

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL



**CALIDAD DEL AGUA EN LAS ZONAS DE AMPLIACIÓN DE REDES
DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA EPS “SEDA
HUÁNUCO” – SUCURSAL LEONCIO PRADO, EN EL DISTRITO DE
RUPA RUPA**

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTADO POR:

ORIHUELA GARCIA ORIANNA FRANCESCKA

Tingo Maria – Perú

2024



ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS N° 052-2024-ERNR-UNAS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 13 de marzo de 2024, a horas 3:15 p.m. de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Recursos Naturales Renovables para calificar la tesis titulada:

“CALIDAD DEL AGUA EN LAS ZONAS DE AMPLIACIÓN DE REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA EPS “SEDA HUÁNUCO” – SUCURSAL LEONCIO PRADO, EN EL DISTRITO DE RUPA RUPA”

Presentado por la Bachiller **ORIHUELA GARCIA, Orianna Francescka**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADO** con el calificativo de **“BUENA”**.

En consecuencia, la sustentante queda apto para optar el Título Profesional de **INGENIERO AMBIENTAL** que será aprobado por el Consejo de Facultad, Tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título Correspondiente.

Tingo María, 09 de mayo de 2024


Dr. VICTOR M. BETETA ALVARADO
PRESIDENTE


Blgo. MSc. CÉSAR A. GOZME SULCA
MIEMBRO


Mclgo. MSc. LUIS A. SANCHEZ ROMERO
MIEMBRO


Ing. MSc. ABBY S. DA CRUZ RODRIGUEZ
ASESORA


Ing. MSc. CAROLYN V. BARDALES TURPO
ASESORA



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE INVESTIGACIÓN - DGI
REPOSITORIO INSTITUCIONAL - UNAS

Correo: repositorio@unas.edu.pe



“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 169 - 2024 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

Ingeniería Ambiental

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de Suficiencia Profesional	
-------	---	------------------------------------	--

TITULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
CALIDAD DEL AGUA EN LAS ZONAS DE AMPLIACIÓN DE REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA EPS "SEDA HUÁNUCO" – SUCURSAL LEONCIO PRADO, EN EL DISTRITO DE RUPA RUPA	ORIHUELA GARCIA ORIANNA FRANCESCKA	20 % Veinte

Tingo María, 27 de mayo de 2024



Dr. Tomas Menacho Mallqui
JEFE

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL



**CALIDAD DEL AGUA EN LAS ZONAS DE AMPLIACIÓN DE REDES
DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA EPS “SEDA
HUÁNUCO” – SUCURSAL LEONCIO PRADO, EN EL DISTRITO DE
RUPA RUPA**

Autor	: Bach. Orihuela Garcia Orianna Francescka
Asesor(es)	: Ing. Msc. Abby Solange Da Cruz Rodriguez Ing. Carolyn Verónica Bardales Turpo
Programa de investigación	: Química ambiental
Línea de investigación	: Ciencias y Tecnologías Ambientales
Eje temático	: Calidad ambiental
Lugar de ejecución	: EPS Seda Huánuco S.A – Sucursal Leoncio Prado
Duración	: 6 meses
Financiamiento	: S/. 7 324,90

Tingo María – Perú
2024

VICERRECTOR DE INVESTIGACION
OFICINA DE INVESTIGACION



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCION DEL
TITULO UNIVERSITARIO, INVESTIGACION DOCENTE
Y TESIS TA

(Resol. N°113-2019-CU-R-UNAS)

1. Datos Generales de Pregrado

Universidad	: Universidad Nacional Agraria de la Selva
Facultad	: Facultad de Recursos Naturales Renovables
Título de tesis	: Calidad del agua en las zonas de ampliación de redes de distribución de agua potable de la EPS “Seda Huánuco” – sucursal Leoncio Prado, en el distrito de Rupa Rupa
Autor	: Orihuela Garcia, Orianna Francescka
Asesor de Tesis	: Ing. Msc. Abby Solange Da Cruz Rodriguez Ing. Msc. Carolyn Veronica Bardales Turpo
Escuela Profesional	: Ingeniera Ambiental
Programa de investigación	: Química Ambiental
Línea de investigación	: Ciencias y Tecnologías Ambientales
Eje temático	: Calidad Ambiental
Lugar de ejecución	: EPS Seda Huánuco S.A – sucursal Leoncio Prado
Duración del trabajo	: 6 meses Inicio : Noviembre 2022 Término : Abril 2023
Financiamiento	: FEDU : S/ 0,00 Propio : S/ 7 324,90 Otros : S/ 0,00

Tingo María, Perú, Mayo 2024

Orianna Francescka Orihuela
Garcia
Tesis ta

Ing. MSc. Abby Solange Da Cruz
Rodriguez
Asesora

Ing. MSc. Carolyn Veronica Bardales
Turpo
Co asesora

DEDICATORIA

A mis **abuelos NORA HERMOZA Y CARLOS GARCÍA**, por ser mis mayores referentes quienes desde pequeña guiaron mis pasos en esta vida, gracias a ustedes soy una mujer formada con valores y principios. **AURORITA** esto va por ti también, espero que desde el cielo te sientas orgullosa.

A mis **padres MARGOT GARCÍA Y EDWIN ORIHUELA**, por darme la vida, forjarme una educación y su apoyo en todo este tiempo con incondicionalidad, impulsándome a lograr los objetivos que tengo trazados en la vida.

A mi **hermano ANDRÉ ORIHUELA** y **primos ARLEEN, KARLA, DIEGO Y CARLITOS GARCÍA**, sepan que todo lo que desean lo pueden lograr en esta vida con trabajo duro y dedicación.

A mis **tíos CARLOS, JORGE Y CÉSAR GARCÍA**, por ser parte de mi crecimiento y formación, por sus consejos y apoyo siempre que los he necesitado.

A mi **ahijado AZIEL GARCÍA ÁLVAREZ**, por ser motivación y alegría en mi vida.

AGRADECIMIENTO

A **DIOS**, por darme fortaleza, constancia y sabiduría, guiando mis pasos en las adversidades, concediéndome el don de la resiliencia y perseverancia en este largo camino de la vida que aún continúa.

A los **docentes** de mi alma máter la **UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**, que gracias a sus conocimientos brindados contribuyeron a mi formación profesional reafirmando mi vocación por la Ingeniería Ambiental.

A los **miembros** de la **EPS “SEDA HUÁNUCO” – SUCURSAL LEONCIO PRADO**, por ser un gran equipo de trabajo y su completa disposición para el apoyo en brindar la información requerida para mi investigación, en especial a la **ING. CAROLYN BARDALES**, trabajadora de la entidad y también mi **co asesora**, una líder, gran ser humano que me brindó sus conocimientos y apoyo en este proceso.

A mi **asesora ING. MSC. ABBY SOLANGE DA CRUZ**, por la orientación, insistencia y paciencia en todo este proceso hasta la culminación de este estudio.

A mi **FAMILIA**, por siempre incentivar me a ser mejor cada día, por su insistencia y acompañamiento en este proceso.

A mi amiga de universidad **ASHLY UNZUETA** por su disposición de apoyo y orientación con su experiencia; también haciendo una mención especial a sus padres por la acogida y su solidaridad en este recorrido.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivo general	1
1.2. Objetivos específicos.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Marco teórico	3
2.1.1. Aguas subterráneas	3
2.1.2. Agua potable	3
2.1.3. Control de calidad del agua potable.....	3
2.1.4. Importancia del control de calidad del agua potable	3
2.1.5. Aspectos físicos	5
2.1.6. Parámetros de control de calidad	5
2.1.7. Aspectos microbiológicos.....	6
2.1.8. Parámetros microbiológicos.....	6
2.1.9. Empresa Prestadora de Servicios “Seda Huánuco S.A”	8
2.2. Antecedentes	10
2.2.1. Internacionales	10
2.2.2. Nacionales.....	11
III. MATERIALES Y MÉTODOS	14
3.1. Lugar de ejecución	14
3.1.1. Ubicación geográfica	14
3.1.2. Ubicación política	14
3.1.3. Características climáticas.....	14
3.2. Materiales y métodos.....	15
3.2.1. Materiales y equipos	15
3.2.2. Metodología	
3.2.3. Análisis de estudio	
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21
4.1. Análisis de los parámetros de control de calidad de agua de los usuarios y no usuarios del servicio de agua potable de la EPS “Seda Huánuco” – sucursal Leoncio Prado.....	21

4.2. Análisis de los parámetros microbiológicos del agua de los usuarios y no usuarios del servicio de agua potable de la EPS “Seda Huánuco” – sucursal Leoncio Prado .	24
4.3. Evaluación la factibilidad de las posibles zonas de ampliación de redes de distribución de agua potable de la EPS “Seda Huánuco”	28
4.3.1. Continuidad.....	28
4.3.2. Presión.....	28
4.3.3. Calidad	29
4.3.4. Encuestas.....	29
V. CONCLUSIONES.....	34
VI. PROPUESTAS A FUTURO	35
VII. REFERENCIAS	36
VIII. ANEXO.....	39

ÍNDICE DE TABLA

Tabla	Página
1. Guía para el control de calidad del agua potable.....	4
2. Límites Máximos Permisibles de Parámetros de calidad organoléptica	6
3. Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos	7
4. Puntos de muestreo usuarios zona urbana – AA.HH Keiko Sofía	16
5. Puntos de muestreo no usuarios zona urbana – AA.HH 9 de Octubre.....	16
6. Puntos de muestreo usuarios zona Sur – AA.HH Buen Camino.....	16
7. Puntos de muestreo no usuarios zona Sur – AA.HH Buen Camino.....	17
8. Operatividad de las variables.....	20
9. Parámetros de control de calidad - usuarios	21
10. Parámetros de control de calidad - no usuarios	22
11. Parámetros microbiológicos – usuarios.....	24
12. Parámetros microbiológicos - no usuarios.....	26
13. Presión del agua.....	28
14. Parámetros de control de calidad – usuarios	39
15. Parámetros de control de calidad – no usuarios	39
16. Parámetros de control de calidad – usuarios	40
17. Parámetros de control de calidad – no usuarios	41
18. Parámetros de control de calidad – usuarios	41
19. Parámetros de control de calidad – no usuarios	42
20. Parámetros microbiológicos – usuarios.....	43
21. Parámetros microbiológicos – no usuarios.....	44
22. Parámetros microbiológicos – usuarios.....	46
23. Parámetros microbiológicos – no usuarios.....	47
24. Parámetros microbiológicos – usuarios.....	48
25. Parámetros microbiológicos – no usuarios.....	49
26. Presión del agua.....	51
27. Presión del agua.....	51
28. Presión del agua.....	51
29. Género del encuestado.....	52

30. Edad del encuestado	52
31. Continuidad	52
32. Percepción organoléptica.....	52
33. Percepción de cloración.....	53
34. Percepción de presión.....	53
35. Percepción de pago.....	53

ÍNDICE DE FIGURA

Figura	Página
1. Ubicación política de la Ciudad de Tingo María.....	14
2. Ubicación de los puntos de muestreo en la zona urbana	16
3. Ubicación de los puntos de muestreo en la zona sur	17
4. Percepción sobre la continuidad	29
5. Percepción organoléptica.....	30
6. Percepción de cloración.....	31
7. Percepción de la presión	32
8. Disponibilidad de pago	33
9. Desinfección de las llaves del grifo	54
10. Toma de muestras zona urbana – usuarios	54
11. Toma de muestras zona urbana – no usuarios	55
12. Toma de muestras zona sur – no usuarios	55
13. Toma de muestras zona sur – usuarios	56
14. Evaluación de PCC zona urbana – usuarios	56
15. Evaluación de PCC zona urbana – no usuarios	57
16. Evaluación de PCC zona sur – usuarios	57
17. Evaluación de PCC zona sur – no usuarios	58
18. Evaluación de PCC zona sur – no usuarios	58
19. Vertimiento de los caldos de cultivo en las placas Petri.....	59
20. Filtración de las muestras	59
21. Colocación de las celdas en las placas con medio de cultivo.....	60
22. Rotulación de las placas con muestra	60
23. Incubación de bacterias coliformes totales y heterotróficas en la estufa.....	61
24. Incubación de bacterias termotolerantes y <i>Escherichia Coli</i> en la incubadora	61
25. Recuento de colonias	62
26. Recuento de colonias de bacterias heterotróficas	62
27. Colonias de bacterias coliformes totales	63
28. Colonias de bacterias termotolerantes	63
29. Colonias de bacterias <i>Escherichia Coli</i>	64

30.	Esterilización y eliminación de bacterias	64
31.	Encuesta a usuarios de la zona urbana.....	65
32.	Encuesta a no usuarios de la zona urbana.....	65
33.	Encuesta a usuarios de la zona sur	66
34.	Encuesta a usuarios de la zona sur	66

RESUMEN

Este estudio se ejecutó con la intención de evaluar la calidad del agua en las zonas de ampliación de redes de distribución de agua potable de la EPS “Seda Huánuco” – sucursal Leoncio Prado, en el distrito de Rupa Rupa, para lo cual se trabajó con un total de 8 puntos de muestreo de los cuales 4 fueron usuarios y 4 no usuarios en los límites de la zona urbana y sur respectivamente. Las variables evaluadas fueron los parámetros de control de calidad, parámetros microbiológicos y la factibilidad de ampliación de las redes de distribución de agua potable de dicha empresa. Las dos primeras variables en mención fueron comparadas con los estándares de calidad nacionales establecidos por el Ministerio de la Salud (MINSA) y la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS).

Con el resultado obtenido de cada evaluación, se concluyó que el agua potable suministrada por la EPS “Seda Huánuco” en el distrito de Rupa Rupa, es de buena calidad, apta para el consumo humano, en cumplimiento con la disposición nacional (Decreto Supremo N° 031 – 2010 – SA). En cuanto a la posibilidad de ampliación de redes, esta sería viable siempre y cuando se realice una mejora del sistema (continuidad y presión), para cubrir el abastecimiento de la población total. Asimismo, mediante los análisis realizados y la percepción de los no usuarios, se pudo concluir que el agua que actualmente consumen no cumple con los parámetros básicos de control de calidad ni microbiológicos, siendo no recomendable su ingesta, amenazando la salud de los pobladores del sector.

Palabras clave: calidad del agua potable, parámetros de control de calidad, parámetros microbiológicos, percepción.

ABSTRAC

This study was executed with the intention of evaluating the quality of the water in the amplification zones of the potable water distribution networks from EPS “Seda Huánuco” – Leoncio Prado branch, in the Rupa Rupa district [of Peru]. In order to do this, eight sampling points were used, of which four were clients and four were non-clients within the urban zone and the south, respectively. The variables that were evaluated were the quality control parameters, microbiological parameters, and the feasibility of amplifying the potable water distribution networks of said company. The first two variables mentioned were compared with the national quality standards, established by Ministry of Health (MINSA – acronym in Spanish) and the Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS – acronym in Spanish).

With the results obtained from each evaluation, it was concluded that the potable water supplied by EPS “Seda Huánuco” in the Rupa Rupa district was of good quality, apt for human consumption, in compliance with the national standards (supreme decree N° 031 – 2010 – SA). With respect to the possibility of the amplification of the networks, this would be viable whenever an improvement is made to the system (continuity and pressure), in order to cover the supply to all of the population. At the same time, through the analyses that were done, and the perception of the non-clients, it was concluded that the water that is currently consumed does not comply with the basic parameters for quality control, nor with the microbiological [standards], thus, it is not recommended for ingestion, threatening the health of the townspeople in the sector.

Keywords: potable water quality, quality control parameters, microbiological parameters, perception

I. INTRODUCCIÓN

El agua es un componente indispensable para la vida de un ser sobre la tierra, y logra la integración de todos los ecosistemas. Gracias a la historia, está demostrado que las primeras poblaciones de seres vivos se vieron obligados a formarse alrededor de una fuente de agua y esto es porque el hombre necesita este elemento natural proveniente del ecosistema, para el desarrollo de sus actividades y su propia supervivencia. Sin embargo, con excepción del agua pura, no debe ponerse a disposición del consumo humano sin antes someterse a un tratamiento para eliminar todos los elementos contaminantes ya sean físicos, químicos y/o bacteriológicos que puedan poner en amenaza el bienestar del consumidor.

En el Perú, los pobladores de la zona urbana reciben el servicio de tratamiento de aguas residuales y agua para consumo a través de las Empresas Prestadoras de Servicios de Saneamiento (EPS) quienes son los responsables de asegurar a los usuarios la buena calidad del agua, sin riesgo de afecciones a la salud, en cantidad suficiente que pueda abastecer a la población y a un costo accesible al consumidor. Según la data, desde el mes de mayo en 2019 hasta abril del 2020, el 90,8% (29 millones 525 mil) de los peruanos accedieron a un agua tratada procedente de la red pública (INEI, 2020).

Es muy importante asegurarse de que el agua destinada para consumo sea de buena calidad, ya que muchas enfermedades, sobre todo gastrointestinales, son originadas a causa de la ingesta de agua contaminada; es ahí donde radica la importancia de su tratamiento de desinfección, para disminuir en gran medida las posibilidades de contraer dichas enfermedades y contribuir a la mejoría de la salud pública.

Por lo tanto teniendo en cuenta el ámbito local surge la siguiente incógnita: ¿Cuál es la calidad del agua en las zonas de ampliación de redes de distribución de agua potable de la EPS “Seda Huánuco” – sucursal Leoncio Prado, en el distrito de Rupa Rupa? teniendo como hipótesis que: existe diferencia entre la calidad del agua en las zonas de ampliación de redes de distribución (usuarios y no usuarios) del servicio de agua potable de la EPS “Seda Huánuco” – sucursal Leoncio Prado, calificándolas respectivamente como apta y no apta para el consumo humano.

1.1. Objetivo general

Evaluar la calidad del agua en las zonas de ampliación de redes de distribución de agua potable de la EPS “Seda Huánuco” – sucursal Leoncio Prado, en el distrito de Rupa Rupa.

1.2. Objetivos específicos

Analizar los Parámetros de Control de Calidad del agua de los usuarios y no usuarios del servicio de agua potable de la EPS “Seda Huánuco” – sucursal Leoncio Prado, en el distrito de Rupa Rupa.

Analizar los parámetros microbiológicos del agua de los usuarios y no usuarios del servicio de agua potable de la EPS “Seda Huánuco” – sucursal Leoncio Prado, en el distrito de Rupa Rupa.

Evaluar la factibilidad de las posibles zonas de ampliación de redes de distribución de agua potable de la EPS “Seda Huánuco” – sucursal Leoncio Prado, en el distrito de Rupa Rupa.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Marco teórico

2.1.1. Aguas subterráneas

Las aguas subterráneas provienen de la filtración directamente del suelo a través de lluvias o nieve, o de forma indirecta por lagos, ríos entre otros. Si el agua superficial llega a un nivel superior del nivel freático (influyente) se obtiene un aumento en las aguas subterráneas, de ser en caso opuesto, si el nivel del agua superficial es inferior al nivel freático (efluente) contribuye al aporte de aguas superficiales (Villón, 2002).

Al perforar un pozo a profundidad, luego de un tiempo se encontrará agua y esta ascenderá hasta un nivel determinado. Cuando se logra la misma proporción entre la fuerza hidrostática y la atmosférica en el agua, a este equilibrio se le denomina de nivel freático (Villón, 2002).

2.1.2. Agua potable

Es aquella que llega a usuario y es apta para su consumo, la preparación de alimentos y hasta el aseo personal. El tratamiento del agua consta de varios procesos diseñados para remover las impurezas que en ésta existen, entre los más convencionales se encuentran la floculación, sedimentación y filtración, todos estos destinados a la purificación del agua y eliminación de carga bacteriana. Cabe resaltar que si el agua de la misma fuente (agua cruda) está limpia, por ende, los procesos para su potabilización serán más sencillos y menos costosos (Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento [SUNASS], 2004).

2.1.3. Control de calidad del agua potable

Hace referencia a un cúmulo de actividades dentro de las cuales se planifica, programa y coordina con los diferentes sectores, para lograr un agua potable de calidad y que estas características permanezcan hasta llegar al usuario final, de modo que su toma no represente afección sanitaria alguna, en cumplimiento con la normativa vigente. El control de la calidad de esta sustancia tratada para ser consumida debe proyectarse como indicador de un criterio sistémico, incluyendo actividades de operación, mantenimiento y control de las empresas, para corroborar la calidad del servicio brindado y garantizar la satisfacción de los consumidores (SUNASS, 2004).

2.1.4. Importancia del control de calidad del agua potable

La medición de los parámetros de control de calidad es crucial porque, con los resultados es posible conocer las propiedades del agua después de su depuración y en caso

lo amerite se tomará las acciones correctivas/mitigadoras para la mejora la calidad de este elemento (SUNASS, 2004).

Tabla 1. Guía para el control de calidad del agua potable

Tipo de control	Parámetro	Registro de calidad	Norma/agua	Toma de muestras
Desinfección	Cloro residual	80% de las muestras de red deben contener > 0,5 mg/L	Directiva sobre desinfección del agua R.S N°190-97-SUNASS	En la red de distribución. Efluente de los reservorios. Efluente de las plantas de tratamiento. Efluente de fuentes subterráneas.
		95% de las muestras de la red deben estar sin coliformes totales	Norma nacional / guía OMS	En la red de distribución. Efluente de los reservorios. Efluente de las plantas de tratamiento. Efluente de fuentes subterráneas.
Bacteriológico	Coliformes totales	100% de las muestras de la red deben estar sin coliformes termotolerantes.		
Físico	Turbiedad	< 5 UNT	Norma nacional / guía OMS y directiva sobre control de calidad del agua R.S N°1121-99-SUNASS	En la red de distribución Efluente de los reservorios Efluentes de las plantas de tratamiento y de fuentes subterráneas
	pH	6,5 - 8,5		
	Conductividad	< 1500 μ S/cm		

Fuente: SUNASS (2004)

2.1.5. Aspectos físicos

El agua tiene ciertas propiedades consideradas características físicas porque son percibidas por el olfato, vista y/o gusto, e inciden directamente en la estética y aceptabilidad del agua.

2.1.6. Parámetros de control de calidad

A. Cloro residual libre

Se denomina así a la dosis de hipoclorito de sodio que queda retenida en el agua potable después de la cloración, esto como un proceso de tratamiento para prevenir una posible contaminación microbiana (Ministerio de Salud [MINSA], 2011).

B. Color

El color del agua está determinado por la presencia de sustancias orgánicas naturales y/o húmicas, así como por la posible existencia de minerales.

El pH, tiempo de contacto, la temperatura y solubilidad de las sustancias, también intervienen como indicadores sensoriales para establecer la calidad del agua potable (Oliden et al., 2019).

C. Turbiedad

Es la capacidad que tienen las sustancias en estado coloidal de disgregar la luz que se refracciona en el agua, y su unidad de medida es NTU (Nephelometric Turbidity Units). El resultado obtenido con la medición de este parámetro refleja la pureza en el agua a consumir, evidenciando una desinfección eficiente y dando confianza al consumidor para su ingesta exenta de daños a la salud (American Public Health Association [APHA], 1995).

D. pH

Indica la proporción de iones de hidrógeno presentes en el agua y según sus niveles muestra si la sustancia se comportará como una solución ácida, neutra o básica. Esta es una medida importante para interpretar el rango de disociación de los elementos químicos, influyendo también de directa o indirectamente en la caracterización de los sistemas biológicos de los cuerpos de agua naturales (Mejía, 2005).

E. Conductividad eléctrica

Es una variable que refleja la capacidad de conducir electricidad dentro del agua a causa de la presencia de sales disueltas, manteniendo una relación directamente (Dirección General de Salud Ambiental [DIGESA], 2010).

Tabla 2. Límites Máximos Permisibles de Parámetros de calidad organoléptica

Parámetros	Unidad de medida	Límite Máximo Permissible
Olor	-	Aceptable
Sabor	-	Aceptable
Color	UCV escala Pt/ Co	1,5
Turbiedad	UNT	5
pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
Conductividad	umho/cm	1 500
Sólidos totales disueltos	mg/ L	1 000
Cloruros	mg Cl/ L	250
Sulfatos	mg SO ₄ / L	250
Dureza total	mg CaCO ₃ / L	500
Amoniaco	mg N/ L	1,5
Hierro	mg Fe/ L	0,3
Manganeso	mg Mn/ L	0,4
Aluminio	mg Al/ L	0,2
Cobre	mg Cu/ L	2
Zinc	mg Zn/ L	3
Sodio	mg Na/ L	200

Fuente: MINSA (2011).

2.1.7. Aspectos microbiológicos

Garantizar la salubridad por ausencia de carga microbiológica en el aprovisionamiento de agua potable es posible con el empleo de varias barreras, desde la cuenca de captación hasta destino final que llega a ser el consumidor; con la protección del recurso hídrico, seleccionando que tratamientos adecuados aplicar, y la gestión de los sistemas de abastecimiento para la conservación de la calidad del agua tratada, evitando su contaminación o reduciéndola a un nivel que no sea lesivo para la salud. (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2006).

2.1.8. Parámetros microbiológicos

A. Bacterias heterotróficas

Son el grupo de bacterias que utilizan los componentes orgánicos de carbono como energía para su crecimiento, a diferencia de las bacterias autótrofas que aprovechan los componentes inorgánicos para tener potencia, y el CO₂ como origen de carbono.

Mediante este indicador se puede obtener y estudiar información útil junto con el índice de coliformes para el control de procesos o para comprobar la calidad proceso de desinfección. El número total de microorganismos heterótrofos es un indicador confiable de la eficacia de un procedimiento de desinfección (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente [CEPIS], 2002).

B. *Escherichia Coli*

Según Chávez et al. (2002) mencionan que la *E. Coli* es una bacteria gramnegativa de origen fecal, que regularmente es concurrente en amplias cantidades en los excrementos de los organismos de sangre caliente. Si se detecta *E. coli* en una muestra de agua, indica un defecto en la eficiencia del tratamiento, en la integridad del sistema y por tanto evidencia contaminación que puede ser originada de diversas fuentes: superficie terrestre, de agua dulce y en el tubo digestivo.

C. Coliformes totales

Es una familia heterogénea, que engloba a bacterias que se encuentran tanto en las excretas y en el ecosistema, suelos, materia vegetal en descomposición, así como en el agua con altos niveles de nutrientes. Es importante resaltar que hay especies que no se encuentran en las heces, no obstante si se pueden reproducir en el agua tratada de buena calidad; por ejemplo, *Serratia fonticola*, *Rahnella aquetilis* y *Buttiauxella agrestis* (SUNASS, 2004).

D. Coliformes termotolerantes o fecales

Los patógenos fecales son una preocupación importante a la hora de establecer objetivos sanitarios para la seguridad microbiana. La calidad microbiana del agua suele sufrir cambios drásticos y repentinos. Las concentraciones de patógenos pueden aumentar abruptamente, incrementando en gran medida la amenaza de provocar que surjan enfermedades propagadas por el agua.

Tabla 3. Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos

Parámetros	Unidad de medida	Límite Máximo Permissible
Bacterias coliformes totales	UFC/ 100ml a 35°C	0
<i>Escherichia Coli</i>	UFC/ 100ml a 44,5°C	0
Bacterias coliformes termotolerantes	UFC/ 100ml a 44,5°C	0
Bacterias heterotróficas	UFC/ 100ml a 35°C	500

Fuente: MINSA (2011)

2.1.9. Empresa Prestadora de Servicios “Seda Huánuco S.A”

La Empresa Municipal de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de Huánuco Sociedad Anónima, sucursal Leoncio Prado ubicado en el distrito de Rupa Rupa, es una entidad pública no financiera, según la ley N° 24948, Ley de la actividad empresarial del estado, su forma es de sociedad limitada, con estatutos se adaptan concorde a lo dispuesto en el artículo 26, inciso a, de la Ley General de Servicios de Saneamiento N° 26338, y sus disposiciones, aprobado por D.S N° 009-95-PRES.

La fecha de inicio que empezó a operar el sistema fue el 21 de octubre de 1992.

2.1.9.1. Sistema de abastecimiento

a. Fuente

El lugar de extracción se ubica en la franja marginal adyacente al río Huallaga. El suministro de agua para el distrito de Rupa Rupa se surte de agua subterránea recogida a través de tres pozos excavados al aire libre, tipo Caisson.

b. Captación

El agua proveniente del subsuelo utilizada para la dotación de agua potable al distrito de Rupa Rupa se recolecta a través de dos pozos abiertos, tipo Caisson; la profundidad de la capa freática es de 4 metros en estación seca. Estos pozos pueden recolectar agua del sub suelo que circula en orientación al río Huallaga, convirtiéndolo en un área de drenaje de agua subterránea en la captación; este hecho impide el agua superficial del río ingrese a los pozos Caisson pese a su cercanía de estos al margen del río (4 metros de longitud).

Caisson I: Dotado con una bomba turbina de centro perpendicular con un aforo de caudal de bombeo de 45 l/s, y 28 m de altura, potenciada por un motor eléctrico de 50 HP voltaje 220/440 voltios, Amperaje 132/66, de 1 772 RPM, con su tablero de control correspondiente. Su estado físico se puede considerar bueno, edificado en 1968 y abastecido por 2 electrobombas, que están operativas las 24 horas del día.

Caisson II: Bombea de forma directa al reservorio con soporte de 1800 m³, las 24 horas del día; las bombas trabajan de forma alterna, bombeando también al tanque elevado de 200 m³, a través de un by pass existente para alimentar a la zona sur. En temporada de sequía rinde 75 l/s aprox. y en la época de lluvias entre los meses de diciembre a abril, incrementa la obtención de agua subterránea hasta 100 l/s.

Caisson de Recarga: Situado en el sector de viviendas denominado “30 de enero”, tiene un abismo de 12 metros y una línea de conducción de 280 metros; proyectado para proveer a los dos pozos Caisson (01 y 02) ubicados en la Planta, a través de una tubería de alimentación que está a 280 metros aguas arriba de las estaciones de bombeo. Su característica es un pozo a tajo abierto del tipo Caisson que opera en temporadas de sequía entre los meses de junio a noviembre 24h diarias.

c. Líneas de impulsión y aducción

Líneas de Impulsión o conducción: Llevan el agua por el accionamiento de las diferentes electrobombas a los reservorios; La de 100 HP es de 14”, la de 50 HP es de 10” y la de 30 HP es de 8”. Sus coordenadas UTM:

Este 389 468 y Norte 8 971 570

Este 389 471 y Norte 8 971 574

Este 389 473 y Norte 8 971 569

Líneas de Aducción: Conformada por tuberías de 10, 12 y 16 pulgadas de diámetro, interconectando los reservorios con las líneas de distribución. Sus coordenadas UTM:

Este 390 514 y Norte 8 971 777

Este 388 527 y Norte 8 973 098

Este 389 861 y Norte 8 971 438

d. Planta de tratamiento

El único tratamiento que recibe el agua captada de los pozos anteriormente mencionados, es la purificación con cloro gaseoso, el cual es dosificado a través de una pequeña bomba booster, ubicada en la salida de los conductos de impulsión de los pozos Caisson.

En el Caisson 1, se tiene un clorador Wallace & Tiernan de inyección al vacío del tipo mural, y el Caisson 2, cuenta con un clorador Advance de inyección al vacío con capacidad 68 kg, motor Warning C48K2EC11 de 1 HP y 3450 rpm montado sobre el balón de gas. Debido a que se les realiza mantenimiento, los cloradores se encuentran en buen estado.

Respecto a los balones de cloro, en Caisson I se utilizan dos cilindros de 68 kg, y en Caisson II uno de 1 Tn; el producto se recepciona del proveedor y es descargado manualmente del camión de transporte y ubicado en el lugar correspondiente para su cambio e instalación.

e. Reservorios

Reservorio de la Zona Urbana: Situado en el AA. HH Sven Erickson sector II, tiene un aforo de 1 800 m³, estructura circular construida con concreto armado, d =18,80 m.; altura de fuste 7 m.; tubos de llegada de 14” y tubos de salida de 16”. Su ámbito de abastecimiento es el casco urbano del distrito de Rupa Rupa.

Tanque elevado Zona Sur: Tiene una capacidad de 200 m³, posicionado en Jr. José Olaya N° 342, su estructura es elevada 32m con tubería de llegada de 10” y la tubería de salida de 8” y con forma circular con d=8m., altura de fuste 4 m. Su ámbito de abastecimiento es el casco sur del distrito de Rupa Rupa.

Reservorio de la Zona Castillo Grande: Estructura con aforo de 1 000 m³, estructura apoyada, de forma circular d = 14,20m, tubería de llegada 8”, tubería de salida de 12”. Su ámbito de abastecimiento es el distrito de Castillo Grande.

f. Sistemas de bombeo

Caisson I, está surtido con dos electrobombas:

Electrobomba 1: De turbina de centro perpendicular con capacidad de impulso de la bomba es de 45l/s y 28 m de elevación, con motor de tres corrientes eléctricas alternas, de potencia de 50 HP, voltaje 220/440, 132/66 amperios, de 1772 RPM, y tablero de control que suministra al sector sur de Rupa Rupa.

Electrobomba 2: Marca “Delcrosa” de potencia 30 HP, voltaje 220/380/440, 76 / 43,8 / 38 amperios, con suficiencia de bombeo de 20 l/s. Surte al sector de Castillo Grande.

Caisson II: Surtido con 2 electrobombas de turbina de centro rígido y una es utilizada de manera alterna que provee al sector casco urbano de Rupa Rupa:

Electrobomba 1: Marca “Delcrosa”, Potencia 100HP, Voltaje 220/440, Amperaje 246/123, de 1765 RPM, capacidad de bombeo de 75lps.

Electrobomba 2: Marca “Delcrosa”, Potencia 100HP, Voltaje 220/380/440, Amperaje 246/142/123, de 1765 RPM, capacidad de bombeo de 75l/s.

2.2. Antecedentes

2.2.1. Internacionales

Según Cruz et al. (2020) en su evaluación de la percepción de los habitantes de cuatro lugares de la provincia de Cártago en Costa Rica, obtuvo los siguientes resultados: respecto a los servicios públicos de agua para consumo que reciben sus comunidades, se encontró que existe una asimetría significativa entre los diversos sistemas en

funcionamiento, algunos con disconformidad respecto a la cantidad de horas que recibe el servicio y las propiedades organolépticas que esta presenta. La encuesta realizada recogió las opiniones de 2 194 usuarios del sistema de dotación de agua en estos tramos, obteniendo como resultado la dependencia entre la variable satisfacción del usuario y las disconformidades generadas por el sistema, por lo que los pobladores optaron en tomar acciones correctivas dentro de su propia casa para minorar estas desventajas.

Baldeón (2018) realizó el control de la calidad del agua para consumo del hombre, mediante la evaluación de parámetros físicoquímicos y microbiológicos en la Parroquia San Andrés en Colombia, estableciendo siete puntos de muestreo en la fuente de agua, antes y después del tratamiento y cada punto se replicó tres veces, con análisis químicos, microbiológicos y físicos de todas las muestras de agua recolectadas y fueron comparadas con la norma NTE INEN 1 108 y el Acuerdo Ministerial N° 097 A, con el resultado de sus evaluaciones determinó que el agua que beben las personas dentro del ámbito de estudio, cumple con lo establecido en la NTE INEN 1 108 y el Acuerdo Ministerial N° 097 A del Ministerio del Ambiente en Ecuador.

Pérez (2016) basó su estudio en el análisis del agua potable de la región Occidental del país de Costa Rica; evaluando los siguientes parámetros: conductividad eléctrica, densidad, pH, dureza total, dureza del calcio, alcalinidad total, cloruro, magnesio y calcio, mediante espectrometría de absorción atómica. Las muestras de agua se obtuvieron de distintas zonas: Grecia, Naranjo, San Ramón, Poás, Zarcerro, San Carlos y Esparza. La data obtenida se contrarrestó con el Decreto N°32327-S del Reglamento para la Calidad del Agua Potable en Costa Rica y los resultados fueron satisfactorios, concluyendo que el agua que consumen los vecinos de las siete zonas estudiadas, cumplen con las condiciones mínimas para su ingesta.

2.2.2. Nacionales

González (2018) evaluó de la calidad del agua para consumo humano en la región Ucayali, específicamente en el AA.HH Señor de los Milagros que corresponde al distrito de Yarinacocha. La indagación fue efectuada en dos pozos de abastecimiento, donde se efectuó 4 mediciones, 3 análisis físicos, químicos y microbiológicos para lograr fiabilidad y sustento del método estadístico; y 1 análisis de metales pesados. Los resultados fueron: los valores adquiridos en las mediciones físicas, químicas y microbiológicas no superan los LMP consignados en el D.S N° 031 – 2010 – SA, sin embargo, en CRL se obtuvo 0 mg/ L, por tanto esta agua no es calificada salubre para el consumo de una persona.

Saldaña (2017) enfocó su trabajo investigativo en determinar la calidad del agua que ingieren los habitantes de Bambamarca. Durante 3 meses midió indicadores físicos, químicos y microbiológicos en 4 puntos de monitoreo (1 captación, 2 reservorios y 1 línea de distribución). Los resultados son los siguientes: los indicadores físicos y químicos medidos en las cuatro estaciones de monitoreo, obtuvieron valores aceptables dentro de lo especificado en la normativa vigente por la ECA Categoría A1, siendo aptas para el consumo humano del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Sin embargo, en los indicadores microbiológicos, se obtuvo que los Coliformes Totales y los Coliformes Termotolerantes cumplen con los LMP del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, a excepción de la muestra obtenida del punto CTC, evidenció una ligera contaminación con la presencia de Coliformes Totales, en el intervalo de agosto.

Villena (2018) en el artículo científico Calidad del agua y desarrollo sostenible, menciona que se debe poner mayor énfasis en el control de la calidad del agua que reciben los hogares. Los proveedores de este tipo de servicios se enfrentan con grandes desafíos en el proceso de desinfección del agua para asegurar su calidad, por lo que es importante centrarse en el desarrollo sostenible para garantizar la salubridad de este elemento desde su obtención en la fuente hasta la llegada al consumidor, resolviendo las controversias comunitarias y mejorando la salud pública de los moradores.

Hilachoque y Portocarrero (2022) llevaron a cabo su investigación en la localidad de Congata en Arequipa, para determinar si las características organolépticas del agua consumida por la comunidad afectan a la percepción de los habitantes de la ciudad. Con los resultados se concretó que el agua que consumen los lugareños de Congata – Arequipa es idónea, sin embargo, ante la percepción local, manifiestan cierta inconformidad, pues manifiestan que el agua destinada a su consumo no es grata al tacto ni al gusto, teniendo una opinión negativa y relacionándolo como consecuencia a la contaminación causada por la Sociedad Minera Cerro Verde que se encuentra en la misma región.

Inca (2018), para conocer la relación de la percepción de la calidad y el acceso del consumo de agua segura en familias de la red de Tamburco – Abancay, desde el enfoque cualitativo, descriptivo y correlacional, aplicó el cuestionario a sesenta y seis familias para conocer su percepción respecto al servicio que adquieren. El resultado obtenido fue el 72% de los implicados lo califica como un agua de consumo segura, concluyendo que existe una relación positiva alta y significativa entre la percepción de la calidad y la dimensión de la variable cloración.

Cherres (2020), determinó la aptitud físico-química y microbiológica del agua de consumo en el distrito de Tumbes. Con 38 muestras en total, tomadas en diferentes puntos de la ciudad, después de su recolección, en el laboratorio se evaluaron las variables físico-químicas y microbiológicas. El producto obtenido fue: conductividad eléctrica, con concentraciones desde 2260 $\mu\text{mho/cm}$ hasta 3480 $\mu\text{mho/cm}$, superando de forma considerable los LMP establecidos por el MINSA; en los valores de potencial de hidrógeno, STD, nitratos, metales pesados (Pb y Cr) y cloruros, sus valores fueron inferiores a los LMP. En lo que refiere a indicadores microbiológicos, en coliformes termotolerantes sus valores resultaron inferiores a los LMP; y con bacterias heterotróficas el recuento de colonias arrojó 536 UFC/ml y 704 UFC/ml, valores que exceden los LMP. Concluyendo que dicha agua no es apta para la ingesta de la población.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

3.1.1. Ubicación geográfica

El presente trabajo de investigación se realizó en el distrito de Rupa Rupa, ubicado en la página 19-k de la Carta Nacional del Instituto Geográfico Nacional, región Selva, en las coordenadas UTM: 390 636,56 Este y 8 969 849,07 Norte a una altitud de 649 m.s.n.m.

3.1.2. Ubicación política

La provincia de Leoncio Prado pertenece a la región centro del Perú, siendo su capital la ciudad de Tingo María, que limita al Norte con el distrito de Nuevo Progreso, por el Sur, con los distritos de Chinchao y Churubamba, por el Este, con la provincia Padre Abad, y por el Oeste, con las provincias de Marañón, Huacaybamba, Huamalíes y Dos de Mayo.

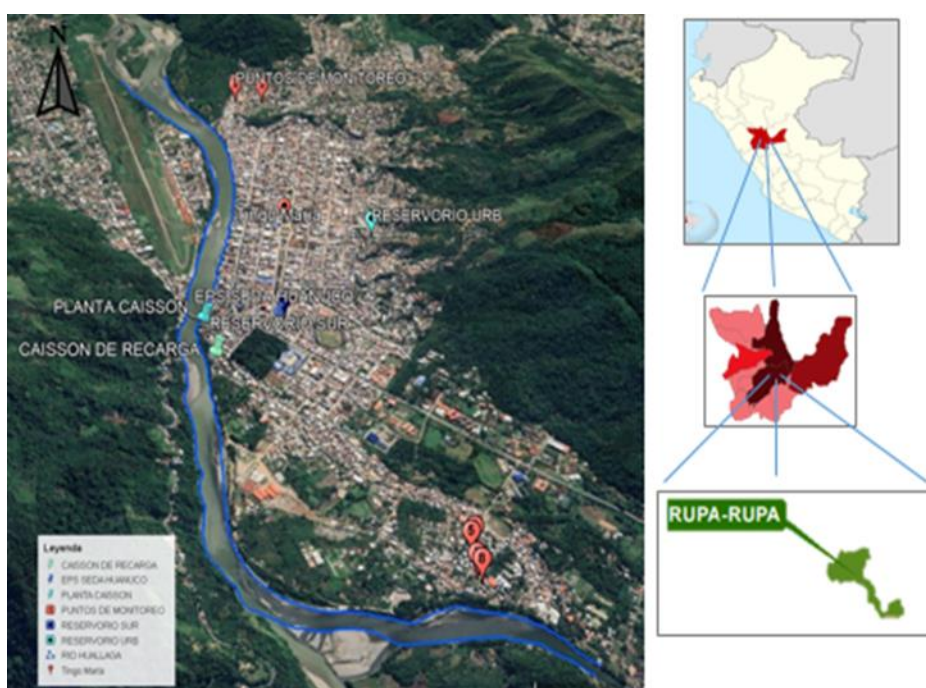


Figura 1. Ubicación política de la Ciudad de Tingo María

3.1.3. Características climáticas

Tiene una atmósfera tropical, cálida y húmeda, con una temperatura mínima de 18°C y máxima de 38°C; presencia de precipitaciones durante los meses de noviembre a marzo y la precipitación media anual es de 2 905,7 mm (Municipalidad Provincial de Leoncio Prado [MPLP], 2019). La humedad relativa promedio oscila entre 80% y 90% durante la estación de lluvias, y en estaciones secas estos promedios bajan considerablemente.

3.2. Materiales y métodos

3.2.1. Materiales y equipos

Los materiales de laboratorio y campo utilizados en esta investigación fueron: tablero, fichas de campo, guantes descartables, mascarilla quirúrgica, papel tissue, frascos de vidrio con boca ancha y tapa hermética de 250 ml, rotuladores, cooler con asa, agua destilada, vaso precipitado de 50 ml, matraz Erlenmeyer, placas Petri, celdas de filtración, caldos de cultivo: Plate Count Agar, M-FC Agar base, M-Endo Agar, Mac Conkey Agar.

Los equipos que se utilizaron fueron: pHmetro de marca Thermo scientific de modelo Orion star A221 con serie K11585, colorímetro de marca HACH de modelo DR-900 y serie 1,6062E+11, conductímetro de marca Thermo scientific modelo Orion star A222 y serie K13134, turbidímetro de marca HACH modelo 2100Q con serie 17120C063118, autoclave de marca PINMED modelo LS-B50L-II y serie 18L-01657, incubadora marca EUROLAB modelo DH125L y serie 2,01809E+11, balanza analítica marca ADAM modelo NBL2141 y serie AE9XC193, agitador magnético marca DLAB modelo MS-H-PRO y serie MQ177AK0000728, estufa marca KERT LAB modelo 9240A y serie 16080372, bomba de vacío eléctrica marca ROCKER modelo 811 y serie 167811-22-AHDB150, rampa para filtración al vacío marca ADVANTEC modelo KM3N y serie S/S.

3.2.2. Metodología

3.2.2.1. Análisis de los parámetros de control de calidad de agua de los usuarios y no usuarios del servicio de agua potable de la EPS “Seda Huánuco” – sucursal Leoncio Prado

Para el análisis de los parámetros de control, primero se estableció el procedimiento de muestreo determinado los puntos y frecuencia:

1. Puntos de muestreo: Los sitios para la toma muestras fueron seleccionados de la red de distribución de la matriz más lejana que tenga la EPS “Seda Huánuco”- Sucursal Leoncio Prado, en el distrito de Rupa Rupa: Zona Urbana (AA.HH Keiko Sofía) y Zona Sur (AA.HH Buen Camino). De ambos lugares se seleccionó cuatro usuarios del servicio de agua potable (Tabla 4, Tabla 6, Figura 2 y Figura 3) y cuatro colindantes que no sean usuarios de la empresa en mención, para la toma de muestras (Tabla 5, Tabla 7, Figura 2 y Figura 3), haciendo un total de ocho.

Tabla 4. Puntos de muestreo usuarios zona urbana – AA.HH Keiko Sofía

N°	Ubicación	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 18L	
		Norte	Este
1	Jr. Los Héroes Mz A Lt 24	8 973 158	390 362,8
2	Jr. Los Héroes Mz C Lt sn	8 973 132,8	390 351,2

Tabla 5. Puntos de muestreo no usuarios zona urbana – AA.HH 9 de Octubre

N°	Ubicación	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 18L	
		Norte	Este
3	Av. Los ángeles Mz F Lt 1	8 973 077,1	390 475,9
4	Av. Las vegas Mz E Lt 16	8 973 100,5	390 488,1

**Figura 2.** Ubicación de los puntos de muestreo en la zona urbana**Tabla 6.** Puntos de muestreo usuarios zona Sur – AA.HH Buen Camino

N°	Ubicación	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 18L	
		Norte	Este
5	Calle San Carlos Mz J Lt 19	8 969 942,3	390 020,7
6	Calle San Antonio Mz J Lt 21	8 969 956,6	390 048,9

Tabla 7. Puntos de muestreo no usuarios zona Sur – AA.HH Buen Camino

N°	Ubicación	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 18L	
		Norte	Este
7	Buen camino Mz A Lt 9	8 969 857	389 980,2
8	Buen camino Mz E Lt 05	8 969 792,1	390 002,1

**Figura 3.** Ubicación de los puntos de muestreo en la zona sur

2. Frecuencia del muestreo: Se realizó la toma de muestras en campo y de los parámetros de control de calidad una medición al mes, durante el periodo de tres meses: primer muestreo (12 de diciembre 2022), segundo muestreo (17 de febrero 2023) y tercer muestreo (10 de abril 2023). Los siguientes parámetros fueron determinados en campo: cloro residual libre (químico), turbiedad, conductividad y pH, (físicos). Teniendo en cuenta la calibración de los equipos antes del muestreo. Posteriormente se llena los resultados en una ficha de campo.

a. Cloro residual libre

Siguiendo el Manual de Análisis de Agua – Hach, se midió el cloro residual del agua potable con el equipo Colorímetro DR-900 previamente calibrado: se introdujo la celda contenida con el blanco de la muestra y cerrando la cubierta se presiona la tecla “Cero”. Luego se vierte un sobre de DPD a la muestra, agitando suavemente hasta que se disuelva y el agua tinte rosado. Nuevamente se introdujo la celda en el equipo y se realizó la medición anotando los resultados.

b. Turbiedad

Según el Manual de Análisis de Agua – Hach, para medir la turbiedad del agua potable, con el equipo Turbidímetro 2100Q previamente calibrado, llenamos la celda con la muestra, luego es introducida al equipo y se realiza la medición anotando los resultados en la ficha de campo.

c. Conductividad y pH

Según el Manual de usuario Thermo Scientific Orion Star, para medir la conductividad del agua potable, con el equipo Conductímetro A222 previamente calibrado, se procedió a llenar la muestra en un recipiente limpio, luego sumergimos el electrodo y esperamos a que la medición se realice. Anotación de los resultados.

3.2.2.2. Análisis de los parámetros microbiológicos del agua de los usuarios y no usuarios del servicio de agua potable de la EPS “Seda Huánuco” – sucursal Leoncio Prado

Para la toma de muestra y el análisis de los parámetros microbiológicos, se consideraron las siguientes indicaciones:

Utilizar guantes durante la toma de la muestra y desinfectar la salida de las redes (caños) antes de la toma de muestra.

Con los frascos previamente esterilizados, descubrimos la tapa y colocamos bajo la caída de agua, no se llena hasta el ras del envase, para tener facilidad en la agitación durante la siguiente etapa de análisis. Con el debido cuidado para evitar tocar el interior del frasco o colocarlo sobre alguna superficie sucia y así contaminar la muestra.

En el laboratorio se preparó los medios de cultivo, los cuales fueron vertidos en placas Petri previamente esterilizadas y esperamos que solidifique.

Para el trabajo con las Rampas al Vacío, colocamos los filtros de membrana y se vertimos 100 ml de la muestra en los embudos del equipo, procediendo a realizar el filtrado. Con una pinza esterilizada retiramos el filtro de membrana con el residuo y colocamos en la placa petri sobre el caldo solidificado.

Una vez obtenida todas las muestras, se incubó (las bacterias heterotróficas y coliformes totales a $35 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ y los termotolerantes y *E. Coli* se incuban a $44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$; ambos por 24 horas). Realizamos el recuento de colonias y finalmente aplicar la Ecuación 1:

$$\text{Colonias de coliformes} \left(\frac{\text{UFC}}{100\text{ml}} \right) = \frac{\text{Colonias de coliformes contadas}}{\text{ml de muestra filtrado}} \times 100 \quad (1)$$

Si el crecimiento cubre todo o parte del área de filtrado de membrana y las colonias no se separan, el resultado se registrará como “Crecimiento confluyente con o sin bacterias coliformes”.

Si el número total de colonias (coliformes y no coliformes) supera las 200 por membrana, o si estas son demasiado indistintas para contarlas con precisión, el resultado se registrará como “Demasiado numerosas para contar (TNTC)”.

3.2.2.3. Evaluación de la factibilidad de las posibles zonas de ampliación de redes de distribución de agua potable

La calidad del servicio se obtuvo con el análisis de los resultados de la evaluación de los parámetros de control de calidad y microbiológicos.

La presión y continuidad son datos obtenidos a través de la sub área de Control de Calidad de la empresa.

La aplicación de encuestas fue realizada a los mismos pobladores de las viviendas de las cuales fueron tomadas las muestras de agua tanto usuarios como no usuarios, con la finalidad de conocer cuál es su percepción, y si estuvieran dispuestos a pagar un adicional por la mejora.

3.2.3. Análisis de estudio

1) Nivel de investigación

Según Hernández et al. (2006), refieren que los estudios descriptivos –relacional recogen toda la información viable, de forma conjunta o independiente, esto es sujeto a las variables o conceptos en estudio, ya que buscan ver si existe relación entre las variables medidas.

2) Método de investigación

Considerado como inductivo, porque parte de las premisas específicas para la obtención de conclusiones.

3) Tipo de investigación

No experimental, por elección del investigador, que incluye la identificación de los lugares donde se hará la recopilación de datos del muestreo. Asimismo, el único propósito del muestreo aleatorio es recopilar y utilizar todos los datos obtenidos a través de la encuesta para el fin conveniente en la presente investigación.

4) Variables y operacionalización

Variable Y: Zonas de ampliación de redes

Dimensiones e indicadores:

- Evaluación de factibilidad (continuidad, presión, calidad, encuestas)

Variable X: Calidad del agua.

Dimensiones e indicadores:

- Parámetros de control de calidad (cloro residual libre, Ph, turbidez y conductividad eléctrica)
- Parámetros microbiológicos (coliformes totales, coliformes fecales, bacterias heterotróficas y *Escherichia Coli*.

Tabla 8. Operatividad de las variables

Variable	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	
Calidad del agua (Variable independiente)	Parámetros de control de calidad	Cloro residual libre	mg/ L	
		pH	Valor de pH	
		Turbidez	UNT	
		Conductividad eléctrica	(uS/cm)	
	Parámetros microbiológicos	Coliformes totales	UFC/ 100ml a 35°C	
		Coliformes fecales	UFC/ 100ml a 44,5°C	
		Bacterias heterotróficas	UFC/ 100ml a 35°C	
		<i>Escherichia Coli</i>	UFC/ 100ml a 44,5°C	
	Zonas de ampliación de redes (Variable dependiente)	Evaluación de factibilidad	Continuidad	Hrs
			Presión	Psi
Calidad			Glb	
Encuestas			Cualitativa	

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis de los parámetros de control de calidad de agua de los usuarios y no usuarios del servicio de agua potable de la EPS “Seda Huánuco” – sucursal Leoncio Prado

En la Tabla 9 se muestra los resultados promedio de las tres mediciones en campo del agua potable de los usuarios de la EPS “Seda Huánuco”. Los puntos evaluados están codificados como M1 y M2 para la Zona Urbana (AA.HH Keiko Sofía) y M5 y M6 para la Zona Sur (AA.HH Buen Camino).

Tabla 9. Parámetros de control de calidad - usuarios

Muestra	Parámetros	Unidad de Medida	Límite Máximo Permisible	Valor promedio
M1 zona urbana	Cloro residual	mg L ⁻¹	> 0.5	1,31
	pH	Valor de pH	6,5 a 8,5	6,98
	Conductividad	μmho/cm	< 1 500	616,97
	Turbiedad	UNT	< 5	1,28
M2 zona urbana	Cloro residual	mg L ⁻¹	> 0,5	0,90
	pH	Valor de pH	6,5 a 8,5	6,76
	Conductividad	μmho/cm	< 1 500	831,57
	Turbiedad	UNT	< 5	0,94
M5 zona sur	Cloro residual	mg L ⁻¹	> 0,5	0,89
	pH	Valor de pH	6,5 a 8,5	7,17
	Conductividad	μmho/cm	< 1 500	818,57
	Turbiedad	UNT	< 5	0,98
M6 zona sur	Cloro residual	mg L ⁻¹	> 0,5	0,83
	pH	Valor de pH	6,5 a 8,5	6,97
	Conductividad	μmho/cm	< 1 500	872,30
	Turbiedad	UNT	< 5	1,30

Los valores obtenidos para los Parámetros de Control de Calidad (cloro residual, pH, conductividad y turbiedad) de todas las muestras correspondientes a los usuarios están dentro de los Límites Máximos Permisibles establecidos para la calidad del agua potable.

Baldeón (2018) en la evaluación de parámetros físicoquímicos del agua de consumo de los habitantes de la Parroquia San Andrés en Colombia, es apta según la NTE INEN 1 108. Asimismo nuestro análisis de control de calidad con la medición de parámetros físicos y químico correspondiente a los usuarios, reflejan un agua apta para el consumo según el Reglamento de la Calidad del agua para Consumo Humano.

Ramos et al. (2003) en cuanto a la determinación del pH, dependiendo de su valor, se asocia si la muestra es deficiente en la cantidad de nutrientes o presenta niveles de toxicidad. La disminución del pH del agua puede tener como consecuencia la corrosión de los tubos de acero. Así mismo algunos microorganismos crecen en pH bajos y otros en altos, lo que causa la variación de la calidad del agua. Al analizar los resultados obtenidos, se tiene que todos los valores están dentro de lo puntualizado, con valores de pH de 6,76 hasta 7,17 en las redes de los usuarios, cumpliendo con el Reglamento de la Calidad del agua para Consumo Humano.

Saldaña (2017), en su investigación determinó que el agua de red de conexión domiciliaria tiene buen indicador de la conductividad (417 a 563 $\mu\text{S}/\text{cm}$) y en turbidez los valores están entre 1,01 a 1,85 NTU, ambos se encuentran en el margen de los LMP de los ECA Categoría A1. Al igual que este estudio donde los resultados de conductividad eléctrica de las redes de usuarios oscilaron desde 616,97 hasta 872,30 $\mu\text{mho}/\text{cm}$ y 0,94 a 1,30 NTU en turbiedad, los valores de ambos parámetros evaluados se encuentran dentro de los LMP de la normativa nacional, por lo que es considerada apta para el consumo humano.

En la Tabla 10 se exponen los resultados promedio de las tres mediciones en campo del agua de consumo de los no usuarios del servicio de agua potable de la EPS “Seda Huánuco”. Los puntos evaluados están codificados como M3 y M4 para la Zona Urbana (AA.HH Keiko Sofía) y M7 y M8 para la Zona Sur (AA.HH Buen Camino).

Tabla 10. Parámetros de control de calidad - no usuarios

Muestra	Parámetros	Unidad de Medida	Límite Máximo Permisible	Valor obtenido
M3 zona urbana	Cloro residual	mg L^{-1}	> 0,5	0,04
	pH	Valor de pH	6,5 a 8,5	7,20
	Conductividad	$\mu\text{mho}/\text{cm}$	< 1 500	1 509,08
	Turbiedad	UNT	< 5	9,71
M4 zona urbana	Cloro residual	mg L^{-1}	> 0,5	0,02
	pH	Valor de pH	6,5 a 8,5	7,13

Muestra	Parámetros	Unidad de Medida	Límite Máximo Permisible	Valor obtenido
M7 zona sur	Conductividad	$\mu\text{mho/cm}$	< 1 500	1 248,89
	Turbiedad	UNT	< 5	9,08
	Cloro residual	mg L^{-1}	> 0,5	0,00
	pH	Valor de pH	6,5 a 8,5	6,81
	Conductividad	$\mu\text{mho/cm}$	< 1 500	1 607,67
	Turbiedad	UNT	< 5	3,94
M8 zona sur	Cloro residual	mg L^{-1}	> 0,5	0,02
	pH	Valor de pH	6,5 a 8,5	6,92
	Conductividad	$\mu\text{mho/cm}$	< 1 500	1 796,90
	Turbiedad	UNT	< 5	5,45

Para el pH, todas las muestras obtuvieron valores óptimos dentro de los LMP; para cloro residual, la totalidad de muestras alcanzaron valores inapropiados que están por debajo de los LMP; en conductividad, M3, M7 y M8 obtuvieron valores desfasados y M4 valor óptimo dentro de los LMP; y por último en la evaluación de turbiedad, M3, M4 y M8 obtuvieron valores inapropiados que exceden los LMP y M7 un valor óptimo.

González (2018), en los análisis fisicoquímicos de los dos pozos que evaluó, tuvo como resultado que el agua no es idónea para su ingesta por la falta de cloro residual libre (0 mg/l), por lo tanto no acata con lo especificado en el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: D.S. N° 031 – 2010 – SA. Y vemos que este resultado se repite para los no usuarios del sector urbano y sur del distrito de Rupa Rupa, que presentaron un valor de cloración (0,02, 0, 0,04 mg/l) muy por debajo del mínimo establecido (0,5 mg/L) por lo que tampoco es considerado apto su consumo.

Pérez (2016), al analizar los resultados de su estudio obtuvo que la totalidad de sus muestras analizadas cumplieron con especificado, con un valor de pH mínimo de 6,44 en la muestra de Zarcero y un valor de pH máximo de 7,32 obtenido en la muestra de San Ramón. De esta misma forma sucedió al realizar la lectura de los resultados de las muestras de agua de los no usuarios del distrito de Rupa Rupa, todos los valores obtenidos están dentro del rango admisible que es de 6,5 a 8,5 valor pH. Con este resultado podemos dar tranquilidad a los consumidores sobre la preocupación de sufrir alguna inflamación de las mucosas, en órganos

internos o hasta la aparición de úlceras, que son las consecuencias a causa de la ingesta de agua con pH extremo (Galvin, 2003).

Cherres (2020) en su evaluación de los parámetros físico-químicos encontró valores de conductividad eléctrica de 2 260 $\mu\text{mho/cm}$ como mínimo y 3 480 $\mu\text{mho/cm}$ como máximo, superando los LMP; situación similar se encontró en el presente estudio, donde los análisis de las muestras de los no usuarios dieron como resultado valores elevados (1 796,90 $\mu\text{mho/cm}$ resultado máximo) a excepción de uno (M4) cuyo valor (1 248,99) se encuentra permitido según lo fundado por el Ministerio de Salud (2011), el mismo que menciona que el exceso de sales en la salud humana implica serias repercusiones que van desde el incremento de la presión arterial, alteraciones neuronales hasta enfermedades cardiovasculares.

4.2. Análisis de los parámetros microbiológicos del agua de los usuarios y no usuarios del servicio de agua potable de la EPS “Seda Huánuco” – sucursal Leoncio Prado

En la Tabla 11 se muestra los resultados promedio de las tres mediciones en campo para las evaluaciones de los Parámetro microbiológicos del agua potable de los usuarios de la EPS “Seda Huánuco”. Los puntos evaluados están codificados como M1 y M2 para la Zona Urbana (AA.HH Keiko Sofía) y M5 y M6 para la Zona Sur (AA.HH Buen Camino).

Tabla 11. Parámetros microbiológicos – usuarios

Muestra	Parámetros	Unidad de Medida	Límite Máximo Permisible	Valor promedio
M1 zona urbana	Bacterias Coliformes Totales	UFC/ 100 mL a 35°C	0	0
	Bacterias Coliformes Termotolerantes	UFC/ 100 mL a 44,5°C	0	0
	Bacterias Heterotróficas	UFC/ 100 mL a 35°C	500	30
	<i>Escherichia Coli</i>	UFC/ 100 mL a 44,5°C	0	0
M2 zona urbana	Bacterias Coliformes Totales	UFC/ 100 mL a 35°C	0	0
	Bacterias Coliformes Termotolerantes	UFC/ 100 mL a 44,5°C	0	0

Muestra	Parámetros	Unidad de Medida	Límite Máximo Permisible	Valor promedio
	Bacterias Heterotróficas	UFC/ 100 mL a 35°C	500	13
	<i>Escherichia Coli</i>	UFC/ 100 mL a 44,5°C	0	0
M5 zona sur	Bacterias Coliformes Totales	UFC/ 100 mL a 35°C	0	0
	Bacterias Coliformes Termotolerantes	UFC/ 100 mL a 44,5°C	0	0
	Bacterias Heterotróficas	UFC/ 100 mL a 35°C	500	16
	<i>Escherichia Coli</i>	UFC/ 100 mL a 44,5°C	0	0
	Bacterias Coliformes Totales	UFC/ 100 mL a 35°C	0	0
M6 zona sur	Bacterias Coliformes Termotolerantes	UFC/ 100 mL a 44,5°C	0	0
	Bacterias Heterotróficas	UFC/ 100 mL a 35°C	500	16
	<i>Escherichia Coli</i>	UFC/ 100 mL a 44,5°C	0	0
	Bacterias Coliformes Totales	UFC/ 100 mL a 35°C	0	0

En los valores obtenidos para los parámetros microbiológicos (bacterias coliformes totales, bacterias termotolerantes y *Escherichia Coli*) de todas las muestras correspondientes a los usuarios, mostraron ausencia de estos microorganismos, y en bacterias heterotróficas el recuento va desde 13 a 30 UFC/100 mL, unidades que son admitidas por los LMP.

Villena (2018) en su artículo de la calidad del agua y desarrollo sostenible, manifiesta el gran desafío en el proceso de desinfectación del agua para garantizar su salubridad hasta la llegada al consumidor; desafío que vemos bien asumido y con resultados satisfactorios teniendo la inocuidad microbiana de agentes contaminantes perjudiciales en el agua de consumo de los usuarios del servicio de la EPS del distrito de Rupa Rupa.

Gonzales et al. (2021) en su evaluación de *Escherichia coli* y coliformes termotolerantes del agua potable del distrito de Mochumí, el resultado concluyó con la AUSENCIA de estos microorganismos en la totalidad de muestras analizadas. Concordando con nuestros análisis del agua potable consumida por los usuarios, los cuáles mostraron 0 UFC/100 mL de estas bacterias contaminantes, por ende, el agua potable que provee la EPS cumple con estos dos parámetros que son requisitos importantes para su salubridad, instaurados en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (MINSa 2011).

Según (Allen et al., 2004) la administración pública de aguas tratadas es capaz de restringir las colonias de bacterias heterótrofas con un valor menor a 100 UFC/100 ml en una red de provisión de agua potable. Y esto coincide con los resultados obtenidos en la presente investigación, que mostró resultados siendo el valor más alto 30 UFC/100 mL identificado en la muestra de agua potable del sector urbano del distrito de Rupa Rupa y aun así se encuentra dentro del LMP establecido por el Ministerio de Salud que es hasta 500 UFC/100 mL.

En la Tabla 12 se muestra los resultados de la media de las tres mediciones en campo para las evaluaciones de los Parámetros microbiológicos del agua de consumo de los no usuarios del servicio de agua potable de la EPS “Seda Huánuco”. Los puntos evaluados están codificados como M3 y M4 para la Zona Urbana (AA.HH Keiko Sofía) y M7 y M8 para la Zona Sur (AA.HH Buen Camino).

Tabla 12. Parámetros microbiológicos - no usuarios

Muestra	Parámetros	Unidad de Medida	Límite Máximo Permisible	Valor obtenido
M3 zona urbana	Bacterias Coliformes Totales	UFC/ 100 mL a 35°C	0	173
	Bacterias Coliformes Termotolerantes	UFC/ 100 mL a 44,5°C	0	102
	Bacterias Heterotróficas	UFC/ 100 mL a 35°C	500	83
	<i>Escherichia Coli</i>	UFC/ 100 mL a 44,5°C	0	46
M4 zona urbana	Bacterias Coliformes Totales	UFC/ 100 mL a 35°C	0	111

Muestra	Parámetros	Unidad de Medida	Límite Máximo Permisible	Valor obtenido
	Bacterias Coliformes Termotolerantes	UFC/ 100 mL a 44,5°C	0	55
	Bacterias Heterotróficas	UFC/ 100 mL a 35°C	500	80
	<i>Escherichia Coli</i>	UFC/ 100 mL a 44,5°C	0	40
	Bacterias Coliformes Totales	UFC/ 100 mL a 35°C	0	92
M7 zona sur	Bacterias Coliformes Termotolerantes	UFC/ 100 mL a 44,5°C	0	58
	Bacterias Heterotróficas	UFC/ 100 mL a 35°C	500	84
	<i>Escherichia Coli</i>	UFC/ 100 mL a 44,5°C	0	35
	Bacterias Coliformes Totales	UFC/ 100 mL a 35°C	0	94
M8 zona sur	Bacterias Coliformes Termotolerantes	UFC/ 100 mL a 44,5°C	0	59
	Bacterias Heterotróficas	UFC/ 100 mL a 35°C	500	72
	<i>Escherichia Coli</i>	UFC/ 100 mL a 44,5°C	0	13
	Bacterias Coliformes Totales	UFC/ 100 mL a 35°C	0	94

En el recuento de Bacterias heterotróficas, en todas las muestras se obtuvo valores óptimos que están dentro de los LMP, caso contrario para los demás parámetros (bacterias coliformes totales, bacterias coliformes termotolerantes y *Escherichia Coli*) donde los resultados de la totalidad de las muestras fueron valores inapropiados que exceden los LMP normados para un agua de consumo humano.

Saldaña (2017) en su determinación de la calidad del agua que ingieren los habitantes de Bambamarca, en la determinación microbiológica se obtuvo como resultado una

ligera contaminación con la presencia de coliformes totales, en el punto de nuestro CTC. En nuestro estudio, la totalidad de muestras de los 4 puntos evaluados de no usuarios evidencia contaminación por coliformes totales desde 92 a 173 UFC/100 mL, por lo tanto esta sustancia no es apta para su ingesta.

Oliden et al. (2019) de los parámetros microbiológicos: bacterias coliformes totales, coliformes termotolerantes, *Escherichia Coli* y bacterias heterotróficas evaluadas en los grifos domiciliarios, los resultados mostraron presencia de carga bacteriana en la sustancia. Guardando similitud con nuestros resultados, luego de la determinación de los indicadores microbiológicos del agua de consumo de los no usuarios, donde vemos evidenciada la contaminación por el número de colonias encontradas de bacterias coliformes totales, termotolerantes y *E.Coli*. Con la única excepción de las bacterias heterotróficas cuya numeración no representa riesgo de infección. Sin embargo con este análisis conjunto tenemos la conclusión final que dicha agua no es apta para ser suministrada y menos consumida por la población.

4.3. Evaluación la factibilidad de las posibles zonas de ampliación de redes de distribución de agua potable de la EPS “Seda Huánuco”

4.3.1. Continuidad

En condiciones normales, la continuidad diaria del servicio de agua potable que brinda la EPS “Seda Huánuco” a los usuarios del Distrito de Rupa Rupa es de 24 horas en la Zona Sur y 17,5 horas en la Zona Urbana.

4.3.2. Presión

En la Tabla 13 se muestra los datos resultantes de la toma de presión en las últimas válvulas de la red de distribución la Zona Urbana y Sur del distrito de Rupa Rupa, donde se obtuvo 32,17 psi y 22,83 psi respectivamente.

Tabla 13. Presión del agua

Ítem	Zona	Almacenamiento	Elevación	Dirección	Presión (psi)	
1	Urbana	Pozo 2	R – 1 800	Baja	Keiko Sofia Mz A Lt 07	32,17
2	Sur	Pozo 1	R - 200	Baja	Brisas del huallaga Mz Ñ Lt 05	22,83

4.3.3. Calidad

Con los resultados logrados en este estudio gracias al análisis de parámetros de control de calidad y parámetros microbiológicos, indican que el agua potable que ofrece la EPS “Seda Huánuco” es de buena calidad y óptima para el consumo humano.

4.3.4. Encuestas

Según la percepción de los encuestados que son no usuarios del servicio de agua potable, el 50% manifiesta que la continuidad del servicio se da todo el día y el 50% indica que solo se da por horas. Asimismo, el 25% de los encuestados que no son usuarios perciben la continuidad todo el día y el 75% solo por horas (Figura 4).

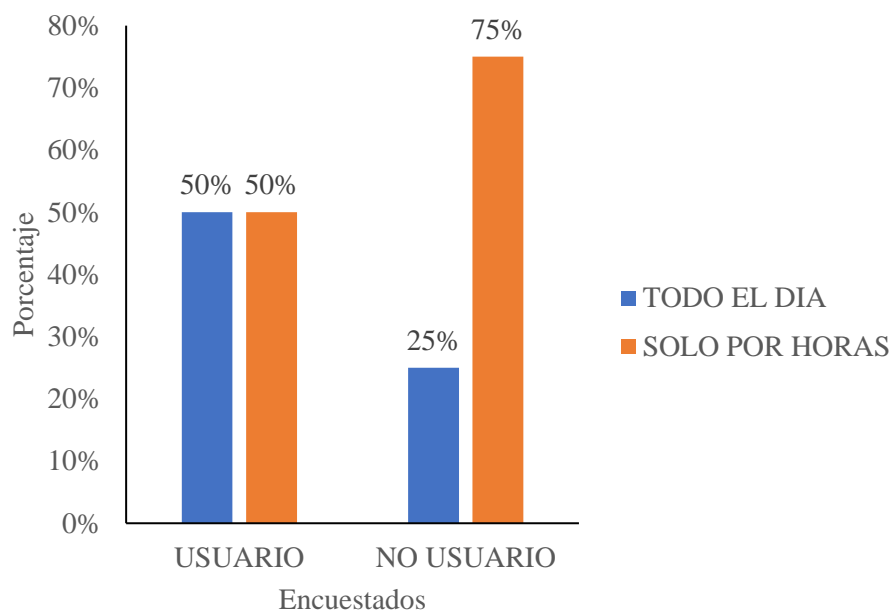


Figura 4. Percepción sobre la continuidad

Según la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS) en su último informe de evolución del desarrollo de metas de gestión en el año 2018, la EPS Seda Huánuco S.A en la localidad administrada de Tingo María presenta una continuidad promedio de 21 horas/día. Asimismo, al año 2023, la Sub área de Control de Calidad de la EPS Seda Huánuco S.A proporcionó la información de que durante el tiempo de ejecución del presente estudio la continuidad del servicio de agua en la zona sur es de 24 horas y 17,5 horas en la Zona Urbana, es por eso por lo que las personas encuestadas que son usuarios de este servicio, en un 50% perciben una continuidad durante todo el día y por horas, ya que la presente encuesta se aplicó a los usuarios en los puntos de muestreo M1, M2 (zona urbana), M5 y M6 (zona sur).

Cruz et al. (2020) en la información recolectada a través de sus entrevistas, encontró que un buen sector de la población estudiada en la provincia de Cártago, está disconforme con el servicio de agua potable del que son abastecidos, porque presentan serios problemas con la continuidad, obteniendo que el 78 % de los encuestados cuentan con el servicio por menos de 12 horas diarias. La misma disconformidad es reflejada con los pobladores no usuarios encuestados para esta investigación, el 75% manifestó que su agua de consumo lo recibe solo por algunas horas durante el día.

Los resultados presentados en la Figura 5 nos muestran la percepción organoléptica (olor, sabor, olor) que las personas encuestadas tienen sobre el servicio de agua que reciben, tal es así que, el 25% de los que son usuarios tienen una percepción regular a dicha característica y el 75% una percepción buena; por parte de los no usuarios el 100% lo categorizan como regular.

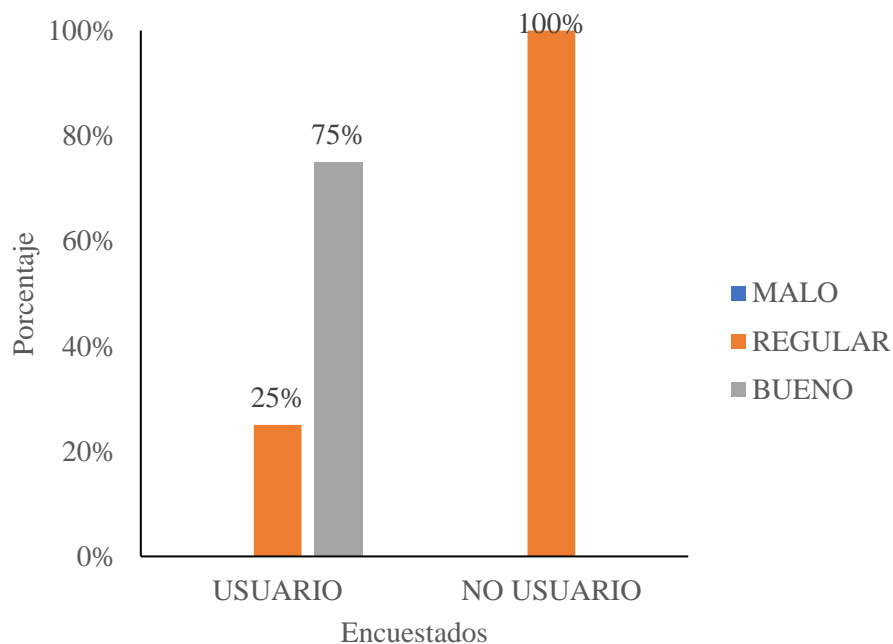


Figura 5. Percepción organoléptica

La variación de las características organolépticas del agua tiene incidencia sobre la amenaza sanitaria que podría presentar dicho cuerpo, generando un riesgo inminente de transportar agentes contaminantes, provocando afecciones de origen hídrico al hombre (Torres et al., 2009), tal es así que el 100% de los encuestados que no son usuarios del servicio

de agua potable al percibir regularmente las condiciones organolépticas del agua estarían expuestos a riesgos sanitarios si no se realiza un adecuado tratamiento.

Hilachoque y Portocarrero (2022) concluyeron en su investigación realizada en Congata, Arequipa, que las propiedades organolépticas del agua si tienen influencia en la percepción de los consumidores, mayormente reflejada en la turbidez, sabor y color de la sustancia. Así mismo, en nuestro estudio, el resultado de la encuesta sobre la percepción de las características organolépticas del agua que reciben, tenemos que, el 75% de los usuarios de la EPS lo califica como bueno, guardando relación con el parámetro de turbiedad en los puntos M1, M2, M5 y M6 de la ciudad cuyos valores van desde 0,94 hasta 1,30 así como la correcta cloración y balance del pH (Tabla 9) valores que lo califican como apto para el consumo debido a su buena calidad. Por otro lado, el 100% de los no usuarios manifiesta que califica de forma regular esta característica, y dicha percepción guarda relación con los resultados obtenidos en la Tabla 10 de nuestros resultados, donde se evidencia la falta de tratamiento para la purificación de su agua de consumo

En lo que respecta a la cloración, la percepción de los encuestados es 25% percibe que se da una cloración regular en el agua y el 75% manifiesta que la cloración que percibe en el servicio de agua es buena, esto siendo para los usuarios. Asimismo, el 75% de los encuestados quienes no son usuarios del servicio de agua de Seda Huánuco manifiestan percibir una cloración mala y el 25% una cloración regular (Figura 6).

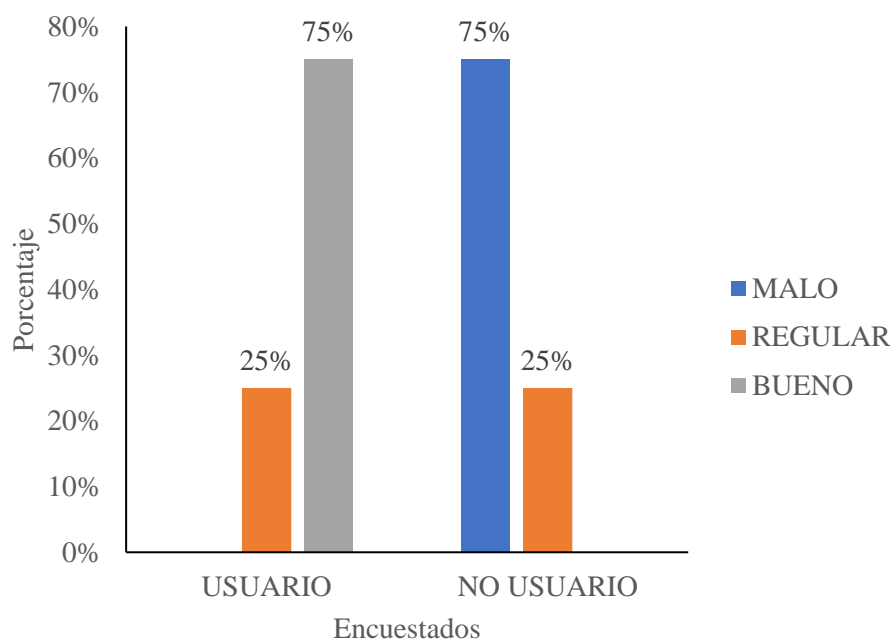


Figura 6. Percepción de cloración

Suárez (2023) en su investigación para conocer el nivel de satisfacción sobre la percepción del cloro residual y la turbidez en los consumidores de la EPS Seda Huánuco S.A en la localidad de Tingo María tuvo como resultado que el 52,18% se encuentra entre “satisfecho” y “muy satisfecho” con el servicio, pudiendo guardar dicha relación con los encuestados de la presente investigación, que son usuarios del servicio en los puntos de muestreo analizados, teniendo que el 75% indican que la cloración del agua que perciben es buena.

Según (Inca, 2018), las familias que reciben el servicio de agua potable a través de la JASS de la red de Tamburco – Abancay, percibe la cloración del servicio 59.09% como regular y 49.01% como buena. En nuestro estudio tenemos una situación menos favorecedora para no usuarios de la EPS, quienes perciben la cloración de su agua de consumo el 75% como malo y el 25% como regular, lo que pone en alerta sobre la deficiencia en el sistema de desinfección de su agua dispuesta para el consumo.

La Figura 7 muestra los resultados de la percepción de los usuarios respecto a la presión del agua, lo consideran un 50% regular, 25% bueno y el otro 25% malo y los no usuarios lo calificaron como regular y bueno con 50% cada uno de votación.

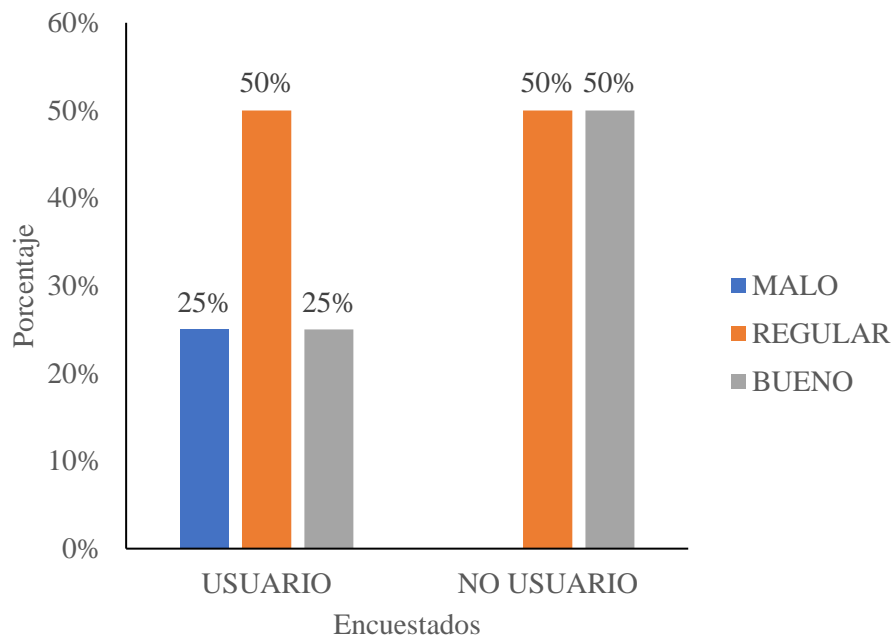


Figura 7. Percepción de la presión

Porras (2014), identificó en su investigación que el agua reduce en un 40% su volumen por deficiencias en el sistema de presiones, teniendo como consecuencia la pérdida del servicio y falta de continuidad. Este mismo problema puede ser relacionado a nuestro

resultado, donde encontramos como punto débil los mismos factores y esto a su vez genera la disconformidad en la percepción de los pobladores quienes esperan recibir un servicio completo que satisfaga sus necesidades.

La Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento, en su encuesta de opinión realizada en el 2003, se pudo observar que a la mayoría de usuarios les interesa que el agua llegue con buena presión, siendo este un punto importante en la determinación del nivel de satisfacción (SUNASS, 2004). Los resultados de nuestro estudio muestran opiniones divididas, por lo que podemos deducir que la presión del servicio de agua de consumo que reciben tanto los usuarios, como los no usuarios, no es el esperado.

Y por último, a los no usuarios se les consultó sobre la disponibilidad de pagar un servicio de agua potable de calidad suministrada por la EPS “Seda Huánuco” en su ámbito en caso se diera una posible ampliación de redes, a lo que el 100% respondió favorablemente con un Sí, tal y como se muestra en la Figura 8.

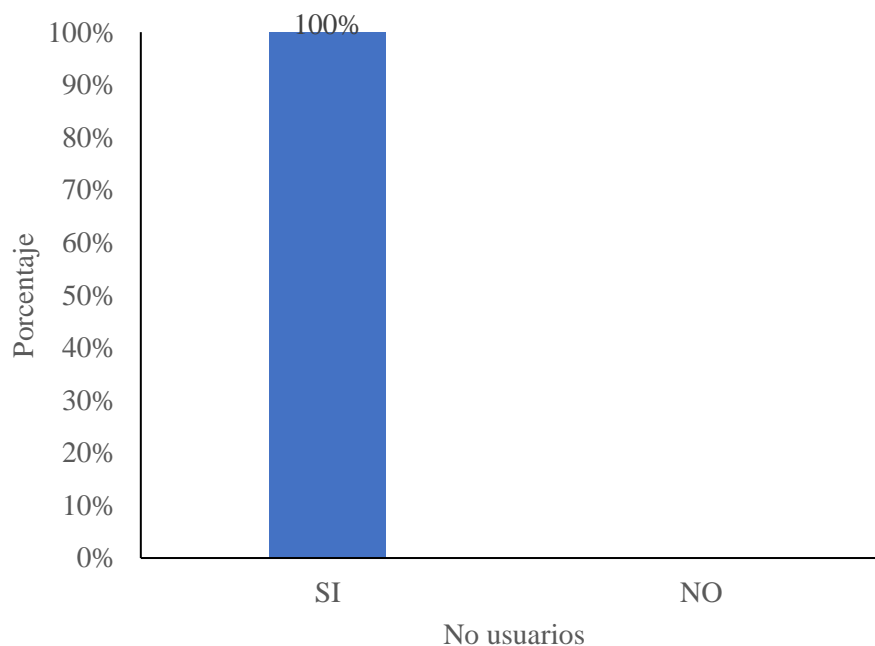


Figura 8. Disponibilidad de pago

Requerir un buen servicio es derecho del poblador, siempre y cuando cumpla su deber de pagar por él. Es así como todos los ciudadanos aportamos de forma activa a la mejora de la calidad del agua que consumimos y a su vez, la calidad de vida en nuestro país (SUNASS, 2004). Es por ello que el 100% los pobladores encuestados de las zonas que no reciben agua potable de la EPS, están con la completa disponibilidad de pago por un servicio de calidad.

V. CONCLUSIONES

1. El agua potable que suministra la EPS “Seda Huánuco” hasta los últimos puntos de su red de distribución según los análisis realizados está categorizada como un agua de buena calidad, apta para el consumo humano, en cumplimiento con el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: Decreto Supremo N° 031 – 2010 – SA.
2. Las evaluaciones realizadas de Parámetros de Control de Calidad a las muestras de agua de los usuarios de la EPS “Seda Huánuco” de la zona urbana y sur del distrito de Rupa Rupa, dieron como resultado que el agua potable suministrada es de buena calidad, óptima para su ingesta según la normativa vigente. Caso contrario con el agua de consumo de los no usuarios, que están fuera de los LMP, por lo cual no es considerada apta ni de calidad para el consumo humano.
3. Las evaluaciones realizadas de Parámetros microbiológicos a las muestras de agua de los usuarios de la EPS “Seda Huánuco” de la zona urbana y sur del distrito de Rupa Rupa, dieron como resultado que el agua está libre de microorganismos, garantizando su calidad para el consumo. Sin embargo, el agua con la que abastecen a los no usuarios evidenció la existencia de colonias bacterianas que pone en amenaza la salud de los lugareños.
4. Para la posible ampliación de las redes de distribución del servicio de agua potable que brinda la EPS “Seda Huánuco” en la zona urbana y rural, se necesita realizar una mejora en el sistema, para el aumento de presión en las últimas válvulas donde llega el servicio y una continuidad de 24h horas al día para que pueda abastecer a todos los usuarios, porque la empresa suministra un agua de buena calidad y la disponibilidad del pago del servicio de los que serían nuevos usuarios, se manifiesta de forma positiva.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

1. Diseñar un modelo de ampliación de redes con la mejora del sistema, para garantizar un buen servicio por parte de la EPS “Seda Huánuco” y así pueda abastecer a más población del distrito de Rupa Rupa.
2. Se recomienda a la EPS “Seda Huánuco”, continuar con el cumplimiento del programa de purga de válvulas de las redes de distribución, para facilitar la toma de muestras y obtener mayor precisión en los resultados de los parámetros de medición.
3. Dar continuidad a la presente investigación, incluyendo la determinación de parámetros químicos y parasitológicos del agua potable. Así como ampliar las fechas de evaluación para que abarque las diferentes épocas del año (invierno – verano – otoño - primavera) y encontrar si este factor tiene incidencia significativa en los resultados.
4. En lugares que no cuentan con un servicio de calidad en la purificación de su agua para consumo, en las cuales se detectó la presencia de microorganismos peligrosos, deberían considerar la toma de medidas correctivas, como la indagación de los eventuales orígenes de contaminación y la aplicación de un método de descontaminación eficiente para no seguir exponiendo a los consumidores al riesgo de contraer alguna enfermedad infecciosa.
5. Se recomienda continuar realizando investigaciones de este mismo patrón, para así generar una data más amplia con información valiosa y complementaria para la toma de decisiones por parte de la entidad, buscando la mejora continua para la satisfacción tanto de la empresa como de la población perceptible del servicio.

VII. REFERENCIAS

- APHA - AWWA - WEF. (2005). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (21.ª ed.). New York.
- Baldeón, J. (2018). *Control de la calidad del agua para consumo humano a través de parámetros físicoquímicos y microbiológicos en la Parroquia San Andrés, Chimborazo, para una gestión sanitaria eficiente*. [Tesis de posgrado, Universidad Internacional SEK]. Repositorio Universidad Internacional SEK.
- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. (2002). *Guía para la vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano*. Lima.
- Chávez J., Leiva D., & Corroto F. (2016). Caracterización físicoquímica y microbiológica de las aguas residuales en la ciudad de Chachapoyas, Región Amazonas. *Cienc amaz (Iquitos)*. 6 (1), 16 – 27.
- Cherres, A. (2020). *Determinación de la calidad físico-química y microbiológica del agua potable procedente de fuente superficial - Tumbes – 2019*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio Universidad Nacional de Trujillo.
- Cruz, N., & Centeno, E. (2020). *Evaluación de la calidad del servicio de abastecimiento de agua potable a partir de la percepción de personas usuarias: El caso en Cartago, Costa Rica*. *Revista de Ciencias Ambientales Trop J Environ Sci*.
- Dirección General de Salud Ambiental. (2010). http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/reglamento_calidad_agua.pdf
- Galvin, R. (2003). *Físicoquímica y microbiología de los medios acuáticos. Tratamiento y control de calidad de aguas*. Madrid: Editorial Díaz de Santos.
- Gonzales, R. (2018). *Evaluación de la calidad del agua para Consumo humano en el asentamiento humano Señor de los milagros, distrito de Yarinacocha- Región Ucayali*.
- Gonzales, A., & Vargas, M. (2021). *Escherichia coli y Coliformes Termotolerantes como indicador de contaminación del agua potable, distrito de Mochumi, Lambayeque, 2021*. [Tesis de posgrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio UCV. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/78662/Gonzalez_CAP_Vargas_ZMA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Hernández, R., & Fernández, C. (2006). *Metodología de la investigación* (4.ª ed.). Mc Graw Hill Education.

- Hilachoque, G., & Portocarrero M. (2022). *Características Organolépticas del Agua para Consumo Humano y su Relación con la Percepción de la Población de la Localidad de Congata, Arequipa, 2022* [Tesis de posgrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio UCV.
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/102869/Hilachoque_MG_S-Portocarrero_VMS-SD.pdf?sequence=1
- Inca, M. (2018). *Percepción de la calidad y acceso del consumo de agua segura en familias de la red de Tamburco – Abancay 2018* [Tesis de posgrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio UCV.
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/30230/inca_am.pdf?sequence=1
- Manual de usuario. Thermo Scientific Orion Star. Medidores de sobremesa de electroquímica.
https://assets.thermofisher.com/TFS-Assets/LSG/manuals/UserManual_StarA210Meters_Spanish.pdf
- Manual de usuario. Hach Turbidímetro 2100Q y 2100Qis (5.^a ed.).
<https://www.hach.com/asset-get.download.jsa?id=7648381377>
- Manual de análisis de agua. Hach Company. (2.^a ed.). <https://agua.org.mx/biblioteca/manual-de-analisis-de-agua-manual/>
- Mejía, M. R. (2005). Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección a escala domiciliaria, en la microcuenca El Limón, San Jerónimo, Honduras.
- Ministerio de Salud. (2011). *Reglamento de la calidad de Agua para Consumo Humano: D.S. N° 031-2010-SA / Ministerio de Salud. Dirección General de Salud Ambiental.* MINSA.
http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf
- Municipalidad Provincial de Leoncio Prado. (2020). *Plan Vial Provincial Participativo (PVPP) de Leoncio Prado 2021-2025.* MPLP.
http://www.proviasdes.gob.pe/planes/huanuco/pvpp/PVPP_Leoncio_Prado.pdf
- Oliden, M. & Villegas, G. (2019). Parámetros organolépticos y microbiológicos de la calidad del agua de consumo humano, de la población del caserío Chamaya Pueblo, Provincia Jaén – Cajamarca.
- Organización Mundial de la Salud. (2006). *Guía para la calidad del agua potable.* (3.^a ed.).

- Pérez, E. (2016). Control de calidad en aguas para consumo humano en la región occidental de Costa Rica.
- Porras, O. (2014). *Reducción de pérdidas de caudal en red de tuberías para mejorar distribución de agua potable- Sector San Carlos- La Merced* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio UNCP.
<https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/290>
- Ramos, R., Sepúlveda, R. & Villalobos, F. (2003). El agua en el medio ambiente: muestreo y análisis. México: Universidad Autónoma de Baja California.
- Saldaña, E. (2017). Determinación de la calidad del agua para consumo humano en el distrito de Bambamarca, provincia de Hualgayoc, región Cajamarca.
- Suárez, J. (2023). *Índice de la calidad del agua potable y la satisfacción de los clientes de la EPS seda Huánuco s.a. en la localidad de tingo maría, 2019*. [Tesis de posgrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio UNAS
- Superintendencia Nacional De Servicios De Saneamiento. (2004). *La calidad del agua potable en el Perú*. <https://www.sunass.gob.pe/wp-content/uploads/2020/09/Jica-2004.pdf>
- Superintendencia Nacional De Servicios De Saneamiento. (2004). *Análisis de la calidad del agua potable en las empresas prestadoras del Perú:1995-2003*.
https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1115226/Sunass_JICA_2003_.An%C3%A1lisis_de_la_calidad_del_agua_en_las_empresas_prestadoras_del_Per%C3%BA_1995_2003..pdf
- Torres, P.; Cruz, C., & Patiño, P. (2009). *Índices de calidad de agua de efluentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano. Una revisión crítica*. Revista ingenierías, Universidad de Medellín. Colombia.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2020). *Informe técnico “Perú: Formas de Acceso al Agua y Saneamiento Básico”*. INEI.
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_agua_junio2020.pdf
- Villena, J. (2018). Calidad del agua y desarrollo sostenible. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública.
- Villon, M. (2002). Hidrología. Instituto Técnico de Costa Rica. Taller de publicaciones del Instituto de Costa Rica. Cartago - Costa Rica.

VIII. ANEXO

Anexo A. Evaluación de Parámetros de Control de Calidad

Apéndice 1. Primera evaluación – Diciembre 2022

Tabla 14. Parámetros de control de calidad – usuarios

Muestra	Parámetros	Unidad de Medida	Límite Máximo Permisible	Valor obtenido
M1 zona urbana	Cloro residual	mg L ⁻¹	> 0,5	1,93
	pH	Valor de pH	6,5 a 8,5	6,93
	Conductividad	µmho/cm	< 1 500	636
	Turbiedad	UNT	< 5	1,90
M2 zona urbana	Cloro residual	mg L ⁻¹	> 0,5	1,0
	pH	Valor de pH	6,5 a 8,5	6,27
	Conductividad	µmho/cm	< 1 500	790,6
	Turbiedad	UNT	< 5	2,0
M5 zona sur	Cloro residual	mg L ⁻¹	> 0,5	1,36
	pH	Valor de pH	6,5 a 8,5	6,93
	Conductividad	µmho/cm	< 1 500	636,6
	Turbiedad	UNT	< 5	1,16
M6 zona sur	Cloro residual	mg L ⁻¹	> 0,5	1,10
	pH	Valor de pH	6,5 a 8,5	6,32
	Conductividad	µmho/cm	< 1 500	790
	Turbiedad	UNT	< 5	0,98

Tabla 15. Parámetros de control de calidad – no usuarios

Muestra	Parámetros	Unidad de Medida	Límite Máximo Permisible	Valor obtenido
M3 zona urbana	Cloro residual	mg L ⁻¹	> 0,5	0
	pH	Valor de pH	6,5 a 8,5	6,99
	Conductividad	µmho/cm	< 1 500	2 100
	Turbiedad	UNT	< 5	3,11

Muestra	Parámetros	Unidad de Medida	Límite Máximo Permisible	Valor obtenido
M4 zona urbana	Cloro residual	mg L ⁻¹	> 0,5	0
	pH	Valor de pH	6,5 a 8,5	6,91
	Conductividad	µmho/cm	< 1 500	2 347
	Turbiedad	UNT	< 5	2,58
M7 zona sur	Cloro residual	mg L ⁻¹	> 0,5	0
	pH	Valor de pH	6,5 a 8,5	6,97
	Conductividad	µmho/cm	< 1 500	670
	Turbiedad	UNT	< 5	7,15
M8 zona sur	Cloro residual	mg L ⁻¹	> 0,5	0
	pH	Valor de pH	6,5 a 8,5	6,94
	Conductividad	µmho/cm	< 1 500	1 575
	Turbiedad	UNT	< 5	14,3

Apéndice 2. Segunda evaluación – Febrero 2023

Tabla 16. Parámetros de control de calidad – usuarios

Muestra	Parámetros	Unidad de Medida	Valor admisible	Valor obtenido
M1 zona urbana	Cloro residual	mg L ⁻¹	> 0,5	1,33
	pH	Valor de pH	6,5 a 8,5	6,71
	Conductividad	µmho/cm	< 1 500	617,2
	Turbiedad	UNT	< 5	1,74
M2 zona urbana	Cloro residual	mg L ⁻¹	> 0,5	1,15
	pH	Valor de pH	6,5 a 8,5	6,65
	Conductividad	µmho/cm	< 1 500	1 125
	Turbiedad	UNT	< 5	0,72
M5 zona sur	Cloro residual	mg L ⁻¹	> 0,5	0,70
	pH	Valor de pH	6,5 a 8,5	6,58
	Conductividad	µmho/cm	< 1 500	1 400
	Turbiedad	UNT	< 5	1,18

Muestra	Parámetros	Unidad de Medida	Valor admisible	Valor obtenido
M6 zona sur	Cloro residual	mg L ⁻¹	> 0,5	0,8
	pH	Valor de pH	6,5 a 8,5	6,67
	Conductividad	µmho/cm	< 1 500	1 430
	Turbiedad	UNT	< 5	2,14

Tabla 17. Parámetros de control de calidad – no usuarios

Muestra	Parámetros	Unidad de Medida	Valor admisible	Valor obtenido
M3 zona urbana	Cloro residual	mg L ⁻¹	> 0,5	0,12
	pH	Valor de pH	6,5 a 8,5	6,63
	Conductividad	µmho/cm	< 1500	2359
	Turbiedad	UNT	< 5	7,93
M4 zona urbana	Cloro residual	mg L ⁻¹	> 0,5	0,06
	pH	Valor de pH	6,5 a 8,5	6,75
	Conductividad	µmho/cm	< 1 500	1 316
	Turbiedad	UNT	< 5	3,06
M7 zona sur	Cloro residual	mg L ⁻¹	> 0,5	0
	pH	Valor de pH	6,5 a 8,5	6,06
	Conductividad	µmho/cm	< 1 500	3 522
	Turbiedad	UNT	< 5	4,46
M8 zona sur	Cloro residual	mg L ⁻¹	> 0,5	0,03
	pH	Valor de pH	6,5 a 8,5	6,52
	Conductividad	µmho/cm	< 1 500	3 211
	Turbiedad	UNT	< 5	1,25

Apéndice 3. Tercera evaluación – Abril 2023

Tabla 18. Parámetros de control de calidad – usuarios

Muestra	Parámetros	Unidad de Medida	Valor admisible	Valor obtenido
	Cloro residual	mg L ⁻¹	> 0,5	0,68

Muestra	Parámetros	Unidad de Medida	Valor admisible	Valor obtenido
M1 zona urbana	pH	Valor de pH	6,5 a 8,5	7,31
	Conductividad	µmho/cm	< 1 500	597,7
	Turbiedad	UNT	< 5	0,19
M2 zona urbana	Cloro residual	mg L ⁻¹	> 0,5	0,56
	pH	Valor de pH	6,5 a 8,5	7,37
	Conductividad	µmho/cm	< 1 500	579,1
M5 zona sur	Turbiedad	UNT	< 5	0,10
	Cloro residual	mg L ⁻¹	> 0,5	0,61
	pH	Valor de pH	6,5 a 8,5	7,99
M6 zona sur	Conductividad	µmho/cm	< 1 500	419,1
	Turbiedad	UNT	< 5	0,60
	Cloro residual	mg L ⁻¹	> 0,5	0,6
M6 zona sur	pH	Valor de pH	6,5 a 8,5	7,92
	Conductividad	µmho/cm	< 1 500	396,9
	Turbiedad	UNT	< 5	0,78

Tabla 19. Parámetros de control de calidad – no usuarios

Muestra	Parámetros	Unidad de Medida	Valor admisible	Valor obtenido
M3 zona urbana	Cloro residual	mg L ⁻¹	> 0,5	0
	pH	Valor de pH	6,5 a 8,5	7,99
	Conductividad	µmho/cm	< 1 500	68,23
	Turbiedad	UNT	< 5	18,1
M4 zona urbana	Cloro residual	mg L ⁻¹	> 0,5	0
	pH	Valor de pH	6,5 a 8,5	7,73
	Conductividad	µmho/cm	< 1 500	83,68
	Turbiedad	UNT	< 5	21,6
M7 zona sur	Cloro residual	mg L ⁻¹	> 0,5	0
	pH	Valor de pH	6,5 a 8,5	7,40

Muestra	Parámetros	Unidad de Medida	Valor admisible	Valor obtenido
	Conductividad	µmho/cm	< 1 500	631,0
	Turbiedad	UNT	< 5	0,21
	Cloro residual	mg L ⁻¹	> 0,5	0,02
M8	pH	Valor de pH	6,5 a 8,5	7,30
zona sur	Conductividad	µmho/cm	< 1 500	604,7
	Turbiedad	UNT	< 5	0,81

Anexo B. Evaluación de Parámetros microbiológicos

Apéndice 4. Primera evaluación – Diciembre 2022

Tabla 20. Parámetros microbiológicos – usuarios

Muestra	Parámetros	Unidad de Medida	Límite Máximo Permisible	Valor obtenido
	Bacterias Coliformes Totales	UFC/100 mL a 35°C	0	0
M1	Bacterias Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL a 44.5°C	0	0
zona urbana	Bacterias Heterotróficas	UFC/100 mL a 35°C	500	48
	<i>Escherichia Coli</i>	UFC/100 mL a 44.5°C	0	0
	Bacterias Coliformes Totales	UFC/100 mL a 35°C	0	0
M2	Bacterias Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL a 44.5°C	0	0
zona urbana	Bacterias Heterotróficas	UFC/100 mL a 35°C	500	3
	<i>Escherichia Coli</i>	UFC/100 mL a 44.5°C	0	0

Muestra	Parámetros	Unidad de Medida	Límite Máximo Permisible	Valor obtenido
M5 zona sur	Bacterias Coliformes Totales	UFC/100 mL a 35°C	0	0
	Bacterias Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL a 44.5°C	0	0
	Bacterias Heterotróficas	UFC/100 mL a 35°C	500	2
	<i>Escherichia Coli</i>	UFC/100 mL a 44.5°C	0	0
M6 zona sur	Bacterias Coliformes Totales	UFC/100 mL a 35°C	0	0
	Bacterias Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL a 44.5°C	0	0
	Bacterias Heterotróficas	UFC/100 mL a 35°C	500	3
	<i>Escherichia Coli</i>	UFC/100 mL a 44.5°C	0	0

Tabla 21. Parámetros microbiológicos – no usuarios

Muestra	Parámetros	Unidad de Medida	Límite Máximo Permisible	Valor obtenido
M3 zona urbana	Bacterias Coliformes Totales	UFC/100 mL a 35°C	0	215
	Bacterias Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL a 44,5°C	0	145
	Bacterias Heterotróficas	UFC/100 mL a 35°C	500	100
	<i>Escherichia Coli</i>	UFC/100 mL a 44,5°C	0	84

Muestra	Parámetros	Unidad de Medida	Límite Máximo Permisible	Valor obtenido
M4 zona urbana	Bacterias Coliformes Totales	UFC/100 mL a 35°C	0	146
	Bacterias Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL a 44,5°C	0	58
	Bacterias Heterotróficas	UFC/100 mL a 35°C	500	121
	<i>Escherichia Coli</i>	UFC/100 mL a 44,5°C	0	10
	Bacterias Coliformes Totales	UFC/100 mL a 35°C	0	132
M7 zona sur	Bacterias Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL a 44,5°C	0	16
	Bacterias Heterotróficas	UFC/100 mL a 35°C	500	110
	<i>Escherichia Coli</i>	UFC/100 mL a 44,5°C	0	8
	Bacterias Coliformes Totales	UFC/100 mL a 35°C	0	118
	Bacterias Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL a 44,5°C	0	39
M8 zona sur	Bacterias Heterotróficas	UFC/100 mL a 35°C	500	130
	<i>Escherichia Coli</i>	UFC/100 mL a 44,5°C	0	16

Apéndice 5. Segunda evaluación – Febrero 2023

Tabla 22. Parámetros microbiológicos – usuarios

Muestra	Parámetros	Unidad de Medida	Límite Máximo Permisible	Valor obtenido
M1 zona urbana	Bacterias Coliformes Totales	UFC/100 mL a 35°C	0	0
	Bacterias Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL a 44,5°C	0	0
	Bacterias Heterotróficas	UFC/100 mL a 35°C	500	31
	<i>Escherichia Coli</i>	UFC/100 mL a 44,5°C	0	0
M2 zona urbana	Bacterias Coliformes Totales	UFC/100 mL a 35°C	0	0
	Bacterias Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL a 44,5°C	0	0
	Bacterias Heterotróficas	UFC/100 mL a 35°C	500	11
	<i>Escherichia Coli</i>	UFC/100 mL a 44,5°C	0	0
M5 zona sur	Bacterias Coliformes Totales	UFC/100 mL a 35°C	0	0
	Bacterias Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL a 44,5°C	0	0
	Bacterias Heterotróficas	UFC/100 mL a 35°C	500	35
	<i>Escherichia Coli</i>	UFC/100 mL a 44,5°C	0	0
M6 zona sur	Bacterias Coliformes Totales	UFC/100 mL a 35°C	0	0

Muestra	Parámetros	Unidad de Medida	Límite Máximo Permissible	Valor obtenido
	Bacterias Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL a 44,5°C	0	0
	Bacterias Heterotróficas	UFC/100 mL a 35°C	500	29
	<i>Escherichia Coli</i>	UFC/100 mL a 44,5°C	0	0

Tabla 23. Parámetros microbiológicos – no usuarios

Muestra	Parámetros	Unidad de Medida	Límite Máximo Permissible	Valor obtenido
M3 zona urbana	Bacterias Coliformes Totales	UFC/100 mL a 35°C	0	250
	Bacterias Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL a 44,5°C	0	114
	Bacterias Heterotróficas	UFC/100 mL a 35°C	500	87
	<i>Escherichia Coli</i>	UFC/100 mL a 44,5°C	0	21
M4 zona urbana	Bacterias Coliformes Totales	UFC/100 mL a 35°C	0	126
	Bacterias Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL a 44,5°C	0	74
	Bacterias Heterotróficas	UFC/100 mL a 35°C	500	50
	<i>Escherichia Coli</i>	UFC/100 mL a 44,5°C	0	54
M7 zona sur	Bacterias Coliformes Totales	UFC/100 mL a 35°C	0	48
	Bacterias Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL a 44,5°C	0	92
	Bacterias Heterotróficas	UFC/100 mL a 35°C	500	110
	<i>Escherichia Coli</i>	UFC/100 mL a 44,5°C	0	77

Muestra	Parámetros	Unidad de Medida	Límite Máximo Permisible	Valor obtenido
M8 zona sur	Bacterias Coliformes Totales	UFC/100 mL a 35°C	0	65
	Bacterias Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL a 44,5°C	0	72
	Bacterias Heterotróficas	UFC/100 mL a 35°C	500	31
	<i>Escherichia Coli</i>	UFC/100 mL a 44,5°C	0	10

Apéndice 6. Tercera evaluación – Abril 2023

Tabla 24. Parámetros microbiológicos – usuarios

Muestra	Parámetros	Unidad de Medida	Límite Máximo Permisible	Valor obtenido
M1 zona urbana	Bacterias Coliformes Totales	UFC/100 mL a 35°C	0	0
	Bacterias Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL a 44,5°C	0	0
	Bacterias Heterotróficas	UFC/100 mL a 35°C	500	10
	<i>Escherichia Coli</i>	UFC/100 mL a 44,5°C	0	0
M2 zona urbana	Bacterias Coliformes Totales	UFC/100 mL a 35°C	0	0
	Bacterias Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL a 44,5°C	0	0
	Bacterias Heterotróficas	UFC/100 mL a 35°C	500	24
	<i>Escherichia Coli</i>	UFC/100 mL a 44,5°C	0	0

Muestra	Parámetros	Unidad de Medida	Límite Máximo Permisible	Valor obtenido
M5 zona sur	Bacterias Coliformes Totales	UFC/100 mL a 35°C	0	0
	Bacterias Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL a 44,5°C	0	0
	Bacterias Heterotróficas	UFC/100 mL a 35°C	500	12
	<i>Escherichia Coli</i>	UFC/100 mL a 44,5°C	0	0
	Bacterias Coliformes Totales	UFC/100 mL a 35°C	0	0
M6 zona sur	Bacterias Coliformes Totales	UFC/100 mL a 35°C	0	0
	Bacterias Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL a 44,5°C	0	0
	Bacterias Heterotróficas	UFC/100 mL a 35°C	500	16
	<i>Escherichia Coli</i>	UFC/100 mL a 44,5°C	0	0
	Bacterias Coliformes Totales	UFC/100 mL a 35°C	0	0

Tabla 25. Parámetros microbiológicos – no usuarios

Muestra	Parámetros	Unidad de Medida	Límite Máximo Permisible	Valor obtenido
M3 zona urbana	Bacterias Coliformes Totales	UFC/100 mL a 35°C	0	55
	Bacterias Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL a 44,5°C	0	46
	Bacterias Heterotróficas	UFC/100 mL a 35°C	500	62

Muestra	Parámetros	Unidad de Medida	Límite Máximo Permisible	Valor obtenido
	<i>Escherichia Coli</i>	UFC/100 mL a 44,5°C	0	33
M4 zona urbana	Bacterias Coliformes Totales	UFC/100 mL a 35°C	0	60
	Bacterias Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL a 44,5°C	0	33
	Bacterias Heterotróficas	UFC/100 mL a 35°C	500	68
	<i>Escherichia Coli</i>	UFC/100 mL a 44,5°C	0	56
M7 zona sur	Bacterias Coliformes Totales	UFC/100 mL a 35°C	0	95
	Bacterias Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL a 44,5°C	0	66
	Bacterias Heterotróficas	UFC/100 mL a 35°C	500	31
	<i>Escherichia Coli</i>	UFC/100 mL a 44,5°C	0	19
M8 zona sur	Bacterias Coliformes Totales	UFC/100 mL a 35°C	0	99
	Bacterias Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL a 44,5°C	0	67
	Bacterias Heterotróficas	UFC/100 mL a 35°C	500	54
	<i>Escherichia Coli</i>	UFC/100 mL a 44,5°C	0	14

Anexo C. Datos de presión**Apéndice 7. Mes de Diciembre 2022****Tabla 26.** Presión del agua

Item	Zona	Almacenamiento	Elevación	Dirección	Presión (psi)
1	Urbana	Pozo 2 R - 1 800	Baja	Keiko Sofia Mz A Lt 07	32,50
2	Sur	Pozo 1 R - 200	Baja	Brisas del huallaga Mz Ñ Lt 05	21,50

Fuente: EPS “Seda Huánuco” – Sucursal Leoncio Prado

Apéndice 8. Mes de Febrero 2023**Tabla 27.** Presión del agua

Item	Zona	Almacenamiento	Elevación	Dirección	Presión (psi)
1	Urbana	Pozo 2 R - 1 800	Baja	Keiko Sofia Mz A Lt 07	32,50
2	Sur	Pozo 1 R - 200	Baja	Brisas del huallaga Mz Ñ Lt 05	23,50

Fuente: EPS “Seda Huánuco” – Sucursal Leoncio Prado

Apéndice 9. Mes de Abril 2023**Tabla 28.** Presión del agua

Item	Zona	Almacenamiento	Elevación	Dirección	Presión (psi)
1	Urbana	Pozo 2 R - 1 800	Baja	Keiko Sofia Mz A Lt 07	31,50
2	Sur	Pozo 1 R - 200	Baja	Brisas del huallaga Mz Ñ Lt 05	23,50

Fuente: EPS “Seda Huánuco” – Sucursal Leoncio Prado

Anexo D. Detalle de las encuestas aplicadas a los pobladores de las viviendas de las cuales fueron tomadas las muestras de agua

Apéndice 10. Datos generales

Tabla 29. Género del encuestado

Género	Cantidad
Femenino	6
Masculino	2
Total	8

Tabla 30. Edad del encuestado

Edad	Cantidad
16 - 25 años	0
26 - 35 años	5
36 - 45 años	3
46 años a más	0
Total	8

Apéndice 11. Percepción

Tabla 31. Continuidad

Percepción	Usuario	No usuario
Todo el día	2	1
Solo por horas	2	3
Total	4	4

Tabla 32. Percepción organoléptica

Percepción	Usuario	No usuario
Malo		
Regular	1	4
Bueno	3	
Total	4	4

Tabla 33. Percepción de cloración

Percepción	Usuario	No usuario
Malo		3
Regular	1	1
Bueno	3	
Total	4	4

Tabla 34. Percepción de presión

Percepción	Usuario	No usuario
Malo	1	
Regular	2	2
Bueno	1	2
Total	4	4

Tabla 35. Percepción de pago

	No usuario
Sí	4
No	
Total	4

Anexo E. Panel fotográfico**Figura 9.** Desinfección de las llaves del grifo**Figura 10.** Toma de muestras zona urbana – usuarios



Figura 11. Toma de muestras zona urbana – no usuarios



Figura 12. Toma de muestras zona sur – no usuarios



Figura 13. Toma de muestras zona sur – usuarios



Figura 14. Evaluación de PCC zona urbana – usuarios



Figura 15. Evaluación de PCC zona urbana – no usuarios



Figura 16. Evaluación de PCC zona sur – usuarios



Figura 17. Evaluación de PCC zona sur – no usuarios



Figura 18. Evaluación de PCC zona sur – no usuarios



Figura 19. Vertimiento de los caldos de cultivo en las placas Petri



Figura 20. Filtración de las muestras



Figura 21. Colocación de las celdas en las placas con medio de cultivo

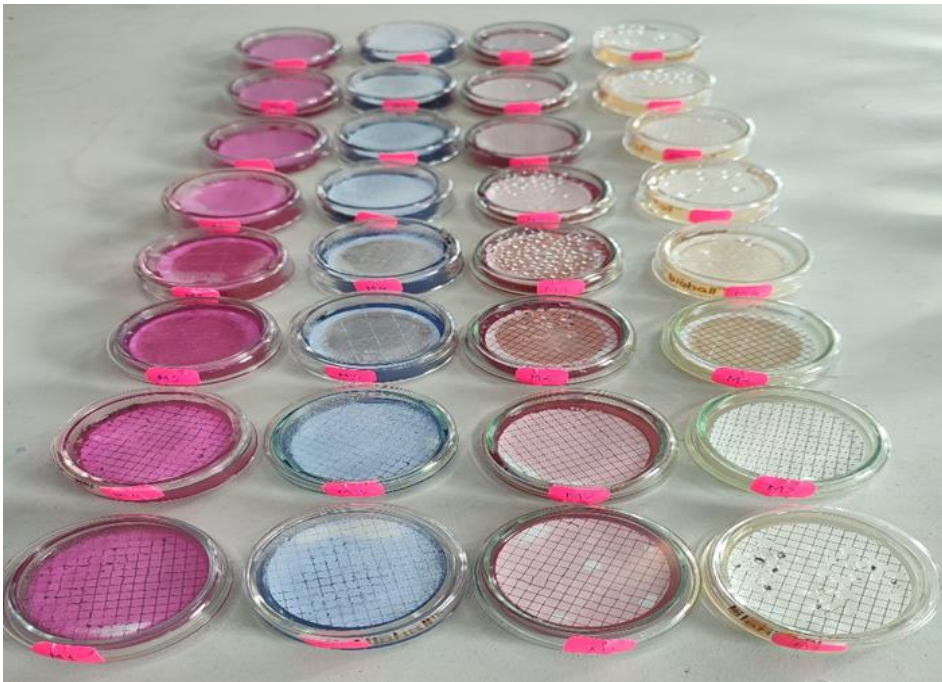


Figura 22. Rotulación de las placas con muestra



Figura 23. Incubación de bacterias coliformes totales y heterotróficas en la estufa



Figura 24. Incubación de bacterias termotolerantes y *Escherichia Coli* en la incubadora



Figura 25. Recuento de colonias

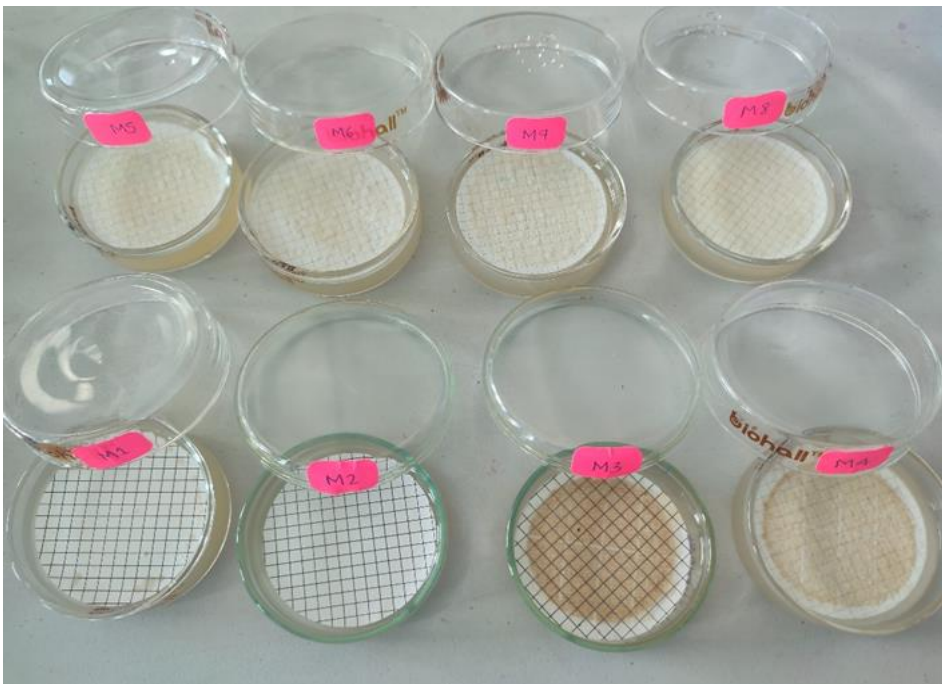


Figura 26. Recuento de colonias de bacterias heterotróficas

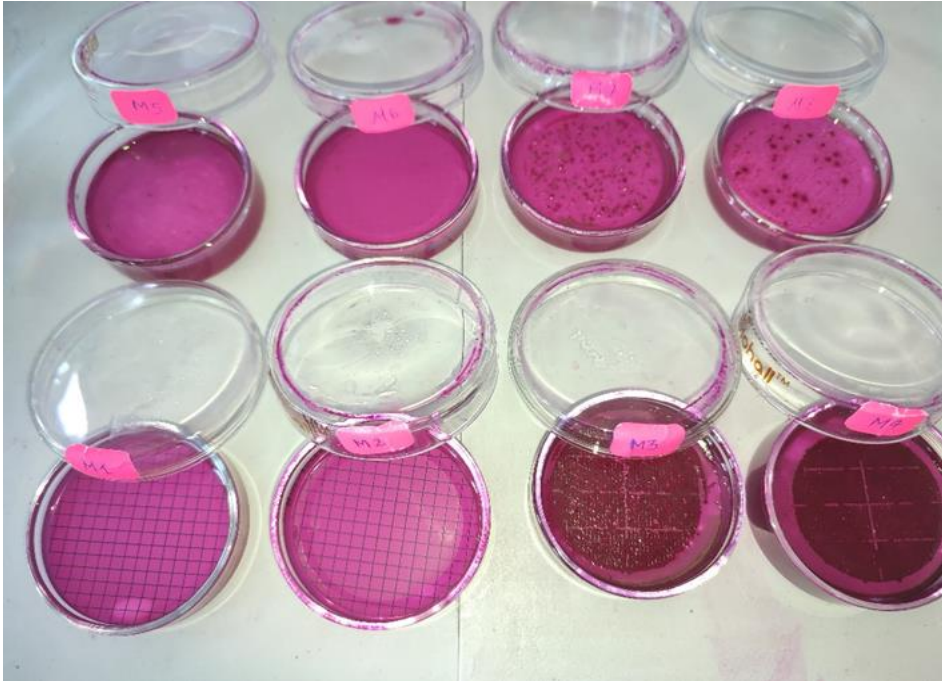


Figura 27. Colonias de bacterias coliformes totales

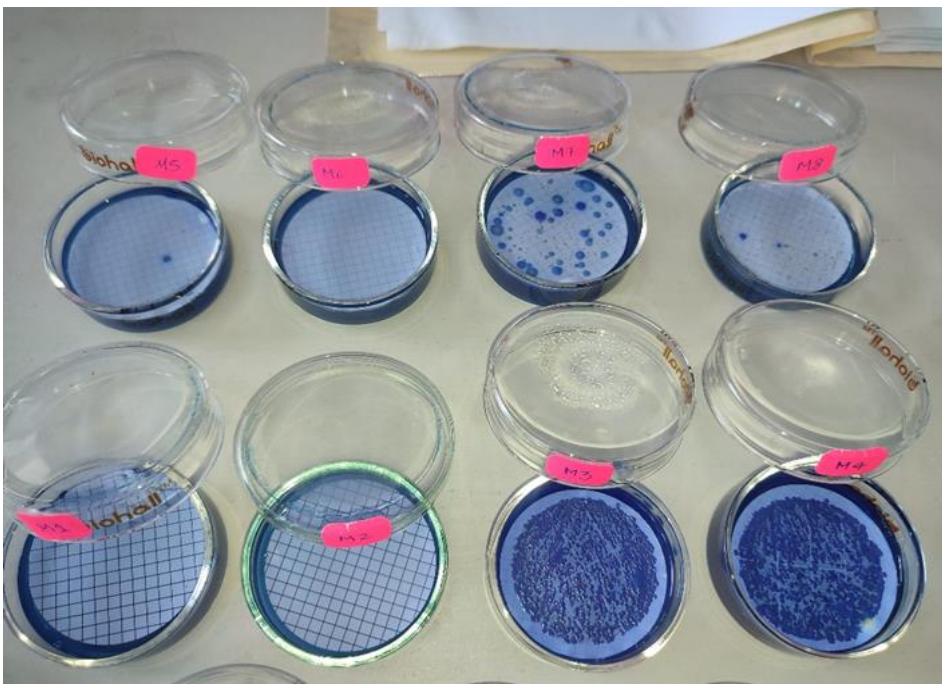


Figura 28. Colonias de bacterias termotolerantes

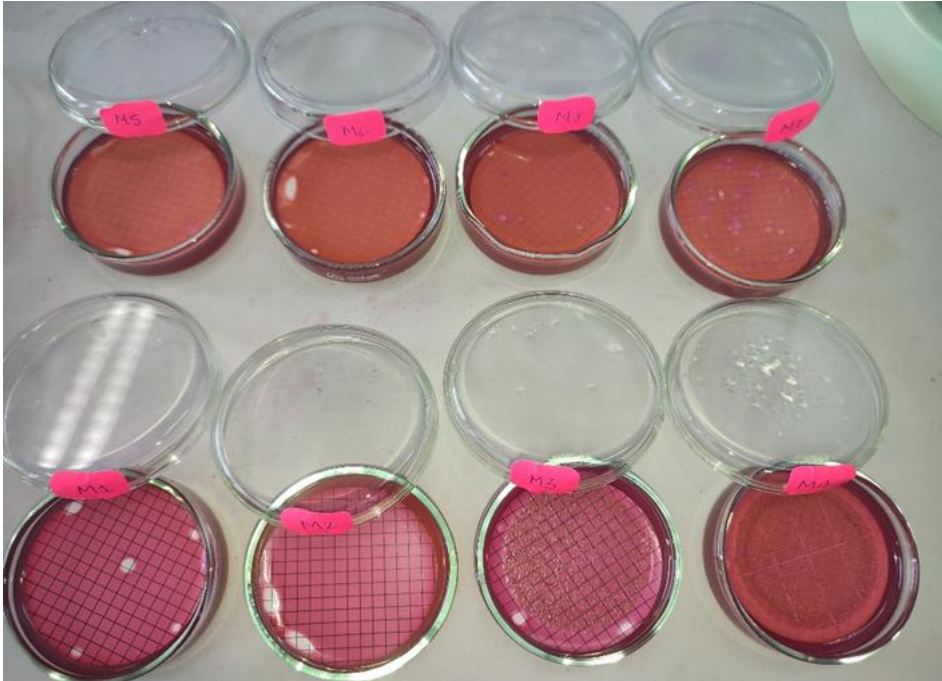


Figura 29. Colonias de bacterias *Escherichia Coli*



Figura 30. Esterilización y eliminación de bacterias



Figura 31. Encuesta a usuarios de la zona urbana



Figura 32. Encuesta a no usuarios de la zona urbana



Figura 33. Encuesta a usuarios de la zona sur



Figura 34. Encuesta a usuarios de la zona sur