o datos del laboratorio de ensayos del agua a nivel físico – químico y microbiológico con la finalidad de verificar si es apta para el consumo humano.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN.

La población está conformada por todos los pozos tubulares de agua potable en la ciudad de Huánuco.

3.2.2. MUESTRA.

La muestra de investigación compone dos pozos tubulares para el abastecimiento de agua potable en Pillco Marca.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la ejecución de esta investigación, se consideran las siguientes técnicas de investigación y se mencionan en los siguientes acápite:

3.3.1. LA OBSERVACIÓN.

Es una técnica muy usada o conocida porque se emplea la vista o la inspección ocular para obtener datos para nuestros instrumentos. (Arias, 2006).

De acuerdo a la investigación que se ejecutó en todo este documento, se usó esta técnica durante los trabajos ínsitu o también conocidos como trabajos de campo. Principalmente se observaron las características físicas de los recursos hídricos tomados de los dos pozos tubulares inicialmente en las dos estaciones de bombeo.

3.3.2. ENSAYOS O TEST.

Esta técnica permite a cualquier tesista o investigador realizar las pruebas piloto o pruebas estandarizadas de las variables independientes con la finalidad de lograr datos o información importante de todos los comportamientos que permitirán describirse en las variables dependientes. (Ruiz, 2007).

En concordancia con lo mencionado por el autor, esta técnica fue usada durante los trabajos de laboratorio de todos los ensayos físicos, químicos y microbiológicos realizados por la empresa responsable con la finalidad de determinar la calidad del agua.

3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

3.4.1. ANÁLISIS DOCUMENTAL.

Para aplicar esta técnica dentro de una investigación científica, el investigador requiere de usar los criterios como la interpretación, comparación, discriminación y otros de todos los datos que ha encontrados en sus instrumentos de recolección. (Arias, 2006).

Como se puede observar la definición del autor, se usó esta técnica a través de las comparaciones e interpretaciones que se evaluaron en los múltiples análisis realizados de las características del terreno y sus requerimientos para realizar los diseños, así también dentro de las fuentes acuíferas de los pozos tubulares. Como se hacía mención en los párrafos anteriores, estos son los parámetros, físicos, químicos y microbiológicos del agua con la finalidad de determinar su calidad para el consumo humano del distrito de Pillco Marca.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS.

Para determinar los datos de nuestros instrumentos se dividieron de los siguientes ítems, los cuales también forman parte de los procedimientos.

4.1.1. TRABAJO DE CAMPO.

Dentro de los trabajos de campo se establecieron dos puntos de muestreo de dos zonas distintas para la construcción de los pozos tubulares.

La siguiente tabla viene a ser la ubicación de cada uno de los puntos de toma de muestras del agua para su análisis:

Tabla 2

Coordenadas de los puntos de muestreo del agua

Ítem	Identificación	Este	Norte	Cota
1	PP-01	363500 m	8899652 m	1946 msnm
2	PP-02	363433 m	8899197 m	1946 msnm

Nota. Coordenadas geográficas UTM empleadas para la ubicación espacial de las estaciones de monitoreo físico-químico.

Figura 11

Toma de muestras de agua.



Nota. Recolección y preservación en cadena de frío de las muestras de agua destinadas al análisis de laboratorio, realizada en la estación de bombeo del proyecto.

4.1.2. ENSAYOS BACTERIOLÓGICOS.

En la siguiente tabla se detallan los resultados de los ensayos bacteriológicos de los dos puntos de agua.

Tabla 3

Ensayos bacteriológicos de los puntos de agua

Ensayos	Unidad	PP-01	PP-02
Coliformes Fecales	NMP/100ml	0	0
Coliformes Totales	NMP/100ml	12	9.2
Bacterias Heterotróficas	UFC/ml a 35°C	490 000	71 000
<i>Escherichia coli</i>	UFC/ml a 45°C	0	0
Organismos de vida libre	Nº org/L	0	0
Virus	UFP/mL	0	0
Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos	(NºOrg/l)	0	0

Nota. Resultados obtenidos de los análisis microbiológicos en los puntos de muestreo seleccionados.

4.1.3. ENSAYOS ORGANOLÉPTICOS.

En la siguiente tabla se detallan los resultados de los ensayos organolépticos de los dos puntos de agua.

Tabla 4

Ensayos organolépticos de los puntos de agua

Ensayos	Unidad	PP-01	PP-02
Color	UCV escala Pt/Co	5	5
Turbiedad	UNT	0.4	1.5
pH	valor de pH	7.19	7.61
Conductividad	µmho/cm	444	504
Sólidos totales disueltos	mg/L	338.8	380
Cloruros	mg/L	13.96	35.29
Sulfatos	mg/L	24.99	34.86
Dureza total	mg/L	210.7	208.9
Hierro	mg/L	0.01746	0.04257
Manganeso	mg/L	0.00042	0.00342
Aluminio	mg/L	0.008	0.017
Cobre	mg/L	0.002	0.002
Zinc	mg/L	0.04413	0.0371
Sodio	mg/L	13.742	26.469
Olor	NUO	0	0
Sabor	NUS	0	0
Amoniaco	mg/L	0.02	0.02

Nota. Resultados analíticos correspondientes a las propiedades organolépticas y parámetros químicos de las muestras de agua.

4.1.4. ENSAYOS INORGÁNICOS.

En la siguiente tabla se detallan los resultados de los ensayos inorgánicos de los dos puntos de agua.

Tabla 5

Ensayos inorgánicos de los puntos de agua

Ensayos	Unidad	PP-01	PP-02
Antimonio	mg/L	0.0002	0.0002
Arsénico	mg/L	0.00115	0.00258
Bario	mg/L	0.09236	0.0899
Boro	mg/L	0.0453	0.0505
Cadmio	mg/L	0.00013	0.0001
Cianuro	mg/L	0.005	0.005
Cromo	mg/L	0.0005	0.0006
Flúor	mg/L	0.1	0.1
Mercurio	mg/L	0.00002	0.00002
Níquel	mg/L	0.00634	0.00215
Nitratos	mg/L	1.24	1.99
Nitritos	mg/L	0.003	0.003
Plomo	mg/L	0.0001	0.0001
Selenio	mg/L	0.0002	0.0002
Molibdeno	mg/L	0.0005	0.00088
Clorito	ClO ₂ mg/L	0.013	0.013
Clorato	ClO ₃ mg/L	0.033	0.033
Uranio	mg/L	0.000832	0.001321

Nota. Resultados analíticos correspondientes a los ensayos inorgánicos y metales pesados evaluados en las muestras de agua.

4.1.5. ENSAYOS ORGÁNICOS.

En la siguiente tabla se detallan los resultados de los ensayos orgánicos de los dos puntos de agua.

Tabla 6

Ensayos orgánicos de los puntos de agua

Ensayos	Unidad	PP-01	PP-02
Trihalometanos totales	mg/L	0.0883	0.0883
Hidrocarburos disueltos o emulsionado, aceite mineral	mg/L	0.01	0.01
DDT (total de isómeros)	mg/L	0.001	0.001
Bromato	mg/L	0.0017	0.0017
Cloroformo	mg/L	0.0018	0.0018
Aceites y grasas	mg/L	0.5	0.5

Nota. Resultados analíticos correspondientes a los parámetros químicos orgánicos evaluados en las muestras de agua.

4.1.6. ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS.

Conocido los resultados de los ensayos bacteriológicos del agua se procedieron a comparar los resultados en base a las normas de calidad del agua vigentes y se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 7

Análisis de parámetros bacteriológicos del PP-01

Ensayos	Resultado	Límite permisible	Verificación
Coliformes Fecales	0	0	Cumple
Coliformes Totales	12	0	Excede
Bacterias Heterotróficas	490 000	500	Excede
Escherichia Coli	0	0	Cumple
Organismos de vida libre	0	0	Cumple
Virus	0	0	Cumple
Huevos y larvas de Helminetos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos	0	0	Cumple

Nota. Comparación de los resultados microbiológicos obtenidos en el punto de muestreo PP-01 frente a los límites permisibles vigentes.

Tabla 8

Análisis de parámetros bacteriológicos del PP-02

Ensayos	Resultado	Límite permisible	Verificación
Coliformes Fecales	0	0	Cumple
Coliformes Totales	9.2	0	Excede
Bacterias Heterotróficas	71000	500	Excede
Escherichia Coli	0	0	Cumple
Organismos de vida libre	0	0	Cumple
Virus	0	0	Cumple
Huevos y larvas de Helminetos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos	0	0	Cumple

Nota. Comparación de los resultados microbiológicos obtenidos en el punto de muestreo PP-02 frente a los límites permisibles vigentes.

Dentro de los análisis de los límites permisibles de los análisis bacteriológicos realizados, incluyendo los parasitológicos se observan para ambos puntos que los coliformes totales y bacterias heterotróficas exceden los valores límites. Esto significa que se requieren de tratamientos por cloración para que la calidad del agua sea potable y apto para el consumo humano del distrito de Pillco Marca.

4.1.7. ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS ORGANOLÉPTICOS.

Conocido los resultados de los ensayos organolépticos se comparan sus parámetros en base a la norma en las tablas siguientes:

Tabla 9

Análisis de parámetros organolépticos del PP-01

Ensayos	Resultado	Límite permisible	Verificación
Color	5	15	Cumple
Turbiedad	0.4	5	Cumple
pH	7.19	6.5 a 8.5	Cumple
Conductividad	444	1500	Cumple
Sólidos totales disueltos	338.8	1000	Cumple
Cloruros	13.96	250	Cumple
Sulfatos	24.99	250	Cumple
Dureza total	210.7	500	Cumple
Hierro	0.01746	0.3	Cumple
Manganeso	0.00042	0.4	Cumple
Aluminio	0.008	0.2	Cumple
Cobre	0.002	2	Cumple
Zinc	0.04413	3	Cumple
Sodio	13.742	200	Cumple
Olor	0	0	Cumple
Sabor	0	0	Cumple
Amoniaco	0.02	1.5	Cumple

Nota. Comparación de los resultados organolépticos y físico-químicos obtenidos en el punto de muestreo PP-01 frente a los límites de calidad establecidos.

Tabla 10*Análisis de parámetros organolépticos del PP-02*

Ensayos	Resultado	Límite permisible	Verificación
Color	5	15	Cumple
Turbiedad	1.5	5	Cumple
pH	7.61	6.5 a 8.5	Cumple
Conductividad	504	1500	Cumple
Sólidos totales disueltos	380	1000	Cumple
Cloruros	35.29	250	Cumple
Sulfatos	34.86	250	Cumple
Dureza total	208.9	500	Cumple
Hierro	0.04257	0.3	Cumple
Manganeso	0.00342	0.4	Cumple
Aluminio	0.017	0.2	Cumple
Cobre	0.002	2	Cumple
Zinc	0.0371	3	Cumple
Sodio	26.469	200	Cumple
Olor	0	0	Cumple
Sabor	0	0	Cumple
Amoniaco	0.02	1.5	Cumple

Nota. Comparación de los resultados organolépticos y físico-químicos obtenidos en el punto de muestreo PP-02 frente a los límites de calidad establecidos.

Los parámetros organolépticos cumplen con los requerimientos.

4.1.8. ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS INORGÁNICOS.

Conocido los resultados de los ensayos inorgánicos se comparan sus parámetros en base a la norma en las tablas siguientes:

Tabla 11

Análisis de parámetros inorgánicos del PP-01

Ensayos	Resultado	Límite permisible	Verificación
Antimonio	0.0002	0.02	Cumple
Arsénico	0.00115	0.01	Cumple
Bario	0.09236	0.7	Cumple
Boro	0.0453	1.5	Cumple
Cadmio	0.00013	0.003	Cumple
Cianuro	0.005	0.07	Cumple
Cromo	0.0005	0.05	Cumple
Flúor	0.1	1	Cumple
Mercurio	0.00002	0.001	Cumple
Níquel	0.00634	0.02	Cumple
Nitratos	1.24	50	Cumple
Nitritos	0.003	0.2	Cumple
Plomo	0.0001	0.01	Cumple
Selenio	0.0002	0.01	Cumple
Molibdeno	0.0005	0.07	Cumple
Clorito	0.013	0.7	Cumple
Clorato	0.033	0.7	Cumple
Uranio	0.000832	0.015	Cumple

Nota. Comparación de los resultados inorgánicos y metales pesados medidos en el punto de muestreo PP-01 frente a los límites de calidad establecidos.

Tabla 12*Análisis de parámetros inorgánicos del PP-02*

Ensayos	Resultado	Límite permisible	Verificación
Antimonio	0.0002	0.02	Cumple
Arsénico	0.00258	0.01	Cumple
Bario	0.0899	0.7	Cumple
Boro	0.0505	1.5	Cumple
Cadmio	0.0001	0.003	Cumple
Cianuro	0.005	0.07	Cumple
Cromo	0.0006	0.05	Cumple
Flúor	0.1	1	Cumple
Mercurio	0.00002	0.001	Cumple
Níquel	0.00215	0.02	Cumple
Nitratos	1.99	50	Cumple
Nitritos	0.003	0.2	Cumple
Plomo	0.0001	0.01	Cumple
Selenio	0.0002	0.01	Cumple
Molibdeno	0.00088	0.07	Cumple
Clorito	0.013	0.7	Cumple
Clorato	0.033	0.7	Cumple
Uranio	0.001321	0.015	Cumple

Nota. Comparación de los resultados inorgánicos y metales pesados medidos en el punto de muestreo PP-02 frente a los límites de calidad establecidos.

Los parámetros cumplen con los requerimientos.

4.1.9. ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS ORGÁNICOS.

Conocido los resultados de los ensayos orgánicos se comparan sus parámetros en base a la norma en las tablas siguientes:

Tabla 13*Análisis de parámetros orgánicos del PP-01*

Ensayos	Resultado	Límite permisible	Verificación
Trihalometanos totales	0.0883	1	Cumple
Hidrocarburos disueltos o emulsionado, aceite mineral	0.01	0.01	Cumple
DDT (total de isómeros)	0.001	0.001	Cumple
Bromato	0.0017	0.01	Cumple
Cloroformo	0.0018	0.2	Cumple
Aceites y grasas	0.5	0.5	Cumple

Nota. Comparación de los resultados de compuestos químicos orgánicos obtenidos en el punto de muestreo PP-01 frente a los límites máximos permisibles.

Tabla 14*Análisis de parámetros orgánicos del PP-02*

Ensayos	Resultado	Límite permisible	Verificación
Trihalometanos totales	0.0883	1	Cumple
Hidrocarburos disueltos o emulsionado, aceite mineral	0.01	0.01	Cumple
DDT(total de isómeros)	0.001	0.001	Cumple
Bromato	0.0017	0.01	Cumple
Cloroformo	0.0018	0.2	Cumple
Aceites y grasas	0.5	0.5	Cumple

Nota. Comparación de los resultados de compuestos químicos orgánicos obtenidos en el punto de muestreo PP-02 frente a los límites máximos permisibles.

Los parámetros orgánicos se encuentran dentro de los límites permisibles.

4.1.10. DISEÑO DE LOS POZOS TUBULARES.

Dentro de los diseños de los dos pozos tubulares propuestos inicialmente, se encontraron los siguientes datos que se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 15*Dotaciones proyectadas, T=20 años*

Datos	Doméstico	Estatal	Comercial	Industrial	Social
Conexiones	6,317	7	973	142	1
Consumo (L/conex/día)	720.02	144,737.85	1,335.78	912.63	274.31
Caudal medio (L/día)	4,548,383.91	1,013,164.93	1,299,713.99	129,593.92	274.31
Caudal medio (L/s)	52.64	11.73	15.04	1.5	0.0032
TOTAL (L/s)					80.92

Nota. Proyección de la demanda de agua y caudales de diseño calculados para un periodo de retorno o vida útil del proyecto de 20 años.

Tabla 16*Requerimientos de diseño*

N° de pozo	Profundidad	Caudal estimado	Diámetro
PP-01	60.00 m	30l/s	200mm
PP-02	100.00 m	20l/s	160mm

Nota. Parámetros estructurales e hidráulicos proyectados para el equipamiento y la excavación de las estaciones de bombeo PP-01 y PP-02.

Tomando las consideraciones de la tabla anterior se realizaron los diseños de los pozos tubulares, los cuales se encontraron los siguientes datos.

Tabla 17*Diseño del pozo tubular PP-01*

Bomba	Cota	Definición de obra		
		Apagado	Diseño	Max. Operación
BOM – 01	1864m	0.00 l/s	60.00 l/s	120.00 l/s
		104.00 m	78.00 m	0.00 m

Nota. Parámetros de diseño hidráulico y niveles operativos calculados.

Tabla 18*Diseño del pozo tubular PP-02*

Bomba	Cota	Definición de obra		
		Apagado	Diseño	Max. Operación
BOM - 02	1825m	0.00 l/s	20.00 l/s	40.00 l/s
		140.00 m	105.00 m	0.00 m

Nota. Parámetros de diseño hidráulico y niveles operativos calculados.

De acuerdo a las tablas presentadas, los valores de diseño satisfacen los requerimientos de diseños.

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS.

De acuerdo a los resultados encontrados se realizan los siguientes contrastaciones y pruebas de hipótesis de cada uno de los propuestos inicialmente.

4.2.1. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS.

4.2.1.1. DE LA HIPÓTESIS GENERAL.

Las hipótesis generales se citan de la siguiente:

Hi: La propuesta de diseño de una bomba hidráulica en pozo tubular interviene en el abastecimiento de agua potable del distrito de Pillco Marca, 2023.

Ho: La propuesta de diseño de una bomba hidráulica en pozo tubular no interviene en el abastecimiento de agua potable del distrito de Pillco Marca, 2023.

Se prueba de acuerdo a los resultados de manera positiva la hipótesis Hi, puesto los diseños satisfacen los requerimientos de caudal, diámetro y altura para ambos pozos tubulares.

4.2.1.2. DE LAS HIPÓTESIS ESPECÍFICAS 1.

Las hipótesis específicas 1 propuestas son:

Hi: Los parámetros físicos químicos del agua subterránea de los pozos tubulares son óptimos para abastecer agua potable en el distrito de Pillco Marca 2023.

Ho: Los parámetros físicos químicos del agua subterránea de los pozos tubulares no son óptimos para abastecer agua potable en el distrito de Pillco Marca 2023.

Se prueba la hipótesis Hi de forma positiva puesto que los contenidos organolépticos, inorgánicos que corresponden a este acápite cumplen con los parámetros aceptables; por tanto, son aptas para abastecer de agua potable el distrito de Pillco Marca.

4.2.1.3. DE LAS HIPÓTESIS ESPECÍFICAS 2.

Hi: Los parámetros microbiológicos del agua subterránea de los pozos tubulares son óptimos para abastecer agua potable en el distrito de Pillco Marca 2023.

Ho: Los parámetros microbiológicos del agua subterránea de los pozos tubulares no son óptimos para abastecer agua potable en el distrito de Pillco Marca 2023.

Se prueba la hipótesis Ho, ya que dentro de los resultados de análisis microbiológicos de coliformes totales y bacterias heterotróficas, superan los límites permisibles de la norma de calidad del agua. Esto significa que el agua requiere de tratamientos convencionales de desinfección y cloración a través del suministro de concentraciones de cloro durante un periodo corto de tiempo para que el agua sea apta para el consumo humano.

4.2.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS.

4.2.2.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS. PP-01.

Para la prueba de hipótesis, tenemos los siguientes datos de entrada:

Tabla 19

Datos de entrada del pozo tubular 1

Item	D2	D1	$\bar{x}$
Prof.	78	60	18
Caudal	60	30	30
Diam.	200	200	0

Nota. Parámetros técnicos comparativos iniciales del pozo tubular 1. D1 = Requerimiento de diseño; D2 = Valores de diseño; $\bar{x}$ = Diferencias.

De acuerdo a la prueba de normalidad con el software SSPS según los criterios de Shapiro-Wilk se tiene los siguientes datos.

Tabla 20

Prueba de normalidad pozo tubular 1

Estadístico	GL	Significancia
0.987	3	0.780

Nota. Valores estadísticos de la prueba de Shapiro-Wilk para evaluar la distribución de las variables de entrada.

Visto los valores de prueba de normalidad, se concluye que los datos se ajustan a la distribución normal; por tanto, se probará la hipótesis por método paramétrico t de Student.

Previo a la prueba se detallan los siguientes valores estadísticos:

Tabla 21

Cálculos estadísticos pozo tubular 1

Diseños	C.1	C.2
# de muestras	$n_1:3$	$n_2:3$
Promedios	$\bar{x}_1 = 112.7$	$\bar{x}_2 = 96.7$
Media poblacional	$\mu_1 = 0$	$\mu_2 = 0$
Desviación estándar	$S_1 = 5.00$	$S_2 = 5.00$
Varianza	$S_1^2 = 25.00$	$S_2^2 = 25.00$

Nota. Parámetros y estadísticos descriptivos calculados para los diseños hidráulicos alternativos C.1 y C.2.

Primer paso: proposición de la hipótesis:

Ho: La propuesta de diseño de una bomba hidráulica en pozo tubular no interviene en el abastecimiento de agua potable del distrito de Pillco Marca, 2023.

Para la ecuación:

$$D1 - D2 < 0$$

Hi: La propuesta de diseño de una bomba hidráulica en pozo tubular interviene en el abastecimiento de agua potable del distrito de Pillco Marca, 2023.

$$D1 - D2 \geq 0$$

Segundo paso: Nivel de error o significancia:

$$\alpha = 0.05$$

Tercer paso: Función de prueba t de Student.

$$t(1 - \alpha; gl) = 1.94$$

t: t de student

Cuarto paso: Función de prueba de diseño.

$$t_p = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (u_1 - u_2)}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

$$t_p = 3.92$$

Donde: t_p = función de prueba de diseño

Quinto paso: Verificación de la prueba.

$$¿t_p > t?$$

$$3.92 > 1.94$$

Sexto paso: Toma de decisión.

Como la verificación es válida, se toma la hipótesis H_1 como conclusión.

Séptimo paso: Conclusión de prueba.

La propuesta de diseño de una bomba hidráulica en pozo tubular 1, interviene en el abastecimiento de agua potable del distrito de Pillco Marca, 2023.

4.2.2.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS. PP-02.

Para la prueba de hipótesis, tenemos los siguientes datos de entrada:

Tabla 22

Datos de entrada del pozo tubular 2

Item	D2	D1	$\bar{x}$
Prof.	105	100	5
Caudal	40	20	20
Diam.	160	160	0

Nota. Parámetros técnicos comparativos iniciales del pozo tubular 1. D1 = Requerimiento de diseño; D2 = Valores de diseño; $\bar{x}$ = Diferencias.

De acuerdo a la prueba de normalidad con el software SSPS según los criterios de Shapiro-Wilk se tiene los siguientes datos.

Tabla 23

Prueba de normalidad pozo tubular 2

Estadístico	GL	Significancia
0.923	3	0.463

Nota. Valores estadísticos de la prueba de Shapiro-Wilk para evaluar la distribución de las variables de entrada.

Visto los valores de prueba de normalidad, se concluye que los datos se ajustan a la distribución normal; por tanto, se probará la hipótesis por método paramétrico t de Student.

Previo a la prueba se detallan los siguientes valores estadísticos:

Tabla 24

Cálculos estadísticos pozo tubular 2

Diseños	C.1	C.2
# de muestras	$n_1 :3$	$n_2 :3$
Promedios	$\bar{x}_1 =101.7$	$\bar{x}_2 =93.3$
Media poblacional	$\mu_1 =0$	$\mu_2 =0$
Desviación estándar	$S_1 =5.00$	$S_2 =5.00$
Varianza	$S_1^2 =25.00$	$S_2^2 =25.00$

Nota. Parámetros y estadísticos descriptivos calculados para los diseños hidráulicos alternativos C.1 y C.2.

Primer paso: proposición de la hipótesis:

Ho: La propuesta de diseño de una bomba hidráulica en pozo tubular no interviene en el abastecimiento de agua potable del distrito de Pillco Marca, 2023.

Para la ecuación:

$$D1 - D2 < 0$$

Hi: La propuesta de diseño de una bomba hidráulica en pozo tubular interviene en el abastecimiento de agua potable del distrito de Pillco Marca, 2023.

$$D1 - D2 \geq 0$$

Segundo paso: Nivel de error o significancia:

$$\alpha = 0.05$$

Tercer paso: Función de prueba t de Student.

$$t(1 - \alpha; gl) = 1.94$$

t: t de student

Cuarto paso: Función de prueba de diseño.

$$t_p = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (u_1 - u_2)}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

$$t_p = 2.04$$

Donde: t_p = función de prueba de diseño

Quinto paso: Verificación de la prueba.

$$¿t_p > t?$$

$$2.04 > 1.94$$

Sexto paso: Toma de decisión.

Como la verificación es válida, se toma la hipótesis H_1 como conclusión.

Séptimo paso: Conclusión de prueba.

La propuesta de diseño de una bomba hidráulica en pozo tubular 2, interviene en el abastecimiento de agua potable del distrito de Pillco Marca, 2023.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Jaramillo (2023) con su tesis encontró para un periodo de 25 años, un requerimiento de caudal de diseño de 1.04L/s, mientras que el caudal de captación encontrado en su diseño fue de 1.45L/s mínimo y un máximo de 1.56L/s. así también un diámetro de tubería de 2" para abastecer dicha captación.

Para esta tesis, en el pozo de menor dimensión, se encontró un diseño de diámetro de 16cm, 40L/s para un periodo de diseño. Se puede observar que la gran diferencia de valores es porque se diseñan en el antecedente para una población pequeña y rural, mientras que para nuestro sector un área urbana con crecimiento de población acelerado.

Freire (2023) con su proyecto técnico de titulación determinó para un periodo de diseño de 25 años, se tiene un caudal requerido de 12.5L/s y un diseño de 17.5L/s, satisfaciendo así el caudal necesario para abastecer la población beneficiaria.

En el pozo de medida menor, en nuestra tesis se encontró para el periodo de 25 años, un caudal de explotación de 40=L/s para un requerimiento de 20L/s, llegando así a abastecer las poblaciones beneficiarias con los diseños, tanto del antecedente y esta investigación.

Castro (2023) en su investigación encontró un caudal de 7L/s, para una tubería de 4 pulgadas y una altura de hasta 15m.

En esta tesis, la de menor dimensión se encontró para el diseño menor un diámetro de 16cm o aprox. 6", con un caudal de 40L/s, estas diferencias se dan por el requerimiento y el tamaño de población; también se mencionan que en ambas investigaciones se llegan a abastecer a la población beneficiaria.

Marchán (2020) en su trabajo de estudio encontró un diseño de caudales variables desde 13 a 25 L/s para una altura de 189m y un diámetro de 8".

En esta tesis para el pozo tubular el rendimiento varía mayor a 20L/s hasta un máximo rendimiento de 40L/s para un diámetro de 6 pulgadas y una altura de 105 L/s. abasteciendo así las poblaciones de agua potable en ambas investigaciones.

Saldarriaga (2019) con su trabajo encontró un diseño de 10L/s para abastecer un reservorio de 900m³.

En esta tesis no se enfocan en el diseño del reservorio, sin embargo, se abastecen un total de 160L/s como máximo rendimiento y un caudal mínimo de 80L/s para una población en crecimiento y urbano.

Capcha (2019), en su investigación encontró que la primera línea de impulsión bajó el presupuesto en 5.6%, la segunda línea en un 39%, la tercera línea de impulsión en 48.4%, la cuarta línea de impulsión en 50.60%, gracias a ellos se pudo llegar a una gestión de la demanda y correcto funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua.

En esta investigación no se verifican los presupuestos, sin embargo, tomando en consideración una fuente de agua cercana para abastecer de agua potable, es muy distante por lo que la propuesta de diseño de dos pozos tubulares son los más económicos para el proyecto de abastecimiento de agua en el distrito de Pillco Marca.

Mallqui (2019) en su tesis de titulación encontró para dos pozos tubulares un total de caudal de producción de 55L/s, para un requerimiento de 28L/s según los estudios preliminares.

En esta tesis se encontró un requerimiento de caudal de 80.92L/s y un diseño de máximo rendimiento de 160L/s, llegando así a cumplirse con el abastecimiento de agua requerido en ambas investigaciones.

CONCLUSIONES

- Del objetivo general se concluye que, para abastecer la dotación proyectada para un periodo de 20 años, se requieren de dos pozos tubulares cuyos caudales alcanzan un caudal de hasta 160L/s.
- Del objetivo específico 1 se concluye que la dotación proyectada para un periodo de 20 años es un total de 80.92 L/s.
- Los parámetros físicos y químicos del recurso hídrico de origen subterráneo cumplen con los límites máximos permisibles para abastecer de agua al distrito de Pillco Marca.
- Los parámetros microbiológicos del recurso hídrico de origen subterráneo no cumplen con los límites máximos permisibles para abastecer de agua al distrito de Pillco Marca. Esto debido a que contienen excesos de coliformes totales y bacterias heterotróficas.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda la construcción de dos pozos tubulares para el abastecimiento del agua potable en el distrito de Pillco Marca.
- Se recomienda el diseño de los pozos tubulares que abastezcan un caudal mayor a 81L/s.
- Se recomienda las fuentes hídricas de origen subterráneos desde el análisis físico y químico de los dos pozos tubulares para la potabilización y el consumo humano.
- Se recomienda el tratamiento por cloración y desinfección del agua de fuente subterránea de los dos pozos tubulares analizados para eliminar cualquier microorganismo nocivo para la salud humana.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alva Asian, J. (2017). *Aplicación de sistema de pozos tubulares en el diseño arquitectónico de un centro de acopio de Camote – Santa* [Tesis de pregrado, Universidad San Pedro]. Repositorio Institucional de la Universidad San Pedro. <https://hdl.handle.net/20.500.12976/8344>
- Arias O. y Fidias G. (2006). *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica* (5.^a ed.). Editorial Episteme
- Autoridad Nacional del Agua (2016). *Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales*.
<https://hdl.handle.net/20.500.12543/209>
- Calsín Ramirez, K. (2016). *Calidad física, química y bacteriológica de aguas subterráneas de consumo humano en el sector de Taparachi III de la ciudad de Juliaca, Puno – 2016* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional del Altiplano.
<https://repositorio.unap.edu.pe/items/04a9ea1d-4825-462d-865a-3ce232cbd038>
- Capcha Palacios, S. (2019). *Propuesta técnica ante la ocurrencia de los transitorios hidráulicos del sistema de abastecimiento de agua potable del Centro Poblado la Esperanza, Distrito de Amarilis, Provincia de Huánuco, 2019* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional de la Universidad de Huánuco.
<http://repositorio.udh.edu.pe/123456789/2324>
- Cooperativa de asistencia y socorro en todas partes. CARE Perú (2021). *Escases de agua: uno de los mayores desafíos del siglo XXI*.
<https://care.org.pe/escasez-de-agua-uno-de-los-mayores-desafios-del-siglo-xxi>
- Defensoría del Pueblo (2020). *Seda Huánuco debe solucionar problema de baja presión y escasez de suministro de agua. Conexiones ilegales sustraen casi 1.3 millones de litros de agua por día*.
<https://www.gob.pe/institucion/defensoria/noticias/319331-defensoria-del-pueblo-seda-huanuco-debe-solucionar-problema-de-baja-presion-y-escasez-de-suministro-de-agua>

- Durán Juárez. J. y Torres Rodríguez, A. (2006). *Los Problemas del abastecimiento de agua potable en una ciudad media. Espiral*, 12(36), 129–162. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1665-05652006000200005&script=sci_arttext
- Gobierno Regional de Huánuco (2022). *Estudio de calidad de agua para la obra: “Ampliación y mejoramiento del sistema de agua potable y alcantarillado del distrito de Pillco Marca - Huánuco”*
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2003). *Metodología de la investigación* (3.^a ed.). McGraw-Hill Interamericana.
- Lossio Aricoché, M. (2012). *Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para cuatro poblados rurales del distrito de Lancones. [Tesis de pregrado, Universidad de Piura]. Repositorio Institucional Pirhua*. <https://hdl.handle.net/11042/2053>
- Ministerio del Ambiente. (2017). Decreto Supremo N.° 004-2017-MINAM: Aprueban estándares de calidad ambiental (ECA) para agua y establecen disposiciones complementarias. https://www.minam.gob.pe/disposiciones/page/4/?cat_doc=decretos-supremos.
- Ministerio de Salud. (2010). Decreto Supremo N.° 031-2010-SA: Reglamento de la calidad del agua para consumo humano. <https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/244805-031-2010-sa>.
- Ruiz, R. (2007). El método científico y sus etapas. Biblioteca Lascasas, 3(3). <https://www.index-f.com/lascasas/documentos/lc0256.php>.

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Soto Mego, A. (2026). *Propuesta de diseño de una bomba hidráulica en pozo tubular y su intervención en el abastecimiento de agua potable del distrito de Pillco Marca, 2023. [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH*. <https://...>

ANEXOS

ANEXO 1
MATRIZ DE CONSISTENCIA
TÍTULO: PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA BOMBA HIDRÁULICA EN POZO TUBULAR Y SU INTERVENCIÓN EN EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL DISTRITO DE PILLCO MARCA, 2023

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Independiente
¿De qué manera la propuesta de diseño de una bomba hidráulica de pozo tubular interviene en el abastecimiento de agua potable del distrito de Pillco Marca, 2023?	Proponer un diseño de una bomba hidráulica en pozo tubular y su intervención en el abastecimiento de agua potable del distrito de Pillco Marca, 2023	Hi: La propuesta de diseño de una bomba hidráulica en pozo tubular interviene en el abastecimiento de agua potable del distrito de Pillco Marca, 2023 Ho: La propuesta de diseño de una bomba hidráulica en pozo tubular no interviene en el abastecimiento de agua potable del distrito de Pillco Marca, 2023	La disponibilidad hídrica subterránea de pozos tubulares
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos	Dependiente
¿De qué manera el cálculo de dotación interviene en la propuesta de diseño de una bomba hidráulica en pozo tubular para el abastecimiento de agua potable del distrito de Pillco Marca, 2023?	Especificar la dotación de agua requerida para la demanda poblacional con una proyección a 20 años para la propuesta de diseño de una bomba hidráulica en pozo tubular	Hi: Los parámetros físicos químicos del agua subterránea de los pozos tubulares son óptimos para abastecer agua potable en el distrito de Pillco Marca 2023. Ho: Los parámetros físicos químicos del agua subterránea de los pozos tubulares no son óptimos para abastecer agua potable en el distrito de Pillco Marca 2023.	Abastecimiento de agua potable
¿Cuáles serán los parámetros físicos químicos del agua subterránea de los pozos tubulares para el abastecimiento de agua potable en el distrito de Pillco Marca, 2023?	Determinar los parámetros físicos químicos del agua subterránea de los pozos tubulares para el abastecimiento de agua potable en el distrito de Pillco Marca	Hi: Los parámetros microbiológicos del agua subterránea de los pozos tubulares son óptimos para abastecer agua potable en el distrito de Pillco Marca 2023. Ho: Los parámetros microbiológicos del agua subterránea de los pozos tubulares no son óptimos para abastecer agua potable en el distrito de Pillco Marca 2023.	
¿Cuáles serán los parámetros microbiológicos del agua subterránea de los pozos tubulares para el abastecimiento de agua potable en el distrito de Pillco Marca, 2023?	Describir los parámetros microbiológicos del agua subterránea de los pozos tubulares para el abastecimiento de agua potable en el distrito de Pillco Marca		

ANEXO 2
INSTRUMENTOS
DOTACIONES Y CONSUMOS

VOLÚMENES DE AGUA POTABLE POR MESES DE SERVICIO

MES DE CONSUMO	SECTOR	VOLUMEN FACTURADO (M3/MES)					TOTAL (M3/MES)
		Domestico	Estatal	Comercial	Industrial	Social	
Jul-20	5	74,956.00	17,300.00	17,431.00	2,723.00	10	112,420.00
Ago-20	5	79,068.00	10,489.00	21,299.00	2,449.00	2	113,307.00
Set-20	5	75,913.00	13,366.00	19,571.00	2,343.00	29	111,222.00
Oct-20	5	79,047.00	15,269.00	19,191.00	2,334.00	1	115,842.00
Nov-20	5	74,955.00	9,374.00	18,456.00	2,260.00	6	105,051.00
Dic-20	5	75,957.00	19,516.00	18,205.00	1,674.00	9	115,361.00
Ene-21	5	78,082.00	15,867.00	19,270.00	1,863.00	14	115,096.00
Feb-21	5	74,061.00	19,118.00	18,807.00	1,544.00	4	113,534.00
Mar-21	5	72,906.00	20,533.00	21,446.00	2,369.00	1	117,255.00
Abr-21	5	66,978.00	17,549.00	23,419.00	1,754.00	1	109,701.00
May-21	5	70,903.00	22,300.00	27,292.00	2,327.00	1	122,823.00
Jun-21	5	63,653.00	19,772.00	26,787.00	1,786.00	1	111,999.00
Total por categoría		886,479.00	200,453.00	251,174.00	25,426.00	79	1,363,611.00
TOTALES EN %		65.01%	14.70%	18.42%	1.86%	0.01%	100.00%

TOTAL DE USUARIOS DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE POR MESES Y CATEGORÍA

MES DE CONSUMO	CONSUMO					TOTAL
	Domestico	Estatal	Comercial	Industrial	Social	
Jul-16	4,279	4	571	123	1	4,978
Ago-16	4,299	4	575	109	1	4,988
sep-16	4,317	4	573	105	1	5,000
Oct-16	4,340	4	571	96	1	5,012
Nov-16	4,334	4	573	95	1	5,007
Dic-16	4,358	4	573	87	1	5,023
Ene-17	4,350	5	590	84	1	5,030
Feb-17	4,344	5	610	77	1	5,037
Mar-17	4,261	6	670	106	1	5,044
Abr-17	4,173	6	810	87	1	5,077
May-17	4,103	6	880	97	1	5,087
Jun-17	4,108	6	894	90	1	5,099
Promedio por categoría	4,272	5	658	96	1	5,032
Total en %	84.90%	0.10%	13.07%	1.91%	0.02%	100.00%

CONSUMO DE AGUA POR CONEXIÓN DE ZONA DE SERVICIO

Mes de consumo	CONSUMO POR CONEXIÓN (m3/conex/mes)					TOTAL
	Domestico	Estatal	Comercial	Industrial	Social	
Jul-16	17.52	4,325.00	30.53	22.14	10	4,405.18
Ago-16	18.39	2,622.25	37.04	22.47	2	2,702.15
sep-16	17.58	3,341.50	34.16	22.31	29	3,444.55
Oct-16	18.21	3,817.25	33.61	24.31	1	3,894.39
Nov-16	17.29	2,343.50	32.21	23.79	6	2,422.79
Dic-16	17.43	4,879.00	31.77	19.24	9	4,956.44
Ene-17	17.95	3,173.40	32.66	22.18	14	3,260.19
Feb-17	17.05	3,823.60	30.83	20.05	4	3,895.53
Mar-17	17.11	3,422.17	32.01	22.35	1	3,494.63
Abr-17	16.05	2,924.83	28.91	20.16	1	2,990.96
May-17	17.28	3,716.67	31.01	23.99	1	3,789.95
Jun-17	15.49	3,295.33	29.96	19.84	1	3,361.64
Promedio por categoría	17.28	3,473.71	32.06	21.9	6.58	3,551.53

CONSUMO MEDIDO DE AGUA PARA DIFERENTES CATEGORÍAS

Categoría	Consumo Medido (m3/conex/mes)
Domestico	17.28
Estatal	3,473.71
Comercial	32.06
Industrial	21.9
Social	6.58
TOTAL	3,551.53

DOTACIÓN DE AGUA POR HABITANTE

Categoría	Consumo Medido (m3/conex/mes)	Densidad promedio (Hab/conex)	Perdidas (%)	Dotación sin pérdidas (L/hab/día)	Perdidas (L/Hab/día)	Dotación total (L/hab/día)
Domestico	17.28	3.95	25	145.83	36.46	182.28

POBLACIÓN BENEFICIARIA

CATEGORÍA	CONEXIONES (UND)	DENSIDAD PROMEDIO (HAB/CONEX.)	POBLACIÓN (HAB)
DOMESTICO	4,272	3.95	16,874
COMERCIAL	658	3.95	2,599
		Total	19,473

POBLACIÓN BENEFICIARIA FUTURA AÑO 2038

AÑO		POBLACION
Año Base	2017	19,473
0	2018	19,839
1	2019	20,212
2	2020	20,592
3	2021	20,979
4	2022	21,374
5	2023	21,775
6	2024	22,185
7	2025	22,602
8	2026	23,027
9	2027	23,460
10	2028	23,901
11	2029	24,350
12	2030	24,808
13	2031	25,274
14	2032	25,749
15	2033	26,233
16	2034	26,727
17	2035	27,229
18	2036	27,741
19	2037	28,263
20	2038	28,794

POBLACIÓN BENEFICIARIA FUTURA AÑO 2038

AÑO		CONEXIONES				
		Domestico	Estatal	Comercial	Industrial	Social
	2017	4272	5	658	96	1
0	2018	4352	5	670	98	1
1	2019	4434	5	683	100	1
2	2020	4517	5	696	102	1
3	2021	4602	5	709	103	1
4	2022	4689	5	722	105	1
5	2023	4777	6	736	107	1
6	2024	4867	6	750	109	1
7	2025	4958	6	764	111	1
8	2026	5052	6	778	114	1
9	2027	5147	6	793	116	1
10	2028	5243	6	808	118	1
11	2029	5342	6	823	120	1
12	2030	5442	6	838	122	1
13	2031	5545	6	854	125	1
14	2032	5649	7	870	127	1
15	2033	5755	7	886	129	1
16	2034	5863	7	903	132	1
17	2035	5974	7	920	134	1
18	2036	6086	7	937	137	1
19	2037	6200	7	955	139	1
20	2038	6317	7	973	142	1

CAUDAL DE CONSUMO PROYECTADO (PERIODO 20 AÑOS)

	CATEGORÍA				
	Domestico	Estatad	Comercial	Industrial	Social
Conexiones	6,317	7	973	142	1
Consumo (L/conex/dia)	720.02	144,737.85	1,335.78	912.63	274.31
Caudal medio (L/dia)	4,548,383.91	1,013,164.93	1,299,713.99	129,593.92	274.31
Caudal medio (L/s)	52.64	11.73	15.04	1.5	0.0032
TOTAL (L/s)					80.92

ANEXO 3

INSTRUMENTOS DISEÑO DE POZOS TUBULARES

DISEÑO DEL POZO TUBULAR PP-01

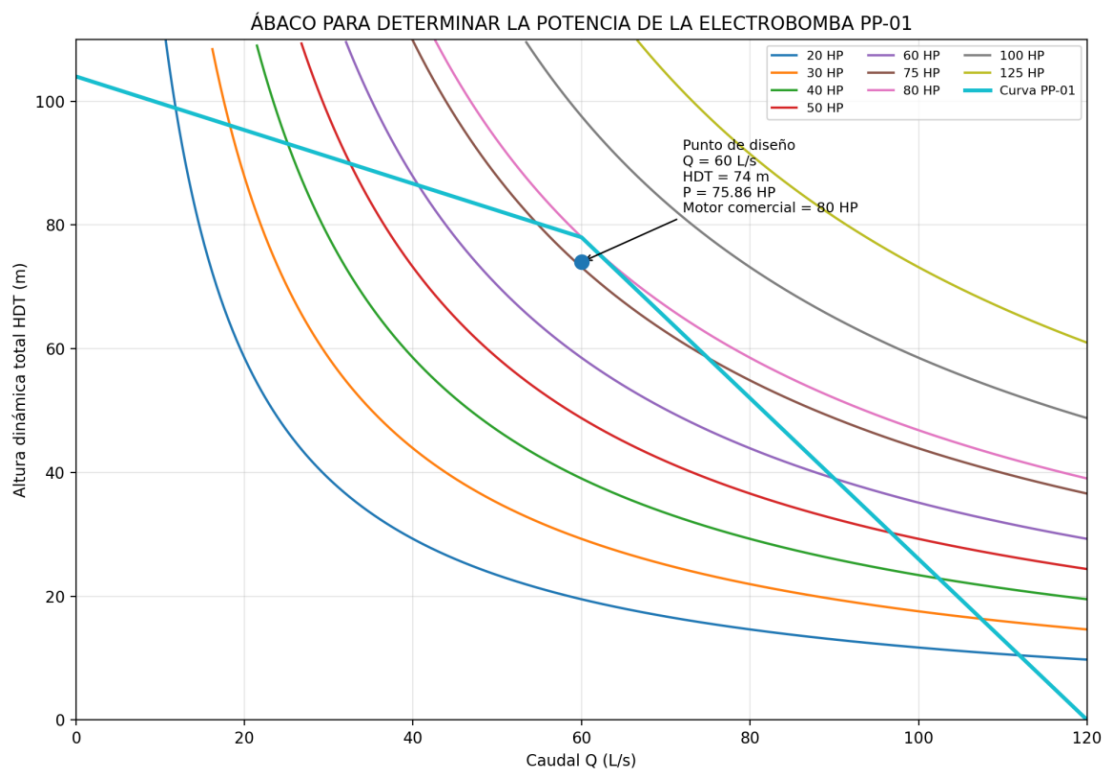
Datos:

Caudal de bombeo	Qb	0.06 m3/seg
Diámetro Tubería Impulsión	Øi	200.00 mm
Altura Dinámica Total	HDT	74.00 m
Temperatura del Agua	°C	20
Peso específico del Agua	ra	1000.00 kg/m3
Eficiencia Motor- Bomba	η	77%
Potencia del Sistema Motor - Bomba		76.88 Hp
Potencia Comercial Hp		80.00 Hp
Potencia Comercial Kw		59.66 Kw

Dato para la curva de bomba:

Bomba -01

BOMBA	COTA	DEFINICIÓN DE OBRA		
		APAGADO	DISEÑO	MAX. OPERACIÓN
BOM - 01	1864.00 m	0.00 l/s	60.00 l/s	120.00 l/s
		104.00 m	78.00 m	0.00 m



DISEÑO DEL POZO TUBULAR PP-02

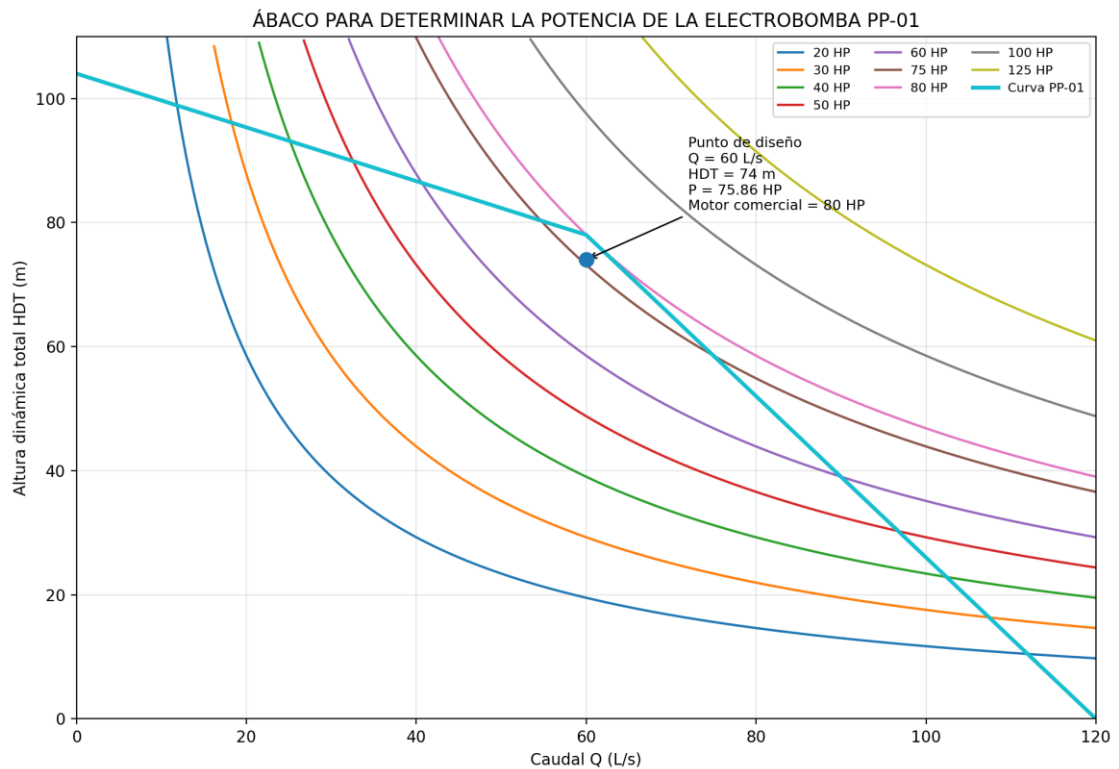
Datos:

Caudal de bombeo	Qb	0.02 m3/seg
Diámetro Tubería Impulsión	Øi	160.00 mm
Altura Dinámica Total	HDT	108.00 m
Temperatura del Agua	°C	20
Peso específico del Agua	γ_a	1000.00 kg/m3
Eficiencia Motor- Bomba	η	77%
Potencia del Sistema Motor - Bomba		37.40 Hp
Potencia Comercial Hp		50.00 Hp
Potencia Comercial Kw		37.29 Kw

Dato para la curva de bomba:

Bomba -02

BOMBA	COTA	DEFINICIÓN DE OBRA		
		APAGADO	DISEÑO	MAX. OPERACIÓN
BOM - 02	1825.00 m	0.00 l/s	20.00 l/s	40.00 l/s
		140.00 m	105.00 m	0.00 m



ANEXO 4

ESTUDIO DE CALIDAD DE AGUA



SAG

LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION
SERVICE, INC. - IAS
CON REGISTROS TL-829 Y TL-951



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047



Registro N° LE - 047

INFORME DE ENSAYO N° 167576-2022 CON VALOR OFICIAL

RAZÓN SOCIAL : GOBIERNO REGIONAL DE HUÁNUCO
DOMICILIO LEGAL : CALLE CALICANTO 145
SOLICITADO POR : SERVICIOS AMBIENTALES CESMA S.A.C.
REFERENCIA : MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA
PROCEDENCIA : AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y
ALCANTARILLADO DEL DISTRITO DE PILLCOMARCA - HUÁNUCO.
FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS : 2022-11-30
FECHA(S) DE ANÁLISIS : 2022-11-30 AL 2022-12-15
FECHA(S) DE MUESTREO : 2022-11-29
MUESTREADO POR : SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.⁽¹⁾

I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	L.C	Unidades
pH (medición en campo)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017. pH Value. Electrometric Method.	---	Unid. pH
Conductividad (medición en campo)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed. 2017. Conductivity. Laboratory Method.	---	µS/cm
Temperatura (medición en campo)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 23rd Ed. 2017. Temperature. Laboratory and Field Methods.	---	°C
Oil and Grease Aceites y grasas	ASTM D7678 - 17. Standard Test Method for Total Oil and Grease (TOG) and Total Petroleum Hydrocarbons (TPH) in Water and Wastewater with Solvent Extraction using Mid-IR Laser Spectroscopy.	0.50	mg/L
Cianuro Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CN ⁻ C.E. 23rd Ed. 2017. Cyanide. Total Cyanide after Distillation. Colorimetric Method.	0.005	mg/L
Cloruros	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl ⁻ B, 23rd Ed. 2017. Chloride. Argentometric Method.	2.09	Cl ⁻ mg/L
Conductividad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed. 2017. Conductivity. Laboratory Method.	---	µS/cm
Color (Color verdadero)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23rd Ed. 2017. Color. Spectrophotometric-Single-Wavelength Method (Proposed).	5	CU
Dureza (Dureza Total)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 C, 23rd Ed. 2017. Hardness. EDTA Titrimetric Method.	0.73	CaCO ₃ mg/L
Fluoruros (F)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-F B, D, 23rd Ed. 2017. Fluoride. Preliminary Distillation Step. SPADNS Method.	0.10	F mg/L
Nitratos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO ₃ ⁻ B, 23rd Ed. 2017. Nitrogen (Nitrate). Ultraviolet Spectrophotometric Screening Method.	0.033	NO ₃ ⁻ - N mg/L
Nitritos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO ₂ ⁻ B. Nitrogen (Nitrite). Colorimetric Method.	0.003	NO ₂ ⁻ - N mg/L
Sulfatos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-SO ₄ ²⁻ E. 23rd Ed. 2017. Sulfate. Turbidimetric Method.	1.50	SO ₄ ²⁻ mg/L
Sólidos disueltos totales (TDS)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C, 23rd Ed. 2017. Solids. Total Dissolved Solids Dried at 180°C.	4.0	mg/L
Turbiedad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed. 2017. Turbidity. Nephelometric Method.	0.40	NTU
Nitrógeno Amoniacal / Amoniac	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH ₃ -D, 23rd Ed. 2017. Nitrogen (Ammonia). Ammonia-Selective Electrode Method.	0.020	NH ₃ ⁺ - N mg/L

L.C.: límite de cuantificación.

(a) Límite de detección del método para estas metodologías por ser semicuantitativas.

(1) Toma de muestra de acuerdo a plan de muestreo N° 167576 y procedimiento PL-009.

Quim. Belbeth Fajardo León
C.Q.P.N° 648
JEFE DE EMISIÓN DE INFORMES
SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

EXPERTS
WORKING
FOR YOU

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorios Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima y Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

Página 1 de 8

**SAG**

LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION
SERVICE, INC. - IAS
CON REGISTROS TL-829 Y TL-951



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047



INFORME DE ENSAYO N° 167576-2022 CON VALOR OFICIAL

I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	L.C	Unidades
Odor (Olor)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF 2150 B, 23rd Ed. 2017. Odor. Threshold Odor Test.	1	NUO
Flavor (Sabor)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF 2160 B, 23rd Ed. 2017. Taste. Flavor Threshold Test (FTT).	1	NUS
Aniones inorgánicos: Clorito (ClO_2^-)	EPA Method 300.0:1993 Rev. 2.1. Determination of Inorganic Anions by Ion Chromatography.	0.013	ClO_2^- mg/L
Aniones inorgánicos: Clorato (ClO_3^-)		0.033	ClO_3^- mg/L
Aniones inorgánicos: Bromato (BrO_3^-)		0.060	BrO_3^- mg/L
Hidrocarburos disueltos o emulsionados; aceite mineral.	EPA Method 8015 C. Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography. Rev 3 / February 2007.	0.01	mg/L
Pesticidas Organoclorados	EPA Method 8270E, Rev 06. Semivolatile Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS). 2018.	---	ug/L
Trihalometanos (trihalometanos): Cloroformo, Bromodichlorometano, Dibromodichlorometano, Bromoformo	EPA Method 8260D - Volatile Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS) Revision 4, June 2018.	---	ug/L
Numeración de Coliformes Fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.	1.1 ⁽⁴⁾	NMP/100mL
Numeración Coliformes Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.	1.1 ⁽⁴⁾	NMP/100mL
Virus (Somatic Coliphages)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9224 B, 23rd Ed. 2017. Detection of Coliphages. Somatic Coliphage Assay.	1	UFP/mL
Recuento de Bacterias Heterotróficas por filtración	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9215 D, 23rd Ed. 2017. Heterotrophic Plate Count. Membrane Filter Method.	1	ufc/mL
Filtración de Membrana para Escherichia coli	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9222 H. Partitioning E.coli from MF Total Coliform using EC-MUG. Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group.	1	ufc/100mL
Huevos de Helmintos en Aguas	SAG-141024 Rev. 01 (Validado), 2017. Referenciado en el Método de Ballenger modificado). Identificación y Cuantificación de Huevos de Helmintos en Aguas.	1	Huevos/L
ORGANISMOS DE VIDA LIBRE Fitoplancton (Algas) + Zooplancton (protozoarios, copépodos, rotíferos y nemátodos)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10200 C.1.2, F.2. a, c.1. / Part 10200G, 23rd Ed. 2017. Plankton. Concentration Techniques. Phytoplankton Counting Techniques / Plankton. Zooplankton. Counting Techniques.	1	Org./L
METALES TOTALES por ICP-MS: Plata, Aluminio, Arsénico, Bario, Berilio, Cadmio, Cobalto, Cromo, Cobre, Mercurio, Manganeso, Molibdeno, Níquel, Plomo, Antimonio, Selenio, Talio, Torio, Uranio, Vanadio, Zinc.	EPA Method 200.8 Revision 5.4 (1994). Determination of trace elements in waters and wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry.	---	mg/L
METALES TOTALES por ICP-MS: Litio, Bismuto, Boro, Sodio, Magnesio, Silicio, Silicio, Fósforo, Potasio, Calcio, Titanio, Hierro, Galio, Germanio, Rubidio, Estroncio, Zirconio, Niobio, Indio, Estaño, Cesio, Lantano, Cerio, Terbio, Lutecio, Tantalio, Wolframio	EPA Method 200.8, Revisión 5.4. 1994. Validado (Aplicado fuera del alcance). 2019. Determination of trace elements in waters and wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry.	---	mg/L

L.C.: límite de cuantificación.

Cod. FI 008/Versión 01/FE.: 09/2020

EXPERTS
WORKING
FOR YOU

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de preestabilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorios Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima y Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

Página 2 de 8



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION
SERVICE, INC. - IAS
CON REGISTROS TL-829 Y TL-951



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047



INFORME DE ENSAYO N° 167576-2022 CON VALOR OFICIAL

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Agua de Consumo Humano	
Matriz analizada	Agua para Uso y Consumo Humano	
Fecha de muestreo	2022-11-29	
Hora de inicio de muestreo (h)	10:36	
Coordenadas	0363433E 8899197N	
Altitud (msnm)	1946	
Condiciones de la muestra	Refrigerada/ Preservada	
Descripción del Punto de Muestreo	Pozo Tubular	
Código del Cliente	PP-02	
Código del Laboratorio	22112885	
ENSAYOS ACREDITADOS ANTE INACAL-DA (SEDE LIMA 1)		
Ensayo	Unidades	Resultados
pH (medición en campo)	Unid. pH	7.61
Conductividad (medición en campo)	$\mu\text{S}/\text{cm}$	504
Temperatura (medición en campo)	$^{\circ}\text{C}$	22.7
Clanuro Total	mg/L	<0.005
Cloruros	$\text{Cl}^{-}\text{ mg/L}$	35.29
Color (Color verdadero) ⁽²⁾	CU	<5
Dureza (Dureza Total)	$\text{CaCO}_3\text{ mg/L}$	208.90
Fluoruros (F^{-})	$\text{F}^{-}\text{ mg/L}$	<0.10
Nitratos	$\text{NO}_3^{-}\text{ - N mg/L}$	1.990
Nitritos	$\text{NO}_2^{-}\text{ - N mg/L}$	<0.003
Sulfatos	$\text{SO}_4^{2-}\text{ mg/L}$	34.86
Nitrógeno Amoniacal / Amoníaco	$\text{NH}_4^{+}\text{ - N mg/L}$	<0.020
Sólidos disueltos totales (TDS)	mg/L	380.0
Turbiedad	NTU	1.50
Numeración de Coliformes Totales	NMP/100mL	9.2
Numeración de Coliformes Fecales ⁽³⁾	NMP/100mL	<1.1
Recuento de Bacterias Heterotróficas por filtración ⁽⁴⁾	ufc/mL	71000
ENSAYO ACREDITADO ANTE IAS-829		
Ensayo	Unidades	Resultados
Filtración de Membrana para Escherichia coli	ufc/100mL	<1
Virus (Somatic Coliphages)	UFP/mL	<1
Oil and Grease Aceites y grasas	mg/L	<0.50
Odor ⁵ (Olor)	NUO	<1
Flavor ⁶ (Sabor)	NUS	<1
Hidrocarburos disueltos o emulsionados; aceite mineral.	mg/L	<0.01
Aniones inorgánicos: Chlorite (ClO_2^{-})	$\text{ClO}_2^{-}\text{ mg/L}$	<0.013
Aniones inorgánicos: Chlorate (ClO_3^{-})	$\text{ClO}_3^{-}\text{ mg/L}$	<0.033
Aniones inorgánicos: Bromate (BrO_3^{-})	$\text{BrO}_3^{-}\text{ mg/L}$	<0.060

(2) Color Verdadero. CU: unidades de color (1 CU es equivalente a 1 Pt-Co).

(3) Coliformes Fecales es lo mismo que coliformes termotolerantes.

(4) Medio de cultivo utilizado R2A, incubación 20-28°C/5-7 días

(5) Olor medido en unidades de Número de Olor Umbral. <1 es equivalente a sin olor y/o olor aceptable.

(6) Sabor medido en unidades de Número umbral de sabor. <1 es equivalente a sin sabor y/o sabor aceptable.

Medición de conductividad y pH realizada a 25°C.

Cod. FI 008/ Versión 01/ FE.: 09/2020

EXPERTS
WORKING
FOR YOU

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorios Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Rios Norte - Lima y Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 Urb. Chacra Rios Norte - Lima
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

Página 3 de 8

**SAG**

LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION
SERVICE, INC. - IAS
CON REGISTROS TL-829 Y TL-951



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047



INFORME DE ENSAYO N° 167576-2022 CON VALOR OFICIAL

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Agua de Consumo Humano		
Matriz analizada	Agua para Uso y Consumo Humano		
Fecha de muestreo	2022-11-29		
Hora de inicio de muestreo (h)	10:36		
Coordenadas	0363433E 8899197N		
Altitud (msnm)	1946		
Condiciones de la muestra	Refrigerada/ Preservada		
Descripción del Punto de Muestreo	Pozo Tubular		
Código del Cliente	PP-02		
Código del Laboratorio	22112885		
ENSAYOS ACREDITADOS ANTE INACAL-DA (SEDE LIMA 1)			
Ensayos	Unidades	L.D.M.	Resultados
Pesticidas Organoclorados			
Hexachlorobenzene	ug/L	0.02	<0.02
Pentachlorofenol	ug/L	0.02	<0.02
Lindano	ug/L	0.02	<0.02
Heptacloro	ug/L	0.003	<0.003
Aldrin	ug/L	0.004	<0.004
Heptacloro epóxido	ug/L	0.003	<0.003
Clordano-Trans	ug/L	0.003	<0.003
Endosulfan I	ug/L	0.004	<0.004
Clordano-Cis	ug/L	0.003	<0.003
Dieldrin	ug/L	0.001	<0.001
DDE-p,p (4,4'-DDE)	ug/L	0.001	<0.001
Endrin	ug/L	0.002	<0.002
Endosulfan II	ug/L	0.004	<0.004
DDD-p,p (4,4'-DDD)	ug/L	0.001	<0.001
DDT-p,p (Dicloro Difetil Tricloroetano)	ug/L	0.001	<0.001
Methoxychlor	ug/L	0.020	<0.02
Pesticidas Organoclorados			
Hexachlorobenzene	mg/L	0.00002	<0.00002
Pentachlorofenol	mg/L	0.00002	<0.00002
Lindano	mg/L	0.00002	<0.00002
Heptacloro	mg/L	0.00003	<0.00003
Aldrin	mg/L	0.00004	<0.00004
Heptacloro epóxido	mg/L	0.00003	<0.00003
Clordano-Trans	mg/L	0.00003	<0.00003
Endosulfan I	mg/L	0.00004	<0.00004
Clordano-Cis	mg/L	0.00003	<0.00003
Dieldrin	mg/L	0.00001	<0.00001
DDE-p,p (4,4'-DDE)	mg/L	0.00001	<0.00001
Endrin	mg/L	0.00002	<0.00002
Endosulfan II	mg/L	0.00004	<0.00004
DDD-p,p (4,4'-DDD)	mg/L	0.00001	<0.00001
DDT-p,p (Dicloro Difetil Tricloroetano)	mg/L	0.00001	<0.00001
Methoxychlor	mg/L	0.00002	<0.00002

L.D.M. : límite de detección del método.

L.D.M.: límite de detección del método.

Cod. FI008/versión 01 / F.E.: 09/2020

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorios: Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Rios Norte - Lima y Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 Urb. Chacra Rios Norte - Lima
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

Página 4 de 8

EXPERTS
WORKING
FOR YOU

**SAG**

LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION
SERVICE, INC. - IAS
CON REGISTROS TL-829 Y TL-951



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047



INFORME DE ENSAYO N° 167576-2022 CON VALOR OFICIAL

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Agua de Consumo Humano		
Matriz analizada	Agua para Uso y Consumo Humano		
Fecha de muestreo	2022-11-29		
Hora de inicio de muestreo (h)	10:36		
Coordenadas	0363433E 8899197N		
Altitud (msnm)	1946		
Condiciones de la muestra	Refrigerada/ Preservada		
Descripción del Punto de Muestreo	Pozo Tubular		
Código del Cliente	PP-02		
Código del Laboratorio	22112885		
ENSAYOS ACREDITADOS ANTE IAS - 829			
Ensayos	Unidades	L.D.M.	Resultados
TRIHALOMETANOS			
Cloroform (Cloroformo)	ug/L	1.8	<1.8
Bromodichloromethane (Bromodichlorometano)	ug/L	1.7	<1.7
Dibromochloromethane (Dibromochlorometano)	ug/L	1.7	<1.7
Bromoform (Bromoformo)	ug/L	1.7	<1.7
TRIHALOMETANOS			
Cloroform (Cloroformo)	mg/L	0.0018	<0.0018
Bromodichloromethane (Bromodichlorometano)	mg/L	0.0017	<0.0017
Dibromochloromethane (Dibromochlorometano)	mg/L	0.0017	<0.0017
Bromoform (Bromoformo)	mg/L	0.0017	<0.0017

L.D.M.: límite de detección del método.

EXPERT'S
WORKING
FOR YOU

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de perechibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorios: Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima y Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

Página 5 de 8

**SAG**

LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION
SERVICE, INC. - IAS
CON REGISTROS TL-829 Y TL-951



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047



INFORME DE ENSAYO N° 167576-2022 CON VALOR OFICIAL

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Agua de Consumo Humano		
Matriz analizada	Agua para uso y Consumo Humano		
Fecha de muestreo	2022-11-29		
Hora de inicio de muestreo (h)	10:36		
Coordenadas	0363433E		
	8899197N		
Altitud (msnm)	1946		
Condiciones de la muestra	Refrigerada		
Descripción del Punto de Muestreo	Pozo Tubular		
Código del Cliente	PP-02		
Código del Laboratorio	22112885		
ENSAYO ACREDITADO ANTE IAS-951			
Ensayo	Unidades	Resultados	
Huevos de Helminthos			
Nemátodos			
Familia/Género/Especie:			
Ascaris sp.	Huevos/L	<1	
Ancylostomídeo	Huevos/L	<1	
Enterobius vermicularis	Huevos/L	<1	
Trichuris sp.	Huevos/L	<1	
Toxocara sp.	Huevos/L	<1	
Strongyloídeo	Huevos/L	<1	
Trichostrongyloídeo	Huevos/L	<1	
Capilaria sp.	Huevos/L	<1	
Trichostrongylus sp.	Huevos/L	<1	
Céstodos			
Género/Especie:			
Diphylidium sp.	Huevos/L	<1	
Taenia sp.	Huevos/L	<1	
Moniezia sp.	Huevos/L	<1	
Hymenolepis diminuta	Huevos/L	<1	
Hymenolepis nana	Huevos/L	<1	
Hymenolepis sp.	Huevos/L	<1	
Tremátodos			
Género/Especie:			
Fasciola hepatica	Huevos/L	<1	
Paragonimus sp.	Huevos/L	<1	
Schistosoma sp.	Huevos/L	<1	
Acanthocephalo			
Género:			
Macracanthorhynchus sp.	Huevos/L	<1	
Total ⁷	Huevos/L	<1	

7: Indica el número de Huevos/L total por litro de muestra incluyendo todas las especies encontradas.

Nota: <1 es equivalente a 0, lo que indica la no detección de huevos de helminthos.

Los huevos de helminthos abarcan también a los huevos de helminthos intestinales

Cod. FI 008/Versión 01 / F.E.: 09/2020

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorios Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima y Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

Página 6 de 8

EXPERTS
WORKING
FOR YOU

**SAG**

LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION
SERVICE, INC. - IAS
CON REGISTROS TL-829 Y TL-951



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047



INFORME DE ENSAYO N° 167576-2022 CON VALOR OFICIAL

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Agua de Consumo Humano		
Matriz analizada	Agua para Uso y Consumo Humano		
Fecha de muestreo	2022-11-29		
Hora de inicio de muestreo (h)	10:36		
Coordenadas	0363433E 8899197N		
Altitud (msnm)	1946		
Condiciones de la muestra	Refrigerada/ Preservada		
Descripción del Punto de Muestreo	Pozo Tubular		
Código del Cliente	PP-02		
Código del Laboratorio	22112885		
ENSAYO ACREDITADO ANTE INACAL-DA (Sede Lima 1)			
Ensayo	L.D.M.	Unidades	Resultados
Metales totales			
Litio (Li)	0.00006	mg/L	0.04426
Berilio (Be)	0.00001	mg/L	<0.00001
Boro (B)	0.0002	mg/L	0.0505
Sodio (Na)	0.003	mg/L	26.469
Magnesio (Mg)	0.004	mg/L	12.157
Aluminio (Al)	0.004	mg/L	0.017
Silicio (Si)	0.004	mg/L	10.668
Silice (SiO ₂)	0.008	mg/L	22.830
Silicato (SiO ₂)	0.01	mg/L	28.91
Fósforo (P)	0.002	mg/L	0.023
Potasio (K)	0.007	mg/L	1.544
Calcio (Ca)	0.004	mg/L	66.903
Titano (Ti)	0.00005	mg/L	0.00149
Vanadio (V)	0.00004	mg/L	0.00252
Cromo (Cr)	0.0002	mg/L	0.0006
Manganeso (Mn)	0.00001	mg/L	0.00342
Hierro (Fe)	0.00005	mg/L	0.04257
Cobalto (Co)	0.000006	mg/L	0.000183
Níquel (Ni)	0.00002	mg/L	0.00215
Cobre (Cu)	0.0001	mg/L	0.0020
Zinc (Zn)	0.00005	mg/L	0.03710
Gaio (Ga)	0.00002	mg/L	0.00005
Germanio (Ge)	0.00002	mg/L	0.00008
Arsenico (As)	0.00001	mg/L	0.00258
Selenio (Se)	0.0002	mg/L	<0.0002
Rubidio (Rb)	0.00002	mg/L	0.00271
Estroncio (Sr)	0.00001	mg/L	0.43642
Zirconio (Zr)	0.00002	mg/L	0.00026
Niobio (Nb)	0.00001	mg/L	0.00020
Molibdeno (Mo)	0.00005	mg/L	0.00088
Plata (Ag)	0.00002	mg/L	0.00200
Cadmio (Cd)	0.00002	mg/L	0.00010
Indio (In)	0.00002	mg/L	<0.00002
Estafío (Sn)	0.0004	mg/L	<0.0004
Antimonio (Sb)	0.0001	mg/L	0.0002
Cesio (Cs)	0.00002	mg/L	0.00025
Bario (Ba)	0.00002	mg/L	0.00990
Lantano (La)	0.000002	mg/L	0.000070
Cerio (Ce)	0.000004	mg/L	0.000090
Terbio (Tb)	0.00001	mg/L	0.00003
Lutecio (Lu)	0.000001	mg/L	0.000044
Tantalio (Ta)	0.00001	mg/L	0.00015
Wolframio (W)/ Tungsteno	0.00002	mg/L	0.00035
Mercurio (Hg)	0.00002	mg/L	<0.00002
Talio (Tl)	0.00002	mg/L	0.00010
Plomo (Pb)	0.0001	mg/L	<0.0001
Bismuto (Bi)	0.000004	mg/L	<0.000004
Torio (Th)	0.000005	mg/L	0.000274
Uranio (U)	0.000002	mg/L	0.001321

L.D.M.: límite de detección del método.

EXPERTS
WORKING
FOR YOU

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorios Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima y Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

Página 7 de 8



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION
SERVICE, INC. - IAS
CON REGISTROS TL-829 Y TL-951



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047



INFORME DE ENSAYO N° 167576 - 2022 CON VALOR OFICIAL

II. RESULTADOS PARA ORGANISMOS DE VIDA LIBRE

Producto declarado	Agua de consumo humano	
Matriz analizada	Agua para uso y consumo humano	
Fecha de muestreo	2022-11-29	
Hora de inicio del muestreo (h)	10:36	
Coordenadas UTM WGS 84	0363433E 8899197N	
Altitud (msnm)	1946	
Descripción del punto de muestreo	Pozo Tubular	
Condiciones de la muestra	Preservada	
	Volumen de muestra: 8 L	
Código del Cliente	PP-02	
Código del Laboratorio	22112885	
ENSAYOS ACREDITADOS ANTE INACAL-DA (SEDE LIMA 2)		
Ensayo de Organismos de Vida Libre		
GRUPO	Unidad	Resultados
ALGAS	Org./L	<1
PROTOZOARIOS	Org./L	<1
COPEPODOS	Org./L	<1
ROTIFEROS	Org./L	<1
NEMATODOS	Org./L	<1
TOTALES DE ORGANISMOS DE VIDA LIBRE (Org./L)		<1

Nota 1: La expresión de los resultados es para la matriz de Agua para uso y consumo humano según:

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

Nota 2: <1 es equivalente a cero, lo que indica la no detección de Organismos/L en la muestra.

Lima, 17 de Diciembre del 2022

EXPERTS
WORKING
FOR YOU

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de parabilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorios Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Rios Norte - Lima y Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 Urb. Chacra Rios Norte - Lima
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

Página 8 de 8



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION
SERVICE, INC. - IAS
CON REGISTROS TL-829 Y TL-951



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047



INFORME DE ENSAYO N° 168141-2022 CON VALOR OFICIAL

RAZÓN SOCIAL : GOBIERNO REGIONAL DE HUÁNUCO
DOMICILIO LEGAL : CALLE CALICANTO 145
SOLICITADO POR : SERVICIOS AMBIENTALES CESMA S.A.C.
REFERENCIA : MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA
PROCEDENCIA : AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y
ALCANTARILLADO DEL DISTRITO DE PILCOMARCA - HUÁNUCO.
FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS : 2022-11-30
FECHA(S) DE ANÁLISIS : 2022-11-30 AL 2022-12-14
FECHA(S) DE MUESTREO : 2022-11-29
MUESTREO POR : SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.⁽¹⁾

I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	L.C	Unidades
pH (medición en campo)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017. pH Value. Electrometric Method.	---	Unid. pH
Conductividad (medición en campo)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed. 2017. Conductivity. Laboratory Method.	---	µS/cm
Temperatura (medición en campo)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 23rd Ed. 2017. Temperature. Laboratory and Field Methods.	---	°C
Oil and Grease Aceites y grasas	ASTM D7678 - 17. Standard Test Method for Total Oil and Grease (TOG) and Total Petroleum Hydrocarbons (TPH) in Water and Wastewater with Solvent Extraction using Mid-IR Laser Spectroscopy.	0.50	mg/L
Cianuro Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CN ⁻ C, E, 23rd Ed. 2017. Cyanide. Total Cyanide after Distillation. Colorimetric Method.	0.005	mg/L
Cloruros	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl ⁻ B, 23rd Ed. 2017. Chloride. Argentometric Method.	2.09	Cl ⁻ mg/L
Conductividad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed. 2017. Conductivity. Laboratory Method.	---	µS/cm
Color (Color verdadero)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23rd Ed. 2017. Color. Spectrophotometric-Single-Wavelength Method (Proposed).	5	CU
Dureza (Dureza Total)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 C, 23rd Ed. 2017. Hardness. EDTA Titrimetric Method.	0.73	CaCO ₃ mg/L
Fluoruros (F)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-F B, D, 23rd Ed. 2017. Fluoride. Preliminary Distillation Step. SPADNS Method.	0.10	F mg/L
Nitratos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO ₃ ⁻ B, 23rd Ed. 2017. Nitrogen (Nitrate). Ultraviolet Spectrophotometric Screening Method.	0.033	NO ₃ ⁻ N mg/L
Nitritos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO ₂ ⁻ B. Nitrogen (Nitrite). Colorimetric Method.	0.003	NO ₂ ⁻ N mg/L
Sulfatos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 SO ₄ ²⁻ E, 23rd Ed. 2017. Sulfate. Turbidimetric Method.	1.50	SO ₄ ²⁻ mg/L
Sólidos disueltos totales (TDS)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C, 23rd Ed. 2017. Solids. Total Dissolved Solids Dried at 180°C.	4.0	mg/L
Turbiedad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed. 2017. Turbidity. Nephelometric Method.	0.40	NTU
Nitrógeno Amoniacal / Amoníaco	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH ₃ -D, 23rd Ed. 2017. Nitrogen (Ammonia). Ammonia-Selective Electrode Method.	0.020	NH ₃ ⁻ N mg/L

L.C.: límite de cuantificación.

(a) Límite de detección del método para estas metodologías por ser semicuantitativas.

(1) Toma de muestra de acuerdo a plan de muestreo N° 168141 y procedimiento PL-009.

Quim. Belbeth Pajardo León
C.O.P.N° 548
JEFE DE EMISIÓN DE INFORMES
SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

EXPERTS
WORKING
FOR YOU

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al protocolo de conservación del laboratorio con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorios Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima y Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

Página 1 de 8

**SAG**

LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION
SERVICE, INC. - IAS
CON REGISTROS TL-829 Y TL-951



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047



Registro N° LE - 047

INFORME DE ENSAYO N° 168141-2022 CON VALOR OFICIAL

I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	L.C	Unidades
Odor (Olor)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF 2150 B, 23rd Ed. 2017. Odor. Threshold Odor Test.	1	NUO
Flavor (Sabor)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF 2160 B, 23rd Ed. 2017. Taste. Flavor Threshold Test (FTT).	1	NUS
Aniones Inorgánicos: Clorito (ClO_2^-)	EPA Method 300.0:1993 Rev. 2.1. Determination of Inorganic Anions by Ion Chromatography.	0.013	ClO_2^- mg/L
Aniones Inorgánicos: Clorato (ClO_3^-)		0.033	ClO_3^- mg/L
Aniones Inorgánicos: Bromato (BrO_3^-)		0.060	BrO_3^- mg/L
Hidrocarburos disueltos o emulsionados; aceite mineral.	EPA Method 8015 C. Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography. Rev 3 / February 2007.	0.01	mg/L
Pesticidas Organoclorados	EPA Method 8270E, Rev 06. Semivolatile Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS). 2018.	---	ug/L
Trihalometanos (trihalometanos): Cloroformo, Bromodichlorometano, Dibromochlorometano, Bromoform	EPA Method 8260D - Volatile Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS) Revisión 4, June 2018.	---	ug/L
Numeración de Coliformes Fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.	1.1 ^(u)	NMP/100mL
Numeración Coliformes Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.	1.1 ^(u)	NMP/100mL
Virus (Somatic Coliphages)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9224 B, 23rd Ed. 2017. Detection of Coliphages. Somatic Coliphage Assay.	1	UFP/mL
Recuento de Bacterias Heterotróficas por filtración	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9215 D, 23rd Ed. 2017. Heterotrophic Plate Count. Membrane Filter Method.	1	ufc/mL
Filtración de Membrana para Escherichia coli	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9222 H. Partitioning E.coli from MF Total Coliform using EC-MUS. Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group.	1	ufc/100mL
Huevos de Helmintos en Aguas	SAG-141024 Rev. 01 (Validado), 2017. Referenciado en el Método de Baillenger modificado). Identificación y Cuantificación de Huevos de Helmintos en Aguas.	1	Huevos/L
ORGANISMOS DE VIDA LIBRE Fitoplancton (Algas) + Zooplancton (protozoarios, copépodos, rotíferos y nemátodos)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10200 C.1.2, F.2. a, c.1. / Part 10200G, 23rd Ed. 2017. Plankton. Concentration Techniques. Phytoplankton Counting Techniques / Plankton. Zooplankton. Counting Techniques.	1	Org./L
METALES TOTALES por ICP-MS: Plata, Aluminio, Arsénico, Bario, Berilio, Cadmio, Cobalto, Cromo, Cobre, Mercurio, Manganeso, Molibdeno, Niquel, Plomo, Antimonio, Selenio, Talio, Torio, Uranio, Vanadio, Zinc.	EPA Method 200.8 Revisión 5.4 (1994). Determination of trace elements in waters and wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry.	---	mg/L
METALES TOTALES por ICP-MS: Litio, Bismuto, Boro, Sodio, Magnesio, Silicio, Silicio, Silicato, Fósforo, Potasio, Calcio, Titanio, Hierro, Galio, Germanio, Rubidio, Estroncio, Zirconio, Niobio, Indio, Estadio, Cesio, Lantano, Cerio, Terbio, Lutecio, Tantalio, Wolframio	EPA Method 200.8, Revisión 5.4, 1994. Validado (Aplicado fuera del alcance), 2019. Determination of trace elements in waters and wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry.	---	mg/L

L.C.: límite de cuantificación.

Cod. FI 008/versión 01/ F.E.: 09/2020

EXPERTS
WORKING
FOR YOU

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorios Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Rios Norte - Lima y Pasaje Cleridina Matto de Turner N° 2079 Urb. Chacra Rios Norte - Lima
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

Página 2 de 8



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION
SERVICE, INC. - IAS
CON REGISTROS TL-829 Y TL-951



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047



INFORME DE ENSAYO N° 168141-2022 CON VALOR OFICIAL

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Agua de Consumo Humano	
Matriz analizada	Agua para Uso y Consumo Humano	
Fecha de muestreo	2022-11-29	
Hora de inicio de muestreo (h)	09:33	
Coordenadas	0363500E 8899652N	
Altitud (msnm)	1946	
Condiciones de la muestra	Refrigerada/Preservada	
Descripción del Punto de Muestreo	Pozo Tubular	
Código del Cliente	PP-01	
Código del Laboratorio	22112883	
ENSAYOS ACREDITADOS ANTE INACAL-DA (SEDE LIMA 1)		
Ensayo	Unidades	Resultados
pH (medición en campo)	Unid. pH	7.19
Conductividad (medición en campo)	µS/cm	444
Temperatura (medición en campo)	° C	20.4
Cloruro Total	mg/L	<0.005
Cloruros	Cl ⁻ mg/L	13.96
Color (Color verdadero) ⁽²⁾	CU	<5
Dureza (Dureza Total)	CaCO ₃ mg/L	210.70
Fluoruros (F ⁻)	F mg/L	<0.10
Nitratos	NO ₃ ⁻ - N mg/L	1.240
Nitritos	NO ₂ ⁻ - N mg/L	<0.003
Sulfatos	SO ₄ ²⁻ mg/L	24.99
Nitrógeno Amoniacal / Amoniacal	NH ₄ ⁺ - N mg/L	<0.020
Sólidos disueltos totales (TDS)	mg/L	338.8
Turbiedad	NTU	<0.40
Numeración de Coliformes Totales	NMP/100mL	12
Numeración de Coliformes Fecales ⁽³⁾	NMP/100mL	<1.1
Recuento de Bacterias Heterotróficas por filtración ⁽⁴⁾	ufc/mL	490000
ENSAYO ACREDITADO ANTE IAS-829		
Ensayo	Unidades	Resultados
Filtración de Membrana para Escherichia coli	ufc/100mL	<1
Virus (Somatic Coliphages)	UFP/mL	<1
Oil and Grease Aceites y grasas	mg/L	<0.50
Odor ⁵ (Olor)	NUO	<1
Flavor ⁶ (Sabor)	NUS	<1
Hidrocarburos disueltos o emulsionados; aceite mineral.	mg/L	<0.01
Aniones inorgánicos: Clorito (ClO ₂ ⁻)	ClO ₂ ⁻ mg/L	<0.013
Aniones inorgánicos: Clorato (ClO ₃ ⁻)	ClO ₃ ⁻ mg/L	<0.033
Aniones inorgánicos: Bromato (BrO ₃ ⁻)	BrO ₃ ⁻ mg/L	<0.060

(2) Color Verdadero. CU: unidades de color (1 CU es equivalente a 1 Pt-Co).

(3) Coliformes Fecales es lo mismo que coliformes termotolerantes.

(4) Medio de cultivo utilizado R2A, incubación 20-28°C/5-7 días

(5) Olor medido en unidades de Número de Olor Umbral. <1 es equivalente a sin olor y/o olor aceptable.

(6) Sabor medido en unidades de Número umbral de sabor. <1 es equivalente a sin sabor y/o sabor aceptable.

Medición de conductividad y pH realizada a 25°C.

Cod. FI 008/Versión 01 / F.E.: 09/2020

EXPERTS
WORKING
FOR YOU

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorios Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima y Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

Página 3 de 8



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION
SERVICE, INC. - IAS
CON REGISTROS TL-829 Y TL-951



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047



Registro N° LE - 047

INFORME DE ENSAYO N° 168141-2022 CON VALOR OFICIAL

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Agua de Consumo Humano		
Matriz analizada	Agua para uso y Consumo Humano		
Fecha de muestreo	2022-11-29		
Hora de inicio de muestreo (h)	09:33		
Coordenadas	0363500E 8899652N		
Altitud (msnm)	1946		
Condiciones de la muestra	Refrigerada/Preservada		
Descripción del Punto de Muestreo	Pozo Tubular		
Código del Cliente	PP-01		
Código del Laboratorio	22112883		
ENSAYOS ACREDITADOS ANTE INACAL-DA (SEDE LIMA 1)			
Ensayos	Unidades	L.O.M.	Resultados
Pesticidas Organoclorados			
Hexachlorobenzene	ug/L	0.02	<0.02
Pentachlorofenol	ug/L	0.02	<0.02
Lindano	ug/L	0.02	<0.02
Heptacloro	ug/L	0.003	<0.003
Aldrin	ug/L	0.004	<0.004
Heptacloro epóxido	ug/L	0.003	<0.003
Clordano-Trans	ug/L	0.003	<0.003
Endosulfan I	ug/L	0.004	<0.004
Clordano-Cis	ug/L	0.003	<0.003
Dieldrin	ug/L	0.001	<0.001
DDE-p,p (4,4'-DDE)	ug/L	0.001	<0.001
Endrin	ug/L	0.002	<0.002
Endosulfan II	ug/L	0.004	<0.004
DDD-p,p (4,4'-DDD)	ug/L	0.001	<0.001
DDT-p,p (Dicloro Difetil Tricloroetano)	ug/L	0.001	<0.001
Methoxychlor	ug/L	0.020	<0.02
Pesticidas Organoclorados			
Hexachlorobenzene	mg/L	0.00002	<0.00002
Pentachlorofenol	mg/L	0.00002	<0.00002
Lindano	mg/L	0.00002	<0.00002
Heptacloro	mg/L	0.00003	<0.00003
Aldrin	mg/L	0.00004	<0.00004
Heptacloro epóxido	mg/L	0.00003	<0.00003
Clordano-Trans	mg/L	0.00003	<0.00003
Endosulfan I	mg/L	0.00004	<0.00004
Clordano-Cis	mg/L	0.00003	<0.00003
Dieldrin	mg/L	0.00001	<0.00001
DDE-p,p (4,4'-DDE)	mg/L	0.00001	<0.00001
Endrin	mg/L	0.00002	<0.00002
Endosulfan II	mg/L	0.00004	<0.00004
DDD-p,p (4,4'-DDD)	mg/L	0.00001	<0.00001
DDT-p,p (Dicloro Difetil Tricloroetano)	mg/L	0.00001	<0.00001
Methoxychlor	mg/L	0.00002	<0.00002

L.D.M.: límite de detección del método.

Cod. FI 008/versión 01/ F.E.: 09/2020

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento solo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorios Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima y Pasaje Clorinda Molto de Turner N° 2079 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

Página 4 de 8

EXPERTS
WORKING
FOR YOU

**SAG**

LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION
SERVICE, INC. - IAS
CON REGISTROS TL-829 Y TL-951



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047



INFORME DE ENSAYO N° 168141-2022 CON VALOR OFICIAL

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Agua de Consumo Humano		
Matriz analizada	Agua para Uso y Consumo Humano		
Fecha de muestreo	2022-11-29		
Hora de inicio de muestreo (h)	09:33		
Coordenadas	0363500E 8699652N		
Altitud (msnm)	1946		
Condiciones de la muestra	Refrigerada/ Preservada		
Descripción del Punto de Muestreo	Pozo Tubular		
Código del Cliente	PP-01		
Código del Laboratorio	22112883		
ENSAYOS ACREDITADOS ANTE IAS-829			
Ensayos	Unidades	L.D.M.	Resultados
TRIHALOMETANOS			
Cloroform (Cloroformo)	ug/L	1.8	<1.8
Bromodichloromethane (Bromodichlorometano)	ug/L	1.7	<1.7
Dibromochloromethane (Dibromodichlorometano)	ug/L	1.7	<1.7
Bromoform (Bromoformo)	ug/L	1.7	<1.7
TRIHALOMETANOS			
Cloroform (Cloroformo)	mg/L	0.0018	<0.0018
Bromodichloromethane (Bromodichlorometano)	mg/L	0.0017	<0.0017
Dibromochloromethane (Dibromodichlorometano)	mg/L	0.0017	<0.0017
Bromoform (Bromoformo)	mg/L	0.0017	<0.0017

L.D.M.: límite de detección del método.

EXPERTS
WORKING
FOR YOU

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de perechibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorios: Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima y Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

Página 5 de 8

**SAG**

LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION
SERVICE, INC. - IAS
CON REGISTROS TL-829 Y TL-951



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047



INFORME DE ENSAYO N° 168141-2022 CON VALOR OFICIAL

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Agua de Consumo Humano	
Matriz analizada	Agua para Uso y Consumo Humano	
Fecha de muestreo	2022-11-29	
Hora de Inicio de muestreo (h)	09:33	
Coordenadas	0363500E 8999652N	
Altitud (msnm)	1946	
Condiciones de la muestra	Refrigerada	
Descripción del Punto de Muestreo	Pozo Tubular	
Código del Cliente	PP-01	
Código del Laboratorio	22112883	
ENSAYO ACREDITADO ANTE IAS-951		
Ensayo	Unidades	Resultados
Huevos de Helminetos		
Nemátodos		
Familia/Género/Especie:		
Ascaris sp.	Huevos/L	<1
Ancylostomídeo	Huevos/L	<1
Enterobius vermicularis	Huevos/L	<1
Trichuris sp.	Huevos/L	<1
Toxocara sp.	Huevos/L	<1
Strongyloídeo	Huevos/L	<1
Trichostrongyloídeo	Huevos/L	<1
Capillaria sp.	Huevos/L	<1
Trichostrongylus sp.	Huevos/L	<1
Celostodos		
Género/Especie:		
Diphylidium sp.	Huevos/L	<1
Taenia sp.	Huevos/L	<1
Moniezia sp.	Huevos/L	<1
Hymenolepis diminuta	Huevos/L	<1
Hymenolepis nana	Huevos/L	<1
Hymenolepis sp.	Huevos/L	<1
Tremátodos		
Género/Especie:		
Fasciola hepatica	Huevos/L	<1
Paragonimus sp.	Huevos/L	<1
Schistosoma sp.	Huevos/L	<1
Acantocéfalo		
Género:		
Macracanthorhynchus sp.	Huevos/L	<1
Total⁷	Huevos/L	<1

7: Indica el número de Huevos/L total por litro de muestra incluyendo todas las especies encontradas.

Nota: <1 es equivalente a 0, lo que indica la no detección de huevos de helmintos.

Los huevos de helmintos abarcan también a los huevos de helmintos intestinales

EXPERTS
WORKING
FOR YOU

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de preservación del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorios: Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima y Pasaje Clorinda Malto de Turner N° 2079 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

Página 6 de 8

**SAG**

LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION
SERVICE, INC. - IAS
CON REGISTROS TL-829 Y TL-951



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047



INFORME DE ENSAYO N° 168141-2022 CON VALOR OFICIAL

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Agua de Consumo Humano		
Matriz analizada	Agua para Uso y Consumo Humano		
Fecha de muestreo	2022-11-29		
Hora de inicio de muestreo (h)	09:33		
Coordenadas	0363500E		
	8899652N		
Altitud (msnm)	1946		
Condiciones de la muestra	Refrigerada/Preservada		
Descripción del Punto de Muestreo	Pozo Tubular		
Código del Cliente	PP-01		
Código del Laboratorio	22112883		
ENSAYO ACREDITADO ANTE INACAL-DA (Sede Lima1)			
Ensayo	L.D.M.	Unidades	Resultados
Metales totales			
Litio (Li)	0.00005	mg/L	0.02779
Berilio (Be)	0.00001	mg/L	0.00003
Boro (B)	0.0002	mg/L	0.0453
Sodio (Na)	0.003	mg/L	13.742
Magnesio (Mg)	0.004	mg/L	11.720
Aluminio (Al)	0.004	mg/L	0.008
Silicio (Si)	0.004	mg/L	9.558
Silice (SiO ₂)	0.008	mg/L	20.454
Silicato (SiO ₂)	0.01	mg/L	25.90
Fosforo (P)	0.002	mg/L	0.014
Potasio (K)	0.007	mg/L	1.219
Calcio (Ca)	0.004	mg/L	66.412
Titanio (Ti)	0.00005	mg/L	0.00063
Vanadio (V)	0.00004	mg/L	0.00115
Cromo (Cr)	0.0002	mg/L	0.0005
Manganeso (Mn)	0.00001	mg/L	0.00042
Hierro (Fe)	0.00005	mg/L	0.01746
Cobalto (Co)	0.000006	mg/L	0.000147
Níquel (Ni)	0.00002	mg/L	0.00634
Cobre (Cu)	0.0001	mg/L	0.0020
Zinc (Zn)	0.00005	mg/L	0.04413
Galio (Ga)	0.00002	mg/L	0.00011
Germanio (Ge)	0.00002	mg/L	0.00007
Arsénico (As)	0.00001	mg/L	0.00115
Selenio (Se)	0.0002	mg/L	<0.0002
Rubidio (Rb)	0.00002	mg/L	0.00219
Estroncio (Sr)	0.00001	mg/L	0.27099
Zirconio (Zr)	0.00002	mg/L	0.00042
Niobio (Nb)	0.00001	mg/L	0.00019
Molibdeno (Mo)	0.00005	mg/L	0.00050
Plata (Ag)	0.00002	mg/L	0.00250
Cadmio (Cd)	0.00002	mg/L	0.00013
Indio (In)	0.00002	mg/L	0.00005
Estaño (Sn)	0.0004	mg/L	<0.0004
Antimonio (Sb)	0.0001	mg/L	0.0002
Cesio (Cs)	0.00002	mg/L	0.00016
Bario (Ba)	0.00002	mg/L	0.00236
Lantano (La)	0.000002	mg/L	0.000074
Cerio (Ce)	0.000004	mg/L	0.000070
Yterbio (Yb)	0.00001	mg/L	0.00005
Lutecio (Lu)	0.000001	mg/L	0.000058
Tantalio (Ta)	0.00001	mg/L	0.00014
Wolframio (W)/ Tungsteno	0.00002	mg/L	0.00026
Mercurio (Hg)	0.00002	mg/L	<0.00002
Talio (Tl)	0.00002	mg/L	0.00024
Plomo (Pb)	0.0001	mg/L	0.0001
Bismuto (Bi)	0.000004	mg/L	0.000272
Torio (Th)	0.000005	mg/L	0.000422
Uranio (U)	0.000002	mg/L	0.000832
L.D.M.: límite de detección del método.			

L.D.M.: límite de detección del método.

EXPERTS
WORKING FOR YOU

Cod. FI 0008/Versión 01/ F.E.: 09/2020

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de perechibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorios Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima y Pasaje Cipriada Matto de Turner N° 2079 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

Página 7 de 8



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION
SERVICE, INC. - IAS
CON REGISTROS TL-829 Y TL-951



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047



INFORME DE ENSAYO N° 168141 - 2022 CON VALOR OFICIAL

II. RESULTADOS PARA ORGANISMOS DE VIDA LIBRE

Producto declarado	Agua de consumo humano	
Matriz analizada	Agua para uso y consumo humano	
Fecha de muestreo	2022-11-29	
Hora de inicio del muestreo (h)	09:33	
Coordenadas UTM WGS 84	0363500E	
	8899652N	
Altitud (msnm)	1946	
Descripción del punto de muestreo	Pozo Tubular	
Condiciones de la muestra	Preservada	
	Volumen de muestra: 8 L	
Código del Cliente	PP-01	
Código del Laboratorio	22112883	
ENSAYOS ACREDITADOS ANTE INACAL-DA (SEDE LIMA 2)		
Ensayo de Organismos de Vida Libre		
GRUPO	Unidad	Resultados
ALGAS	Org./L	<1
PROTOZOARIOS	Org./L	<1
COPEPODOS	Org./L	<1
ROTIFEROS	Org./L	<1
NEMATODOS	Org./L	<1
TOTALES DE ORGANISMOS DE VIDA LIBRE (Org./L)		<1

Nota 1: La expresión de los resultados es para la matriz de Agua para uso y consumo humano según:

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

Nota 2: <1 es equivalente a cero, lo que indica la no detección de Organismos/L en la muestra.

Lima, 16 de Diciembre del 2022

17023

EXPERTS
WORKING
FOR YOU

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la autenticidad de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Página 8 de 8

Laboratorios Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima y Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

ANEXO 5 PANEL FOTOGRÁFICO

Figura 1 vista panorámica del sector de PP-01

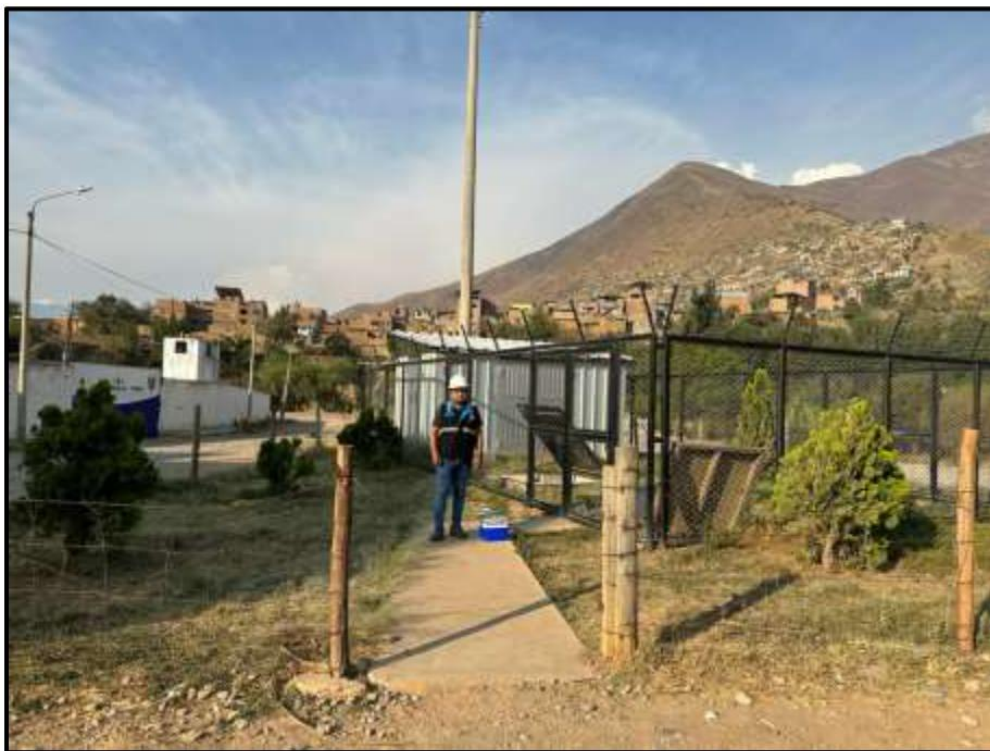


Figura 2 Recolección de las muestras de agua en el PP-01



Figura 3 Preservación de las muestras de agua en el PP-01



Figura 4 Preservación de las muestras de agua en el PP-01



Figura 5 Procedimiento de medición de los parámetros insitu en el PP-01



Figura 6 Infraestructura de la estación de bombeo - PP-01



Figura 7 Muestras recolectadas del punto de muestreo PP-01 para ser enviadas al Laboratorio de Ensayo



Figura 8 Vista panorámica del sector del PP-02



Figura 9 Proceso de recolección de las muestras de agua en el PP-02



Figura 10 Infraestructura de la estación de bombeo 02 - PP-02

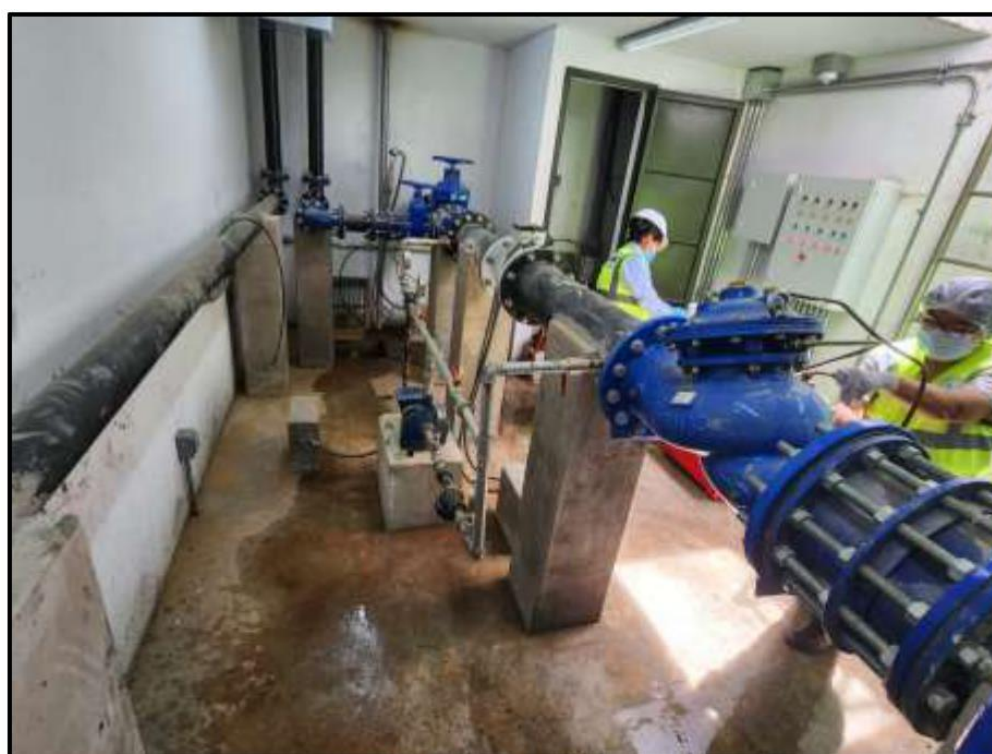


Figura 11 Proceso de medición de los parámetros insitu en el PP-02



Figura 12 Muestras recolectadas del punto de muestreo PP-02 para ser enviadas al Laboratorio de Ensayo

