

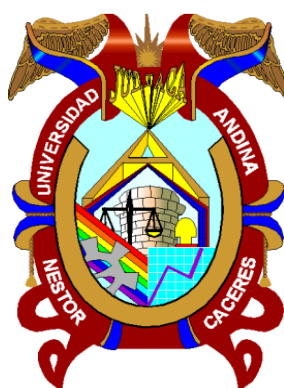


UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL



**NIVELES DE CLORO LIBRE RESIDUAL Y POTENCIAL DE
HIDROGENO EN AGUA POTABLE EN LA ZONA
CÉNTRICA DE LA CIUDAD DE PUNO, 2025**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. MIGUEL ANGEL LIMA TURPO

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL**

JULIACA – PERÚ

2025



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

**NIVELES DE CLORO LIBRE RESIDUAL Y POTENCIAL DE
HIDROGENO EN AGUA POTABLE EN LA ZONA
CÉNTRICA DE LA CIUDAD DE PUNO, 2025**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. MIGUEL ANGEL LIMA TURPO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

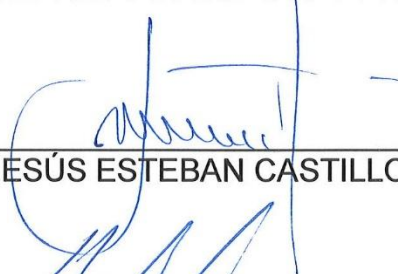
PRESIDENTE

: 
Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

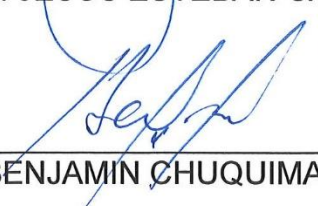
PRIMER MIEMBRO

: 
Mgtr. WILFREDO DAVID SUPO PACORI

SEGUNDO MIEMBRO

: 
M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

ASESOR DE TESIS

: 
Dr. BÉNJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : CONTAMINACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL - P22

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1325-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 20 de octubre del 2025

VISTO: El expediente N° 2025 - CU - 9295 presentado por el (la) Bachiller: **MIGUEL ANGEL LIMA TURPO** estudiante de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **MIGUEL ANGEL LIMA TURPO**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulada: **NIVELES DE CLORO LIBRE RESIDUAL Y POTENCIAL DE HIDROGENO EN AGUA POTABLE EN LA ZONA CÉNTRICA DE LA CIUDAD DE PUNO, 2025**, la misma que pertenece a la línea de investigación **CONTAMINACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO. - **APROBAR**, la **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- * **Presidente** : Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
- * **1er Miembro** : Mgtr. WILFREDO DAVID SUPO PACORI
- * **2do Miembro** : M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

ARTICULO SEGUNDO. - **RECONOCER** como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Dr. BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO**.

ARTICULO TERCERO. - **APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de él (la) bachiller: **MIGUEL ANGEL LIMA TURPO**; del informe final de la investigación (tesis) titulada: **NIVELES DE CLORO LIBRE RESIDUAL Y POTENCIAL DE HIDROGENO EN AGUA POTABLE EN LA ZONA CÉNTRICA DE LA CIUDAD DE PUNO, 2025** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : viernes 31 de octubre del 2025
- * **HORA** : 14:00 horas
- * **LUGAR** : Aula 406 - FICP

ARTÍCULO CUARTO. - **DISPONER** que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CS. PURASDr. OSCAR V. VIAMONTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURASDr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓNcc.
Archivo
interesado (a)



TESIS UANCV

UNIVERSIDAD ANDINA “NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ”



VICERRECTORADO DE
INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 844-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 13 de agosto del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU - 6040 por el señor (a): **MIGUEL ANGEL LIMA TURPO** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 619- 2025-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS) formato N° 036- 2025 del integrante del comité de investigación EPISA de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **MIGUEL ANGEL LIMA TURPO**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **NIVELES DE CLORO LIBRE RESIDUAL Y POTENCIAL DE HIDROGENO EN AGUA POTABLE EN LA ZONA CÉNTRICA DE LA CIUDAD DE PUNO, 2025**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **MSc. Jesus Esteban Castillo Machaca** de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 036- 2025 **aprobandó** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **NIVELES DE CLORO LIBRE RESIDUAL Y POTENCIAL DE HIDROGENO EN AGUA POTABLE EN LA ZONA CÉNTRICA DE LA CIUDAD DE PUNO, 2025**, Correspondiente a la línea de investigación **CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **MIGUEL ANGEL LIMA TURPO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulado: **NIVELES DE CLORO LIBRE RESIDUAL Y POTENCIAL DE HIDROGENO EN AGUA POTABLE EN LA ZONA CÉNTRICA DE LA CIUDAD DE PUNO, 2025** correspondiente a la línea de investigación **CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) la), **Dr. BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CS. PURAS

Dr. OSCAR VAMONTE CALLA
DECANO (e)
CIP: 32730



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 501-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 23 de junio del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU- 4198, presentado por el señor (a) **MIGUEL ANGEL LIMA TURPO** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 377-2025-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 025 -2025 del integrante del comité de investigación **EPISA** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **MIGUEL ANGEL LIMA TURPO** ha presentado su propuesta de investigación Titulada: **NIVELES DE CLORO LIBRE RESIDUAL Y POTENCIAL DE HIDROGENO EN AGUA POTABLE EN LA ZONA CÉNTRICA DE LA CIUDAD DE PUNO, 2025**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **MSc. Jesus Esteban Castillo Machaca** de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 025 -2025- aprobando la propuesta de investigación titulada: **NIVELES DE CLORO LIBRE RESIDUAL Y POTENCIAL DE HIDROGENO EN AGUA POTABLE EN LA ZONA CÉNTRICA DE LA CIUDAD DE PUNO, 2025**.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **MIGUEL ANGEL LIMA TURPO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulada: **NIVELES DE CLORO LIBRE RESIDUAL Y POTENCIAL DE HIDROGENO EN AGUA POTABLE EN LA ZONA CÉNTRICA DE LA CIUDAD DE PUNO, 2025** correspondiente a la línea de investigación **CONTAMINACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL**.

La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente Dr. **BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURASDr. OSCAR V. VIAMONTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS
DIRECTOR
Dr. Fredy Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓNcc:
Archivo 2025
Interesado (a)



MIGUEL ANGEL LIMA TURPO

NIVELES DE CLORO LIBRE RESIDUAL Y POTENCIAL DE HIDROGENO EN AGUA POTABLE EN LA ZONA CÉNTRICA DE L...

 TESIS DE PREGRADO

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::13016:543666406

Fecha de entrega

30 dic 2025, 20:28 GMT-5

Fecha de descarga

30 dic 2025, 20:56 GMT-5

Nombre del archivo

T036_77506233_T.docx

Tamaño del archivo

18.6 MB

120 páginas

16.875 palabras

84.869 caracteres



8% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 6%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 7%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



Metadatos complementarios

Título de la Tesis	
NIVELES DE CLORO LIBRE RESIDUAL Y POTENCIAL DE HIDROGENO EN AGUA POTABLE EN LA ZONA CÉNTRICA DE LA CIUDAD DE PUNO, 2025	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	MIGUEL ANGEL LIMA TURPO
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	77506233
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0007-5330-3485
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02406088
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-9858-2464
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	WILFREDO DAVID SUPO PACORI
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02428673
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	01323821



Datos de investigación	
Línea de investigación	Contaminación y calidad ambiental - P22
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Puno Provincia: Puno Coordenadas: Latitud: 15°27'938"S Longitud: 70°34'174"O URL Maps: https://www.google.com/maps/d/edit?mid=1-3OIIHTOJA5ssbGGFyZJalvIXJrhV3c&usp=sharing 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Junio 2025 – Octubre 2025
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	Ingeniería ambiental https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.00 Ciencias del medio ambiente https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.08



UNIVERSIDAD ANDINA "VICENTECALLES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS EXACTAS
Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo MIGUEL ANGEL LIMA TURPO, identificado con DNI
Nro. 77506233, en mi condición de egresado de:

☒ Escuela Profesional

☐ Programa de Segunda Especialidad,

☐ Programa de Maestría o Doctorado

"INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL"

informo que he elaborado el/la ☒ Tesis o ☐ Trabajo de Investigación, ☐ Trabajo Académico
denominada:

"NIVELES DE CLORO LIBRE RESIDUAL Y POTENCIAL HIDROGENO EN AGUA POTABLE

EN LA ZONA CÉNTRICA DE LA CIUDAD DE PUNO, 2025

Asesorado por: Dr. BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y no existe plagio/copla de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 19 de NOVIEMBRE del 2025


Firma del Asesor


Firma del Estudiante



Huella



DEDICATORIA

Ante todo, al Todopoderoso, por otorgarme bienestar, resiliencia y discernimiento para sobreponerme a todos los desafíos durante mi instrucción, dirigiendo cada una de mis etapas en esta travesía.

A mis progenitores, por su afecto sin reservas, respaldo constante y por constituir la base esencial que me impulsa a perseverar y lograr mis propósitos laborales.

A mis profesores, quienes con perseverancia y entrega transmitieron su saber en cada etapa de mi formación universitaria, aportando de forma inestimable a mi desarrollo integral y vocacional.



AGRADECIMIENTO

Al Creador, por el regalo inconmensurable de la existencia y por el bienestar que me facultó para persistir, por la fuerza para afrontar cada desafío y por la voluntad que me impulsó a no rendirme ante las dificultades, guiando siempre mis pasos para alcanzar este importante logro.

A la UANCV, entidad que me franqueó el acceso a sus aulas y me proporcionó la posibilidad de obtener saberes, principios y vivencias, los cuales han resultado esenciales para mi desarrollo integral y vocacional. Su compromiso con la formación académica de calidad ha sido un pilar esencial en el desarrollo de mis capacidades y en la conclusión de este ciclo vital.

A cada individuo que, directa o indirectamente, participó en esta travesía, ya fuera mediante su respaldo emocional, orientaciones, actos de camaradería o estímulo permanente, expreso mi más sentido agradecimiento. Toda expresión de ánimo y cada demostración de fe fueron componentes esenciales para que esta aspiración se materializara.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE GENERAL.....	v
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCCIÓN	xi

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Análisis de la situación problemática	1
1.2. Planteamiento del problema	3
1.2.1. Problema general	3
1.2.2. Problemas específicos	3
1.3. Objetivo de la investigación	4
1.3.1. Objetivo general	4
1.3.2. Objetivos específicos.....	4
1.4. Justificación	4
1.5. Hipótesis	5
1.5.1. Hipótesis general.....	5
1.5.2. Hipótesis específica.....	5
1.6. Variables.....	6
1.6.1. Variable dependiente.....	6
1.6.2. Variable independiente.....	6



1.7. Operacionalización de variables	7
--	---

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación	8
2.1.1. Antecedentes internacionales	8
2.1.2. Antecedentes nacionales	9
2.1.3. Antecedentes regionales	10
2.2. Marco teórico	10
2.3. Marco conceptual	17

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación	20
3.2. Nivel de investigación	20
3.2. Enfoque de la investigación	20
3.3. Técnicas e instrumentos	21

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados.....	36
4.2. Discusiones.....	71
CONCLUSIONES.....	74
RECOMENDACIONES	76
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77
ANEXOS	80



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables	7
Tabla 2 Ubicación de los puntos de monitoreo	26
Tabla 3 Métodos normalizados para el análisis a aguas potables y residuales	33
Tabla 4 Resultados de cloro residual en la zona residencial	37
Tabla 5 Resultados del cloro residual de la zona comercial	40
Tabla 6 Resultados de cloro residual de la zona industrial	42
Tabla 7 Resultados de cloro residual de la zona de alto transito	45
Tabla 8 Resultados de pH en la zona residencial	48
Tabla 9 Resultados de pH de la zona comercial	50
Tabla 10 Resultados de pH de la zona industrial	52
Tabla 11 Resultados de pH de la zona de alto transito	54
Tabla 12 Resultados físicos y químicos de la zona residencial	56
Tabla 13 Resultados físicos y químicos de la zona comercial	58
Tabla 14 Resultados físicos y químicos de la zona industrial	60
Tabla 15 Resultados físicos y químicos de la zona de alto transito	62
Tabla 16 Resultados que sobrepasan el límite en la zona residencial	65
Tabla 17 Resultados que sobrepasan el límite en la zona comercial	67
Tabla 18 Resultados que sobrepasan el límite en la zona industrial	68
Tabla 19 Resultados que sobrepasan el límite en la zona de alto transito	70



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación de la zona de monitoreo	22
Figura 2 Toma de muestra en los puntos e monitoreo	23
Figura 3 Recolección de muestra	28
Figura 4 Análisis de pH y cloro residual del agua potable	29
Figura 5 Determinación de pH	31
Figura 6 Relación entre temperatura y cloro residual en la zona residencial ..	39
Figura 7 Relación entre temperatura y cloro residual en la zona comercial	41
Figura 8 Relación entre temperatura y cloro residual en la zona industrial	44
Figura 9 Relación entre temperatura y cloro residual en la zona de alto transito	47
Figura 10 Relación entre temperatura y pH en la zona residencial	49
Figura 11 Relación entre temperatura y pH en la Zona Comercial	51
Figura 12 Relación entre temperatura y pH en la Zona Industrial	53
Figura 13 Relación entre temperatura y pH en la Zona de Alto Transito	55
Figura 14 Resultados de pH y cloro residual frente a la normatividad	66
Figura 15 Resultados de pH y cloro residual frente a la normatividad	67
Figura 16 Resultados de pH y cloro residual frente a la normatividad	69
Figura 17 Resultados de pH y cloro residual frente a la normatividad	70



RESUMEN

El propósito general de este estudio fue establecer los niveles de cloro remanente y pH en el H₂O potable de la zona céntrica de Puno, analizando cómo la variabilidad de estos parámetros se ve influenciada por los parámetros físico-químicos. La problemática radica en la variabilidad de niveles de cloro remanente y el pH fuera de los límites óptimos, lo cual puede afectar la condición del H₂O y la salubridad pública. El método esgrimido residió en la recolección de muestras de agua en 115 puntos distribuidos en cuatro zonas de la ciudad: residencial, comercial, industrial y alto tránsito, realizando un análisis físico-químico que incluyó la medición de turbidez, sólidos suspendidos, conductividad eléctrica, dureza, entre otros parámetros. Los resultados obtenidos mostraron que, en la zona residencial, los valores de cloro remanente fueron de 0.3 mg/L a 0.4 mg/L, adentro de los indicadores recomendados. Sin embargo, en la zona industrial, se registró un valor de 0.2 mg/L, en el límite inferior. El pH en la zona residencial varió entre 7.1 y 8.8, con M-17 superando el límite máximo de 8.5. En conclusión, los resultados muestran variabilidad en los niveles de cloro remanente y pH, con algunos puntos que exceden los límites establecidos, especialmente en las zonas industrial y de alto tránsito. Esto sugiere la necesidad de ajustes en los procesos de procesamiento para asegurar el desempeño de las normativas de condición del H₂O potable.

Palabras clave: Agua potable, calidad del agua, cloro residual, normativa, pH



ABSTRACT

The overall purpose of this study was to establish the levels of residual chlorine and pH in drinking water in the central area of Puno, analyzing how the variability of these parameters is influenced by physical-chemical parameters. The problem lies in the variability of residual chlorine levels and pH outside the optimal limits, which can affect the condition of the H₂O and public health. The method used consisted of collecting water samples at 115 points distributed across four areas of the city: residential, commercial, industrial, and high traffic, performing a physical-chemical analysis that included measuring turbidity, suspended solids, electrical conductivity, hardness, among other parameters. The results obtained showed that, in the residential area, residual chlorine values ranged from 0.3 mg/L to 0.4 mg/L, within the recommended indicators. However, in the industrial area, a value of 0.2 mg/L was recorded, at the lower limit. The pH in the residential area varied between 7.1 and 8.8, with M-17 exceeding the maximum limit of 8.5. In conclusion, the results show variability in residual chlorine and pH levels, with some points exceeding the established limits, especially in industrial and high-traffic areas. This suggests the need for adjustments in the treatment processes to ensure compliance with drinking water quality standards.

Keywords: Drinking water, Water quality, Residual chlorine, Regulations, pH



INTRODUCCIÓN

La disponibilidad de H₂O apta para el consumo constituye un derecho básico e indispensable para el bienestar de los individuos, por lo que su vigilancia resulta fundamental para asegurar su inocuidad. En el área central de Puno, se han observado fluctuaciones considerables en las reuniones de cloro remanente y en el potencial de hidrógeno, dos indicadores determinantes para verificar que el líquido procesado no represente un riesgo para la salud pública (Pacheco, 2024). El cloro remanente es utilizado en el tratamiento del agua como desinfectante, y su presencia asegura la eliminación de patógenos (Cabrera, 2024). Sin embargo, valores inadecuados de cloro remanente pueden comprometer la seguridad microbiológica del agua, mientras que el pH influye directamente en la efectividad del cloro y en el sabor y la corrosividad del agua (Cabello, 2025).

La normativa peruana, como el D.S N° 031-2010-SA, establece los rangos de pH y cloro remanente para garantizar la potabilidad del agua (Ministerio del Ambiente, 2022). En este contexto, es esencial evaluar cómo factores como la turbidez, sólidos suspendidos, dureza del agua y conductividad eléctrica afectan los niveles de Cl remanente y pH en distintas zonas de la urbe, ya que estos factores pueden alterar significativamente la eficacia de la desinfección (Sotomayor, 2022)

El propósito de este estudio es analizar la concentración de cloro remanente y valorar el potencial de hidrógeno en las áreas residencial, comercial, industrial y de gran afluencia en el centro de Puno. Asimismo, los datos recolectados serán cotejados con los indicadores establecidos por la legislación local e internacional, con el fin de valorar la idoneidad de los métodos



de potabilización y su conformidad con los estándares de condición (Carrasco, 2024).

La actual tesis se organiza de acuerdo a la siguiente estructura: Capítulo I: Introducción; Capítulo II: Desarrollo, el cual comprende el planteamiento del problema, la formulación de objetivos, la justificación del estudio y el marco teórico, que incluye los antecedentes, fundamentos conceptuales y definición de variables. Asimismo, se detalla la metodología, con el diseño, tipo y método de estudio empleado. Posteriormente, se exponen los hallazgos y su análisis. Capítulo III: Conclusiones, sugerencias y la bibliografía consultada.



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Análisis de la situación problemática

La disponibilidad de agua apta para el consumo constituye un derecho humano básico para el bienestar, y su contaminación representa una de las mayores amenazas sanitarias mundiales. En el contexto de Puno, la calidad del recurso hídrico para consumo se deteriora debido a múltiples factores, como el deterioro de la red de tuberías y las características de las fuentes de abastecimiento. Pese a ciertas iniciativas para optimizar el servicio, la información relativa a las concentraciones de cloro libre y al pH del agua tratada sigue siendo insuficiente. Esta situación evidencia la urgencia de efectuar un análisis exhaustivo de dichos indicadores, por ser determinantes para asegurar la salubridad e inocuidad del líquido.

Una de las deficiencias más frecuentes en los sistemas de distribución de agua potable es la concentración baja de cloro remanente. Este elemento se emplea como agente sanitizante en la potabilización, sin embargo, sus niveles pueden reducirse debido a factores como la reacción con compuestos orgánicos o un proceso de tratamiento deficiente (Picon, 2023). Asimismo, las fluctuaciones en el potencial de hidrógeno (pH) inciden de manera directa en la efectividad de



la desinfección, puesto que valores extremos de acidez o alcalinidad comprometen la persistencia del cloro en el medio acuoso (Bujaico et al., 2024)

En la zona céntrica de Puno, la infraestructura de distribución de agua presenta desafíos significativos. Las tuberías, en su mayoría, tienen muchos años de antigüedad y han sufrido el desgaste por el tiempo, lo que podría contribuir a la contaminación del agua durante su distribución (Velazco, 2023). Estos problemas estructurales pueden generar fluctuaciones en los niveles de cloro remanente y pH en distintos puntos de la urbe, dificultando la evaluación de la condición del H₂O.

La falta de control constante de la condición del H₂O, especialmente en lo que respecta a parámetros como el cloro remanente y el pH, es otro aspecto crítico. En estudios realizados en otras ciudades del país, se ha evidenciado que la ausencia de controles adecuados contribuye a la aparición de padecimientos de origen hídrico, entre ellos los trastornos gastrointestinales, que afecta principalmente a poblaciones vulnerables (Noa, 2019).

Un estudio llevado a cabo en la Región de Arequipa evidenció que la reunión de cloro remanente en el agua para consumo humano no alcanzaba los estándares fijados por la OMS, comprometiendo su potabilidad y constituyendo una amenaza sanitaria. De modo análogo, en la localidad de Cusco se registró una variación significativa en los valores de pH, atribuible a las diferencias en los procesos de tratamiento y a la polución de los manantiales (Bendezu, 2024)

No obstante, estas dificultades, ciertas investigaciones han demostrado que una vigilancia apropiada del cloro remanente y el pH puede disminuir de forma sustancial las amenazas sanitarias. Un ejemplo ilustrativo se observa en la ciudad de Lima, donde la adopción de sistemas para regular el cloro

remanente ha arrojado efectos favorables en la optimización de la potabilidad del agua y en el descenso de la incidencia de patologías (Chanca & Castellanos, 2018).

En cuanto a las composiciones químicas del H₂O, diversos factores como la existencia de sales disueltas, metales pesados y materia orgánica también influyen en el pH y en la estabilidad del cloro remanente. El análisis de estos factores es fundamental para comprender la variabilidad de estos parámetros en el agua potable (Norabuena, 2022)

Por lo tanto, es fundamental realizar un estudio exhaustivo sobre los niveles de cloro remanente y pH en el agua dulce de la zona céntrica de Puno. Esto permitirá establecer si el H₂O desempeña con las normas de condición determinadas por las normativas nacionales y proporcionar información crucial para el diseño de habilidades de mejora en las gestiones del agua.

2.2. Planteamiento del problema

1.2.1. Problema general

- ¿Cuáles son los niveles de cloro residual y el Potencial de hidrogeno del agua potable en la zona céntrica de la ciudad de Puno?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuáles son los niveles actuales de cloro residual en las muestras de agua potable tomadas en la zona céntrica de Puno y cómo varían en diferentes puntos de la red de distribución?
- ¿Cuál es el pH del agua potable en la zona céntrica de Puno y qué factores (como el origen del agua y su tratamiento) afectan su variabilidad?
- ¿Qué factores físicos y químicos, influyen en la variación de los niveles de cloro residual y pH en el agua potable de la zona céntrica de Puno?

- ¿Cuáles serán los niveles de cloro residual y el pH con los parámetros establecidos por las normas nacionales para el agua potable?

2.3. Objetivo de la investigación

1.3.1. Objetivo general

- Evaluar los niveles de cloro residual y el potencial de hidrógeno en el agua potable suministrada a la zona céntrica de la ciudad de Puno.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la concentración de cloro residual en muestras de agua potable tomadas en distintos puntos de la zona céntrica de Puno
- Medir el pH del agua potable en la zona céntrica de Puno y analizar su variabilidad en función de factores como el origen y tratamiento del agua.
- Identificar los factores físicos y químicos que influyen en la variación de los niveles de cloro residual y pH en el agua potable de la zona céntrica de Puno
- Comparar los niveles de cloro residual y el pH con los parámetros establecidos por las normas nacionales para el agua potable.

2.4. Justificación

La disponibilidad de agua apta para la ingesta es fundamental para el bienestar colectivo; sin embargo, en diversas áreas, como el casco urbano de Puno, persisten obstáculos en materia de calidad hídrica, originados principalmente por deficiencias en la red de distribución y los procesos de potabilización. El cloro remanente y el pH son dos de los parámetros más críticos para garantizar la potabilidad del agua. El primero es vital para eliminar microorganismos patógenos, mientras que el segundo influye en la acidez y la corrosividad del agua.

Actualmente, no existen estudios locales que analicen de manera detallada estos parámetros en Puno, lo que impide valorar si el H₂O potable desempeña con las normas establecidas por las normas nacionales. El actual estudio busca analizar las concentraciones de cloro remanente y el potencial de hidrógeno (pH) en el agua de consumo de Puno, determinar las variables que influyen sobre dichos indicadores y contrastar los hallazgos con los parámetros establecidos en la normativa D.S N° 031-2010-SA.

Este estudio generará información clave para optimizar la potabilidad del agua en la urbe, auxiliar a los entes reguladores en la toma de decisiones basadas en evidencia y coadyuvar en el diseño de estrategias estatales que aseguren la provisión de un recurso hídrico inocuo, salvaguardando de este modo el bienestar de la población puneña.

2.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

- Los niveles de cloro residual y el pH en el agua potable suministrada a la zona céntrica de la ciudad de Puno varían significativamente en función de factores físicos, químicos e infraestructurales, y no siempre cumplen con los parámetros establecidos por las normativas nacionales para el agua potable.

1.5.2. Hipótesis específica

- La concentración de cloro residual en las muestras de agua potable tomadas en distintos puntos de la zona céntrica de Puno presenta variaciones significativas, que están influenciadas por el tratamiento de agua y la condición de la red de distribución.



- El pH del agua potable en la zona céntrica de Puno varía en función de factores como el origen del agua y el tratamiento recibido, lo que contribuye a su fluctuación en distintas áreas de la ciudad.
- Los factores físicos (como la temperatura y la presión del agua) y químicos (como la composición mineral) de la red de distribución, así como las características de la infraestructura (material de las tuberías), influyen de manera significativa en la variación de los niveles de cloro residual y pH en el agua potable de la zona céntrica de Puno.
- Los niveles de cloro residual y el pH del agua potable en la zona céntrica de Puno no cumplen consistentemente con los parámetros establecidos por las normas nacionales para la calidad del agua potable, lo que puede representar un riesgo para la salud pública.

2.6. Variables

1.6.1. Variable caracterización

- Valores de cloro residual
- Valores de pH

1.6.2. Variable de interes

- Potabilidad del agua asociada con la normatividad (031-2010-SA)



2.7. Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variable	Dimensión	Indicadores	Unidad de medida
(Vc) Valores de cloro residual	Concentración de cloro residual en el agua	Concentración de cloro residual	mg/L
(Vc) Valores de pH	Acidez o alcalinidad del agua	Valor de pH	Unidad de pH
(Vi) Potabilidad del agua	Normatividad nacional vigente	031-2010-SA	031-2010-SA

Nota: (Vc) Variable caracterización (Vi) Variable de interes

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. *Antecedentes internacionales*

OMS (2018) La OMS establece las normas internacionales para la condición del H₂O dulce, incluyendo los indicadores de cloro remanente y pH, con el objetivo de asegurar la salubridad pública por medio de la previsión de males transmitidas por el agua. La OMS destaca la importancia del cloro como desinfectante y la necesidad de mantener su concentración dentro de niveles seguros para garantizar la potabilidad del agua

Onyutha & Tamale (2022) La investigación aborda la relación entre la eficacia del cloro remanente y las condiciones del agua en la desinfección. Se concluye que altos niveles de turbidez y sólidos suspendidos requieren una mayor concentración de cloro remanente para garantizar la desinfección efectiva, y que factores como el pH afectan esta eficacia.

Banna et al. (2014) Este artículo discute los adelantos en el control y tratamiento de la condición del H₂O. Se analiza el uso de tecnologías modernas para el control

en tiempo existente de indicadores como cloro remanente y pH, y cómo estos avances mejoran la gestión del agua dulce y la salubridad pública

Zheng et al. (2024) Este análisis profundiza en cómo las propiedades químicas del agua, como la dureza (calcio y magnesio) y el pH, impactan la energía del cloro en el procesamiento del H₂O. Se establece que un pH elevado y la presencia de minerales duros pueden reducir la efectividad del cloro para eliminar microorganismos

2.1.2. Antecedentes nacionales

Pereda & Pelaez (2023) Este estudio evalúa los niveles de cloro remanente y pH en diversas zonas urbanas del Perú. Los hallazgos enseñan que, en la mayoría de los casos, los indicadores se mantienen adentro de los límites recomendados, aunque algunos puntos en zonas industriales y rurales presentan valores fuera del rango óptimo.

Racho & Ruíz (2024) En este estudio, se analizan los niveles de pH y cloro remanente en las zonas periurbanas de Lima. Se identifican áreas con pH elevado, lo que podría reducir la eficacia del cloro. Se proponen medidas para mejorar el tratamiento en estas zonas, especialmente en aquellas con agua dura.

Duman et al. (2022) Este estudio analiza cómo las comunidades rurales del Perú enfrentan desafíos en cuanto al control de pH y cloro residual. La falta de acceso a tecnologías adecuadas para monitorear la calidad del agua dificulta el cumplimiento de las normas internacionales y nacionales.

Villanueva & Cueva, (2024) En este análisis se evalúa la eficiencia de los centros de procesamiento de H₂O en la costa peruana, con énfasis en los parámetros de pH y cloro residual. Se identificaron deficiencias en los procesos de cloración, lo que afecta la potabilidad del agua

2.1.3. Antecedentes regionales

Condori (2018) En esta estudio se analiza la condición del H₂O de Puno, destacando los problemas con el pH elevado en varias zonas, que podría afectar la eficacia del cloro residual. Este estudio en zonas rurales de Puno identifica niveles bajos de cloro remanente y pH elevado en varias zonas rurales, sugiriendo que el tratamiento de agua en estas áreas requiere mejoras

Mamani (2024) El propósito del estudio fue valorar los indicadores físico-químicos y microbiológicos del H₂O cruda del sector Chimu y del agua suministrada por la PTAP Aziruni en Puno, comparándolos con los LMP y ECA para consumo humano. El estudio fue no experimental y se realizó durante 3 meses (junio, agosto y septiembre). Se tomaron muestras en 2 puntos: Captación Chimu (CI) a 3.4 m de profundidad y Chacarilla Alta (CA) a nivel superficial. Los hallazgos enseñaron que las conductividades promedias fueron de 396.67 μ S/cm, superando el límite del ECA Categoría 4. Los sulfatos excedieron en 78.33 mgSO₄/L, afectando el sabor del agua, y los coliformes totales superaron ligeramente el límite en 0.53 NMP/100 ml en junio. No se hallaron discrepancias significativas entre los muestreos de ambos puntos. Los resultados indican que tanto el agua de Chimu como la de la PTAP Aziruni no desempeñan con los ECA ni con los LMP, lo cual sugiere que no son aptas para el consumo humano.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Agua potable y su calidad

El agua para ingesta humana es el insumo vital para la población, y su grado de pureza es crucial para el bienestar colectivo. De acuerdo con la OMS, el H₂O dulce debe escasear de agentes polucionantes microbiológicos, químicos

y físicos, que puedan ocasionar perjuicios a la salubridad (OMS, 2020). Su calidad está condicionada por variables como la reunión de Cl remanente, el potencial de hidrógeno (pH), la turbiedad, la conductividad eléctrica y la existencia de partículas en suspensión. El Cl remanente es indispensable para asegurar la sanitización del agua, erradicando microorganismos patógenos causantes de enfermedades (Mamani, 2024)

2.2.2. Cloro residual en el agua

El cloro remanente es la porción de cloro que persiste en el agua tras el proceso de sanitización. Su nivel constituye un indicador determinante para garantizar la inocuidad microbiológica del agua de consumo. Según el Decreto Supremo 031-2010 y la ECA 004-2017 de Perú, los niveles de Cl remanente en el agua dulce deben estar dentro de un rango de 0.2 mg/L a 5 mg/L, con el objetivo de mantener la desinfección y evitar la proliferación de microorganismos patógenos (MINAM, 2022). Sin embargo, la demanda de cloro puede variar según la turbidez y la química del agua, afectando la eficacia del cloro en ciertas áreas.

2.2.3. pH del Agua

El pH es un indicador que determina el grado de acidez o basicidad de una solución acuosa. Este parámetro tiene un impacto directo sobre la desinfección del agua, ya que el cloro es menos efectivo en aguas alcalinas (pH > 8.5) (Pereda & Pelaez, 2023). La norma D.S. N° 031-2010-SA, establece que el pH del H₂O potable debe estar en el clase de 6.5 a 8.5 para asegurar la eficacia del cloro residual. Un pH elevado puede disminuir la efectividad de la desinfección al promover la formación de compuestos menos reactivos como el

hipoclorito (OCI^-), lo que reduce la capacidad del agua para eliminar microorganismos.

2.2.4. Desinfección del agua potable y el cloro residual

Resulta fundamental examinar con detalle los procesos y metas de la sanitización del agua para consumo. El cloro remanente se emplea primordialmente para erradicar microorganismos patógenos, pero además cumple una función clave en la prevención de la proliferación bacteriana a lo largo de la red de distribución. Este agente no solo destruye bacterias, sino que también minimiza la formación de biopelículas en las conducciones (Lee et al., 2016). Asimismo, es crucial analizar la demanda de cloro —es decir, la porción que reacciona con sustancias disueltas— y su fluctuación en función de las características del agua sin tratar.

2.2.5. Factores Físico-Químicos que Afectan la Calidad del Agua

El agua potable está influenciada por varios factores físicos y químicos que pueden alterar su calidad. Algunos de los más relevantes incluyen:

- **Turbidez:** La turbidez es causada por partículas suspendidas en el H_2O , como arcilla, MO y microorganismos. Un alto nivel de turbidez puede aumentar la demanda de cloro y reducir la efectividad de la desinfección (Racho & Ruíz, 2024)
- **Sólidos Suspendidos:** Los sólidos en suspensión en el H_2O afectan tanto la transparencia como la calidad microbiológica. Las partículas pueden adsorber cloro, reduciendo su concentración y haciendo el tratamiento menos efectivo desinfección (Racho & Ruíz, 2024).
- **Dureza:** La dureza del H_2O , que hace referencia a la concentración de Cl y Mg, afecta el pH del agua. El agua dura generalmente presenta un pH más

alto, lo que puede interferir con la desinfección utilizando cloro desinfección (Racho & Ruíz, 2024)

- **Conductividad Eléctrica:** La conductividad eléctrica es un indicador de los iones diluidos en el H₂O, como los sulfatos, sodium, y calcio. Una mayor conductividad eléctrica puede indicar un alto contenido de minerales disueltos, lo que puede alterar tanto el pH como la efectividad del cloro desinfección (Racho & Ruíz, 2024)

2.2.6. Importancia del cloro residual

El cloro remanente es indispensable para preservar la inocuidad bacteriológica del agua y evitar la aparición de epidemias de origen hídrico (Pérez et al., 2020). Sin embargo, su reunión debe estar regulada, ya que valores muy bajos pueden comprometer la desinfección, mientras que valores muy altos pueden ser nocivos para la salud humana (Norabuena, 2022)

2.2.7. Peligros del exceso o deficiencia de cloro residual

El uso excesivo de cloro remanente puede tener efectos negativos sobre la salud, como la alineación de subproductos de asepsia, que incluyen compuestos como los THM, que están relacionados con posibles riesgos carcinogénicos. Este es un aspecto crítico que debe ser considerado en tu investigación, ya que es necesario mantener el balance adecuado entre asegurar la desinfección y minimizar los riesgos asociados con el exceso de cloro (Velazco, 2023)

2.2.8. Factores que afectan el cloro residual

Diversos factores físicos y químicos pueden afectar los niveles de Cl remanente en el H₂O:

- **pH del agua:** El pH tiene un impacto directo sobre la efectividad del cloro. A pH alto (agua alcalina), el cloro se convierte en hipoclorito, que es menos efectivo para la desinfección (Pereda & Pelaez, 2023)
- **Temperatura:** Las altas temperaturas aceleran las reacciones químicas y pueden reducir la concentración de cloro residual, especialmente en ambientes cálidos (Pereda & Pelaez, 2023)
- **Turbidez:** El agua turbia tiene partículas suspendidas que consumen cloro, reduciendo su disponibilidad para la desinfección (Pereda & Pelaez, 2023)

2.2.9. Relación entre pH y cloro residual

El cloro tiene diferentes formas químicas dependiendo del pH del H₂O:

- En aguas ácidas (pH bajo), el cloro se encuentra principalmente como ácido hipocloroso (HOCl), que es mucho más eficaz para matar patógenos.
- En aguas alcalinas (pH alto), el cloro se convierte principalmente en hipoclorito (OCl⁻), que es menos efectivo en la eliminación de patógenos

Por lo tanto, un pH elevado puede reducir la seguridad del Cl remanente y poner en peligro la potabilidad del H₂O.

2.2.10. Normativa Nacional e Internacional sobre la Calidad del Agua

Las normativas sobre la condición del agua dulce son esenciales para garantizar la salubridad pública y la seguridad del consumo humano. En Perú, el Decreto Supremo 031-2010-SA, regula los indicadores de condición del H₂O, conteniendo los niveles de Cl remanente y pH. La normativa 031-2010-SA establece que el pH debe estar entre 6.5 y 8.5, mientras que el Cl remanente debe conservar entre 0.2 mg/L y 5 mg/L para aseverar la efectividad de la desinfección (MINAM, 2022)

A escala global, la OMS define parámetros para el agua de consumo, señalando que el pH debe oscilar entre 6.5 y 8.5, y el cloro remanente debe presentar una concentración adecuada para asegurar la inactivación de agentes patógenos. Estos lineamientos constituyen un referente fundamental para la valoración de la condición hídrica en numerosas naciones, entre ellas el Perú.

2.2.11. Relación entre factores físico-químicos y la calidad del agua

Los factores físico-químicos como turbidez, sólidos suspendidos, y conductividad eléctrica están estrechamente vinculados con la condición del H₂O. Altos niveles de turbidez pueden reducir el vigor del cloro al interferir con su capacidad para eliminar patógenos (Lozano et al., 2021). Los sólidos suspendidos pueden consumir cloro, lo que disminuye su concentración remanente y afecta la potabilidad del agua (Villanueva & Cueva, 2024)

2.2.12. Zona geográfica y contexto de la ciudad de Puno

La urbe de Puno, situada a orillas del Lago Titicaca, presenta características geográficas y climáticas que influencia en la condición del H₂O dulce. La altitud, la temperatura fría y la variabilidad en la fuente de agua (tanto superficial como subterránea) son elementos que deben ser tomados en cuenta al evaluar los parámetros de calidad del agua (Hernández et al., 2017). Además, la variabilidad en los puntos de muestreo (zonas residenciales, comerciales, industriales y de alto tránsito) introduce un factor de heterogeneidad en los datos, lo que podría influir en las concentraciones de cloro residual, pH y otros parámetros.

2.2.13. Zona Céntrica de Puno

La zona céntrica de Puno se refiere al área urbana principal de la ciudad, que contiene el centro histórico y las zonas adyacentes en el que se reúne la

mayor parte de la urbe y la infraestructura de servicios. Esta zona es particularmente relevante para estudios sobre la condición del H₂O, ya que es el punto de consumo más crítico de la ciudad (Córdova et al., 2019). El suministro de agua potable en esta zona puede verse afectado por la turbidez, los sólidos suspendidos, la demanda de cloro y la presencia de contaminantes químicos debido a la proximidad a fuentes de agua superficiales y al sistema de distribución

2.2.14. Zonas de muestreo

En un estudio de calidad del agua, las zonas de muestreo son seleccionadas para representar de manera representativa las diferentes condiciones que pueden influir en la condición del H₂O dulce. En este caso, la investigación se realizó en cuatro zonas de muestreo dentro de la zona céntrica de Puno: residencial, comercial, industrial y de alto tránsito.

- **Zona Residencial:** En estas áreas se espera que el agua potable sea de mejor calidad, debido a la infraestructura de tratamiento más eficiente. Sin embargo, la proximidad de sistemas de distribución y los elementos ambientales pueden afectar la condición del agua.
- **Zona Comercial:** Las zonas comerciales suelen tener un alto consumo de agua y una mayor demanda de cloro remanente para garantizar su desinfección debido a la afluencia de personas y el riesgo de contaminación microbiana.
- **Zona Industrial:** Las zonas industriales pueden tener contaminación adicional de sus fuentes de agua, proveniente de descargas industriales y la presencia de sólidos suspendidos, lo que afecta tanto el pH como el cloro residual.

- **Zona de Alto Tránsito:** Las áreas con alto tránsito vehicular y peatonal suelen tener alta concentración de partículas suspendidas y contaminantes, lo que puede influir en los indicadores físico-químicos del H₂O.

2.3. Marco conceptual

2.3.1. *Agua potable*

Se considera agua apta para el consumo aquella que satisface los criterios de calidad establecidos por las regulaciones locales e internacionales, asegurando así su inocuidad y salubridad microbiológica para el uso humano (Noa, 2019)

2.3.2. *Calidad del agua*

La condición del H₂O se refiere a la cabida del H₂O para satisfacer los requerimientos de salud y uso humano. La evaluación se realiza a través de la medición de indicadores como el Cl remanente, el pH, y demás indicadores físico-químicos (Sotomayor, 2022)

2.3.3. *Cloro residual*

El Cl remanente designa la reunión de este elemento que persiste en el agua una vez concluido el procesamiento de sanitización. Su existencia es fundamental para inactivar microorganismos patógenos y conservar la inocuidad bacteriológica del recurso a lo largo de la red de suministro (Norabuena, 2022)

2.3.4. *pH del agua*

El pH es un indicador que determina el grado de acidez o basicidad de una solución acuosa. Mantenerlo dentro de los valores recomendados (6.5 a 8.5) resulta fundamental tanto para garantizar la eficacia del proceso de desinfección con cloro como para preservar la salud de la población (Bujaico et al., 2024)

2.3.5. Turbidez

La turbidez es la medida de la opacidad del H₂O causada por partículas suspendidas. Alta turbidez puede interferir en la efectividad de la desinfección del agua (Bujaico et al., 2024)

2.3.6. Sólidos suspendidos

Los SS son átomos finos existentes en el H₂O que afectan su calidad. Su existencia puede aumentar la demanda de cloro, lo que reduce su eficacia como desinfectante (Carrasco, 2024)

2.3.7. Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica indica la cuantía de iones disueltos en el H₂O, como sodio, calcio, y Mg. Un aumento en la conductividad puede estar asociado con aguas duras que alteran el pH (Carrasco, 2024)

2.3.8. Demanda de cloro

La demanda de Cl es la cuantía de Cl necesario para desinfectar el agua. Un alto nivel de turbidez o sólidos suspendidos puede aumentar la demanda de cloro, reduciendo su concentración remanente (Noa, 2019)

2.3.9. Desinfección del agua

La asepsia es el proceso por medio del cual se excluyen los microorganismos perniciosos en el H₂O. El Cl es el antiséptico más monopolizado, y su eficacia depende del pH del agua (Noa, 2019)

2.3.10. Dureza del agua

La dureza del H₂O está asociada a los niveles de calcio y magnesio. El agua dura suele tener un pH más alto, lo cual puede afectar el vigor del procesamiento con cloro remanente (Pacheco, 2024)



2.3.11. Parámetros de calidad del agua

Los indicadores de condición del H₂O contienen indicadores como el pH, cloro remanente, turbidez, y conductividad. Estos indicadores son esenciales para establecer si el H₂O es adecuada para la ingesta humana (Pacheco, 2024)

2.3.12. Salud pública y agua potable

El agua dulce es fundamental para la salubridad pública. Su calidad influye directamente en la prevención de padecimientos coherentes con la ingesta de H₂O contaminada, como diarreas e infecciones intestinales (Pacheco, 2024)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

El actual estudio corresponde a un diseño descriptivo-correlacional.

- **Descriptiva:** Se pretende describir las características del agua dulce en el área céntrica de Puno, específicamente los niveles de cloro remanente y el pH.
- **Correlacional:** Se analizará la correspondencia entre los niveles de Cl remanente y pH, así como los posibles factores físicos y químicos que puedan influir en su variabilidad.

3.2. Nivel de investigación

- El nivel de estudio de este análisis es explicativo. Este tipo de investigación tiene como objetivo no solo describir las características del agua potable, sino también explicar las posibles causas y componentes que actúan en la variación de niveles de cloro remanente y pH. Se investigará cómo diversos factores pueden incidir en la condición del H₂O dulce y si existe una relación entre ellos.

3.2. Enfoque de la investigación

- El diseño metodológico adoptará un enfoque cuantitativo. El estudio se fundamenta en la cuantificación numérica de las reuniones de cloro



remanente y pH en muestras de agua potable recolectadas en múltiples ubicaciones del centro de Puno. Se emplearán métodos estadísticos para procesar los datos recabados y evaluar la asociación entre las variables en estudio. Este enfoque garantiza la objetividad de las mediciones y posibilita la contrastación con los estándares nacionales de calidad hídrica.

3.3. Técnicas e instrumentos

3.3.1. Técnicas

- Análisis de laboratorio
- Muestreo de campo
- Observación directa

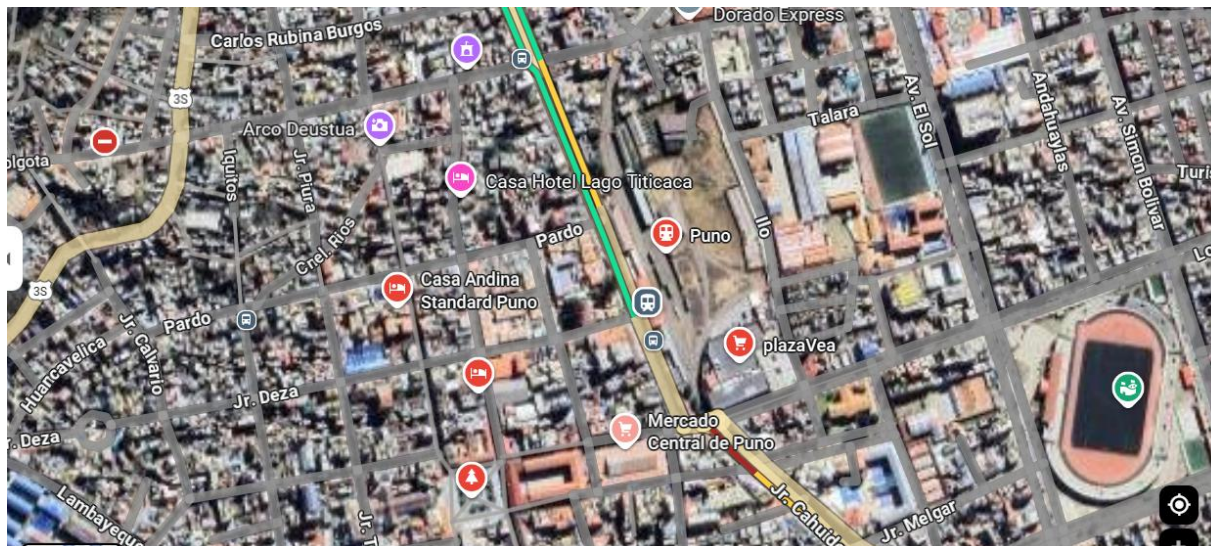
3.3.2. Instrumentos

- Protocolos de recolección y análisis de muestras
- Cadena custodia
- Medidor de pH
- Kit de medición de cloro residual
- Formularios de registro
- Software estadístico

3.3.3. Ubicación de la zona de investigación

Figura 1

Ubicación de la zona de monitoreo



Nota: Google earth

3.3.4. Población y muestra

3.3.4.1. Población

La urbe del análisis está compuesta por las viviendas y establecimientos conectados a la red de H₂O dulce en el área céntrica de Puno, que representa aproximadamente el 30% de la población total de la ciudad (423,253 habitantes), lo que equivale a 127,976 habitantes. De este total, se seleccionaron 115 viviendas para ser parte de la muestra, distribuidos de manera estratificada entre diferentes zonas, tales como zonas residenciales, comerciales, áreas industriales y áreas de alto tránsito. El muestreo estratificado se utilizó para garantizar que cada tipo de área estuviera adecuadamente representado, considerando el 90% de las moradas pertinentes a la red de H₂O dulce en la urbe, lo cual suma un total de 381,928 viviendas.

Figura 2

Toma de muestra en los puntos de monitoreo



3.3.4.2. Muestra

La población de Puno es de 423,253 habitantes hasta el 2025. No obstante, para determinar el tamaño muestral, se tomó como base la urbe de viviendas conectadas a la red de agua dulce. Según cifras del año 2022, el 37,9% de las mismas cuentan con acceso al servicio público de abastecimiento, que según los datos es 160,412 de viviendas, aunque más del 90% de las viviendas tiene un acceso de alguna forma de agua potable siendo un total de 381,928 habitantes.

Considerando el 90% de población de moradas pertinentes a la red de H₂O dulce dentro de la población.

Datos:

- **Población total de Puno:** 423,253 habitantes
- **Nivel de confianza:** 95% ($Z = 1.96$).

- **Porcentaje de viviendas conectadas a la red de agua potable:** 90%,
Moradas conectadas a la red de agua dulce = $423,253 \times 0.90 = 381,928$ viviendas.
- **Proporción estimada (p):** 0.5 proporción estimada
- **Error máximo permitido (E):** 5% (0.05).

Fórmula para el tamaño de la muestra:

Utilizamos la fórmula de muestreo simple para urbes finitas:

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}{E^2 \cdot (N - 1) + Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}$$

Donde:

- **n** = Tamaño de la muestra.
- **N** = Tamaño de la población de moradas conectadas a la red de agua potable (**381,928**).
- **Z** = Valor z oportuna al nivel de confianza (para un 95% de confianza, **Z = 1.96**).
- **p** = Proporción estimada de la característica en la urbe (para este caso, **0.5**).
- **E** = Error máximo permitido (en este caso, **0.05** o 5%).

Sustituyendo

$$n = \frac{381,928 \cdot (1.96)^2 \cdot 0.5 \cdot (1 - 0.5)}{(0.05)^2 \cdot (381,928 - 1) + (1.96)^2 \cdot 0.5 \cdot (1 - 0.5)}$$

$$n = \frac{367,741.32}{955.7779} \approx 384$$

Se considera que la zona céntrica representa un 30% de la población total, podemos hacer el siguiente ajuste:

Tamaño de la muestra = $384 * 0.30 = 115$ viviendas

Para el estudio, se determinó un muestreo representativo mediante un muestreo estratificado. El área central de Puno fue segmentada en cuatro estratos principales:

- a. **Zonas residenciales:** 50% de la muestra.
- b. **Zonas comerciales:** 20% de la muestra.
- c. **Zonas industriales:** 15% de la muestra.
- d. **Áreas de alto tránsito:** 15% de la muestra.

Cálculos para cada estrato:

Zona residencial (50%)

$$n_{\text{residencial}} = \frac{50}{100} \times 115 = 57.5 \approx 58 \text{ puntos}$$

Zona comercial (20%)

$$n_{\text{comercial}} = \frac{20}{100} \times 115 = 23 \text{ puntos}$$

Zonas industriales (15%)

$$n_{\text{tratamiento}} = \frac{15}{100} \times 115 = 17.25 \approx 17 \text{ puntos}$$

Áreas de alto tránsito (15%)

$$n_{\text{transito}} = \frac{15}{100} \times 115 = 17.25 \approx 17 \text{ puntos}$$

Con esta distribución de 115 puntos de muestreo, se garantiza que cada estrato de la zona céntrica de Puno esté representado proporcionalmente,

permitiendo un análisis más equitativo de los niveles de Cl remanente y pH en el agua dulce del área.

Tabla 2*Ubicación de los puntos de monitoreo*

Zona de estudio	Ubicación	Nº de puntos
Zona residencial	Avenida el sol, calle Puno, Calle Libertad, Calle Grau, Avenida Titicaca	58
Zona comercial	Avenida Costanera, Calle Arequipa, Avenida 6 de agosto, Calle Tacna	23
Zona industrial	Avenida Los Incas, Calle Chucuito	17
Área de alto transito	Avenida El Sol, Avenida Simón Bolívar, Calle Libertad, Avenida Titicaca, Avenida Costanera	17

3.3.5. Materiales y equipos

3.3.5.1. Materiales

- Vial de cuarzo 10 ml
- Vaso precipitado de 250 ml en clase A
- Matraz Erlenmeyer de 150 ml en clase A
- Pipeta de 5 y 10 ml en clase A
- Cooler
- Frascos de PVC de 500ml

3.3.5.2. Equipos

- Medidor de cloro remanente marca HANNA
- Multiparámetro marca Hq 2200
- Turbidímetro marca EZODO
- Bureta digital marca TITRETE

3.3.5.3. Reactivos

- DPD para cloro residual
- Buffer pH 7
- Agua destilada

3.3.6. Procedimiento metodológico

Objetivo específico 1: Determinar la concentración de cloro residual en muestras de agua potable tomadas en distintos puntos de la zona céntrica de Puno

Para cumplir con el propósito de establecer la reunión de Cl remanente en las muestras de agua potable de la zona céntrica de Puno, se llevará a cabo un estudio de campo y laboratorio utilizando el siguiente enfoque metodológico:

a. Selección de los puntos de muestreo

Los puntos de muestra serán selectos de manera estratificada, con el fin de garantizar la representatividad de diferentes tipos de áreas en la zona céntrica de Puno, tales como zonas residenciales, comerciales, industriales y áreas de alto tránsito. Se asignarán 115 puntos de muestreo distribuidos proporcionalmente entre los estratos, como se describió previamente.

b. Recolección de las muestras de agua

La compilación de los muestreos de H₂O se realizará en distintos puntos de la red de colocación de H₂O potable de la zona céntrica, respetando los siguientes lineamientos:

- Las muestras se tomarán en frascos estériles para evitar cualquier tipo de contaminación externa.

- Se seguirán los procedimientos estándar de muestreo recomendados por la OMS y las normativas nacionales sobre condición del H₂O.
- La frecuencia de toma de muestras será, durante un período de tres semanas.

Figura 3*Recolección de muestra***c. Medición de la concentración de cloro residual**

Una vez recolectadas las muestras de H₂O, se procederá a las mediciones de la concentración de Cl remanente utilizando el método colorimétrico basado en la DPD, un reactivo ampliamente utilizado para establecer la existencia y reunión de Cl en el H₂O. Los pasos para la medición serán los siguientes:

- Se utilizará un kit colorimétrico de Cl remanente, que permite establecer la reunión de Cl libre en el H₂O mediante un cambio de color de la muestra.
- La lectura de la reunión de Cl remanente se realizará en un fotómetro de alta precisión, que medirá la absorbancia del muestreo a una longitud de onda determinada y proporcionará los resultados en mg/L de cloro libre.

- Se seguirán los protocolos de calibración del fotómetro y del kit colorimétrico para asegurar la exactitud de las mediciones

Figura 4

Análisis de pH y cloro residual del agua potable



d. Análisis de los resultados

Los hallazgos de las mediciones de Cl remanente se analizarán estadísticamente para identificar posibles patrones de variabilidad en la zona céntrica. Se calcularán las reuniones de Cl remanente en cada punto de muestra y se compararán con los límites señalados por las normativas nacionales como el del MINSA.

Se evaluará si las concentraciones de Cl remanente se encuentran dentro del rango privilegiado de 0.2 mg/L a 5 mg/L, según la normativa, y se analizará su relación con factores como el origen del agua, el tratamiento recibido, y la demanda local.

Objetivo específico 2: Medir el pH del agua potable en la zona céntrica de Puno y analizar su variabilidad en función de factores como el origen y tratamiento del agua.

Para cumplir con este objetivo, se implementará una metodología estructurada que incluye la medición del pH en distintos puntos de la zona céntrica de Puno, el análisis de la variabilidad en función de elementos como el principio y el tratamiento del agua, y la identificación patrones y correlaciones. La metodología se desarrollará en las siguientes etapas:

a. Selección de los puntos de muestreo

Se tomarán un total de 115 puntos de muestreo distribuidos entre estos estratos de acuerdo con sus características y proporción dentro de la zona céntrica.

b. Recolección de muestras de agua

La compilación de los muestreos de agua potable se realizará siguiendo procedimientos estandarizados para evitar la contaminación y asegurar la precisión de los resultados:

- Se utilizarán **recipientes estériles** para la recolección de los muestreos.
- Los muestreos serán empañadas **in situ**, directamente de los puntos de acceso a la red de H₂O dulce en la zona céntrica de Puno.
- Se especificará que las muestras sean tomadas en el **momento exacto** de la recolección, ya que el pH puede variar debido a factores temporales o ambientales.

c. Medición del pH

El pH del agua se ha medido esgrimiendo un contador portátil de pH de elevada precisión. El medidor es calibrado previamente utilizando soluciones tampón de

pH conocidas para asegurar mediciones exactas. Los pasos para medir el pH serán los siguientes:

- **Calibración:** Antes de tomar las mediciones, se calibro el medidor de pH utilizando al menos dos soluciones tampón estándar (por ejemplo, pH 4.01, pH 7.00, y pH 10.01), asegurando la exactitud del dispositivo.
- **Medición:** Se tomo una medición de pH en cada muestreo de H₂O de los puntos apartados, sumergiendo el electrodo del medidor en el agua y registrando el valor obtenido.
- **Registro de resultados:** Los resultados se registraron en un formato estandarizado, con la fecha, hora y sitio del punto de muestra, así como el valor exacto de pH medido en la cadena de custodia proporcionado por el Recinto.

Figura 5

Determinación de pH



d. Factores que influyen la variabilidad del pH

Una vez que se han tomado las mediciones de pH, se procedió a analizar la variabilidad del pH en función de varios factores que pueden influir en su comportamiento. Los principales factores a considerar son:

- **Origen del agua:** Si el H₂O procede de una fuente superficial (ríos, lagos) o de una fuente subterránea (pozos). Se evaluó si el pH varía en función de estos orígenes.
- **Tratamiento del agua:** El pH del agua puede verse afectado por los procesos de tratamiento que recibe, como la cloración o filtración. Se investigó si existen diferencias en el pH del agua antes y después de los procesos de tratamiento.
- **Condiciones ambientales:** Factores como la temperatura ambiental o condiciones meteorológicas pueden influir en la medición del pH. Estos factores fueron considerados en los estudios de los hallazgos.

e. Análisis de los resultados

Una vez que se han recolectado las mediciones de pH, se procedió con el análisis de los datos utilizando estadísticas descriptivas y análisis de varianza para entender la variabilidad del pH en los distintos estratos de la zona céntrica de Puno.

Objetivo específico 3: Identificar los factores físicos y químicos que influyen en la variación de los niveles de cloro residual y pH en el agua potable de la zona céntrica de Puno

La determinación de los elementos que inciden en la variación de los niveles de Cl remanente y pH en el agua dulce del área central de Puno resulta fundamental para elucidar las causas que originan las oscilaciones en la calidad hídrica. Para ello, se implementó una metodología estructurada que aborda tanto los factores físicos como los químicos.

a. Selección de puntos de muestreo

Los puntos de muestra fueron los mismos que se han utilizado en los objetivos anteriores.

b. Recolección de muestras de agua

Se procedió con la recolección de muestras de H₂O en los puntos previamente seleccionados, utilizando frascos estériles para evitar contaminación. Siguiendo las recomendaciones del protocolo de muestreo de agua (DIGESA, 2015)

c. Medición de parámetros físicos y químicos

Para asemejar los componentes físicos y químicos que pueden actuar en la variabilidad de los niveles de Cl remanente y pH, se medirán varios parámetros adicionales en cada muestra de agua

Tabla 3

Métodos normalizados para el análisis a aguas potables y residuales

PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO
PARAMETROS FÍSICOS		
Temperatura	°C	SM - 2550 B método de laboratorio de campo
Turbidez	NTU	Método Nefelométrico
Sólidos totales en suspensión	mg/L	SM 2540 C Sólidos totales secados a 105°C
Conductividad eléctrica	µS/cm	SM 2510 B Método de laboratorio
PARÁMETROS QUÍMICOS		
Potencial de hidrogeno	Unid. de pH	SM 4500 – H
Cloro residual	mg/L	Fotométrico
Calcio	mg/L	SM 3500 Ca D Método titulométrico de EDTA
Dureza	mg/L	SM 2340C Método titulométrico de EDTA
Magnesio	mg/L	SM 3500 Mg E Método del Cálculo
Sulfatos	mg/L	SM 4500 – SO ₄
Hierro	mg/L	Fotométrico

Nota: (APHA, 2017) estándar method

d. Análisis de la variabilidad

Una vez obtenidas las mediciones de los diferentes parámetros físicos y químicos, se provendrá al estudio estadístico de los datos para asemejar cómo cada uno de estos factores influye en los niveles de Cl remanente y pH.

Objetivo específico 4: Comparar los niveles de cloro residual y el pH con los parámetros establecidos por las normas nacionales para el agua potable.

Para cumplir con este objetivo, se llevará a cabo un cotejo entre los niveles de Cl remanente y el pH obtenidos en muestreos de agua dulce tomadas del área céntrica de Puno y los valores establecidos por las normas nacionales (como las del Ministerio de Salud del Perú). Dicha comparación posibilitará valorar si el agua destinada a consumo en el área cumple con los indicadores de condición exigidos para uso humano.

a. Establecimiento de parámetros de referencia

Ministerio de Salud del Perú (MINSA): Decreto Supremo 031-2010-SA

- **Cloro residual libre:** 5.0 mg/L – 0.5 mg/L, (5.0 mg/L – 0.2mg/L)
OMS
- **pH:** rango permitido de 6.5 a 8.5

b. Obtención de los datos

Los niveles de Cl remanente libre y pH serán medidos en los muestreos de H₂O potable tomadas de la zona céntrica de Puno, utilizando equipos calibrados y métodos analíticos validados.



c. Comparación de los resultados con las normas

Los hallazgos conseguidos se compararán con los indicadores determinados por el MINSA del Perú y la OMS.

d. Análisis de los resultados

- **Cumplimiento de estándares:** Se establecerá el porcentaje de muestras que desempeñan con los parámetros establecidos por las normativas.
- **Identificación de no conformidades:** Se identificarán las zonas donde los niveles de Cl remanente y pH no desempeñan con las normativas, analizando posibles causas y efectos.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Resultados

Objetivo específico 1: Determinar la concentración de cloro residual en muestras de agua potable tomadas en distintos puntos de la zona céntrica de Puno

Para el desempeño del presente propósito se realizó el monitoreo correspondiente en los distintos puntos designados.

En la tabla se muestra los hallazgos conseguidos en la zona residencial de la zona céntrica de Puno para la concentración de cloro remanente fueron los siguientes:

Tabla 4*Resultados de cloro residual en la zona residencial*

ZONA RESIDENCIAL					
Código	Temperatura °C	Cloro residual mg/L	Código	Temperatura °C	Cloro residual mg/L
M - 1	11.3	4.3	M - 30	15.3	2.4
M - 2	11.5	4.1	M - 31	12.1	4.5
M - 3	11.8	4.3	M - 32	12.5	4.1
M - 4	12	3.8	M - 33	12.9	3.7
M - 5	12.2	4	M - 34	13.3	3.6
M - 6	12.5	3.7	M - 35	13.7	3.3
M - 7	12.7	3.4	M - 36	14.2	3.2
M - 8	13	4.1	M - 37	14.5	2.6
M - 9	13.2	3.7	M - 38	15.1	1.2
M - 10	11.7	4.5	M - 39	15.4	0.6
M - 11	12	3.4	M - 40	15.6	0.3
M - 12	11.8	3.7	M - 41	11.6	4.6
M - 13	13	2.1	M - 42	11.9	4.4
M - 14	14.6	1.6	M - 43	12.3	4.1
M - 15	14.9	0.4	M - 44	12.7	3.9
M - 16	15.3	0.3	M - 45	12.9	3.7
M - 17	15.8	0.3	M - 46	13.2	3.3
M - 18	16.7	0.4	M - 47	13.5	3.1
M - 19	16.4	0.3	M - 48	13.7	3.4
M - 20	15.3	1.5	M - 49	14.1	2.8
M - 21	11.7	3.5	M - 50	14.3	2.5
M - 22	11.9	3.3	M - 51	12.3	3.5
M - 23	12.3	4.2	M - 52	12.5	3.7
M - 24	12.6	4.1	M - 53	12.9	3.5
M - 25	12.8	3.8	M - 54	13.2	2.6
M - 26	13	3.2	M - 55	13.6	2.4
M - 27	13.4	3.9	M - 56	13.9	1.7
M - 28	14.6	2.6	M - 57	14.2	1.4
M - 29	14.9	2.1	M - 58	14.5	1.2

a. Comportamiento general del cloro residual en la zona residencial:

- Las concentraciones de Cl remanente en la zona residencial mostraron una amplia variabilidad, con valores que oscilan entre 0.3 mg/L y 4.5 mg/L. Este rango refleja una diferencia considerable en la efectividad de la desinfección en los distintos puntos de la zona.
- Se observó que, en varios puntos de la zona residencial, los niveles de **Cl** remanente fueron bajos (por abajo de 0.5 mg/L), especialmente en los puntos M - 15, M - 16, M - 17, M - 19, M – 40 y otros, donde los valores llegaron a ser tan bajos como 0.3 mg/L. Este nivel es preocupante, ya que 0.2 mg/L es considerado el mínimo para asegurar una desinfección efectiva, por lo que algunas áreas podrían no estar suficientemente desinfectadas.

b. Factores que podrían influir en la variabilidad del cloro residual:

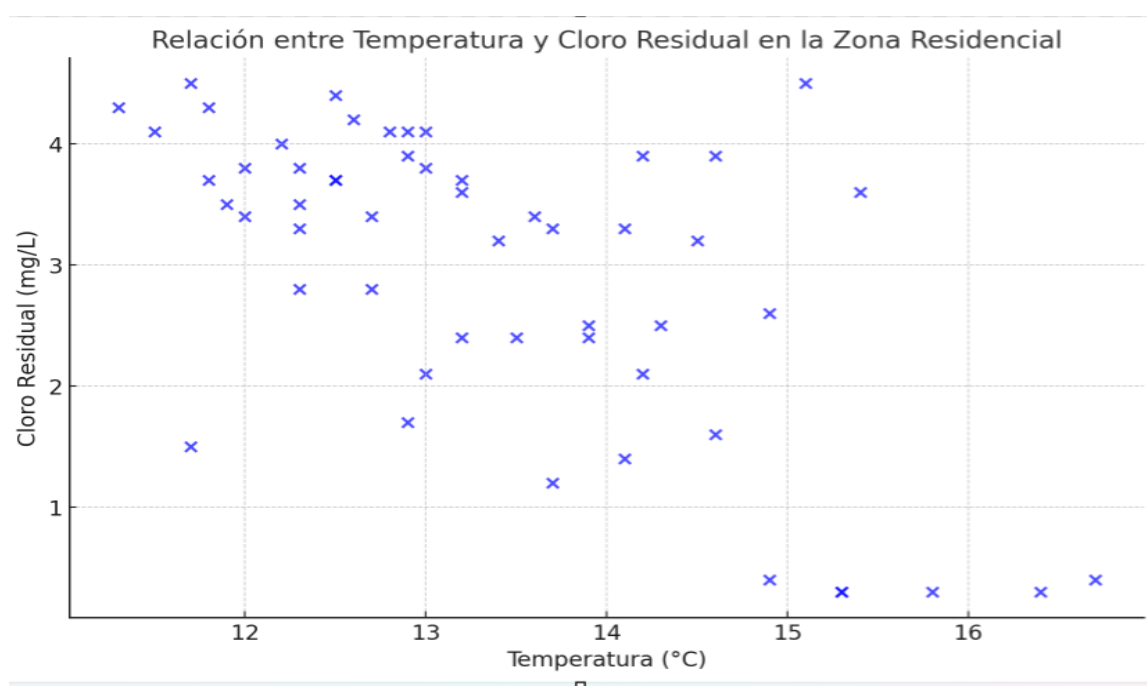
- Temperatura: La temperatura del agua también mostró variaciones, con temperaturas que oscilaron entre 11.3°C y 16.7°C. A mayor temple del agua, el Cl remanente puede degradarse con mayor prontitud, lo que podría explicar las concentraciones más bajas observadas en los puntos con temperaturas superiores a los 14°C.
- En puntos con temperaturas más bajas, como M - 1 (11.3°C), los niveles de cloro remanente fueron relativamente más altos, alcanzando hasta 4.3 mg/L. Esto indica que, en condiciones más frías, el cloro se mantiene más estable, y su capacidad desinfectante se conserva por más tiempo.

c. Zonas con cloro residual bajo:

- En los puntos M - 15, M - 16, M - 17, M - 18, M - 19, entre otros, los niveles de Cl remanente cayeron por debajo de 1 mg/L. En estos puntos, especialmente los de 0.3 mg/L y 0.4 mg/L, se puede ver una posible deficiencia de cloro, lo que puede poner en peligro la condición microbiológica del H₂O. Los niveles de cloro remanente tan bajos indican que la desinfección puede no estar siendo adecuada, lo que podría generar condiciones propicias para la proliferación de patógenos.

Figura 6

Relación entre temperatura y cloro residual en la zona residencial



El gráfico muestra que, en general, hay una correspondencia inversa entre el temple y la concentración de cloro remanente en la zona residencial. Esto indica que, conforme se incrementa el temple, la reunión de cloro remanente presenta una tendencia a la disminución, lo que implica que el cloro se descompone más rápidamente en aguas más calientes, lo que podría comprometer la efectividad desinfectante en ciertas áreas.

Tabla 5

Resultados del cloro residual de la zona comercial

ZONA COMERCIAL					
Código	Temperatura °C	Cloro residual mg/L	Código	Temperatura °C	Cloro residual mg/L
M - 59	12.5	4.4	M - 71	12.5	2.8
M - 60	12.6	4.2	M - 72	12.6	2.5
M - 61	12.7	4.3	M - 73	13.3	2.2
M - 62	12.7	3.5	M - 74	13	2.6
M - 63	12.9	3.8	M - 75	13.6	2.2
M - 64	13.2	3.5	M - 76	14.2	1.2
M - 65	13	3.7	M - 77	14.1	1
M - 66	13.3	2.8	M - 78	14.3	0.9
M - 67	13.2	3	M - 79	14.4	0.4
M - 68	13.5	2.6	M - 80	13.8	3.7
M - 69	12	3.7	M - 81	13.5	3.3
M - 70	12.2	3.5			

a. Comportamiento general del cloro residual en la zona comercial

- Las concentraciones de Cl remanente en la zona comercial mostraron una variabilidad considerable que va desde 0.4 mg/L hasta 4.4 mg/L, reflejando diferencias en la efectividad de la desinfección y los posibles factores locales que afectan los niveles de cloro.

b. Factores que pueden influir en la variabilidad del cloro residual

- Temperatura: Las temperaturas del agua en la zona comercial oscilaron entre 12.0°C y 14.4°C. Aunque la temperatura es relativamente moderada, puede influir en la descomposición del cloro residual. Las temperaturas más altas pueden acelerar la descomposición del cloro y reducir su efectividad desinfectante.
- En puntos con temperaturas más altas, como M - 76 (14.2°C) y M - 79 (14.4°C), los niveles de cloro remanente fueron bajos, lo que podría indicar una mayor descomposición del cloro debido a la temperatura.

c. Zonas con cloro residual bajo

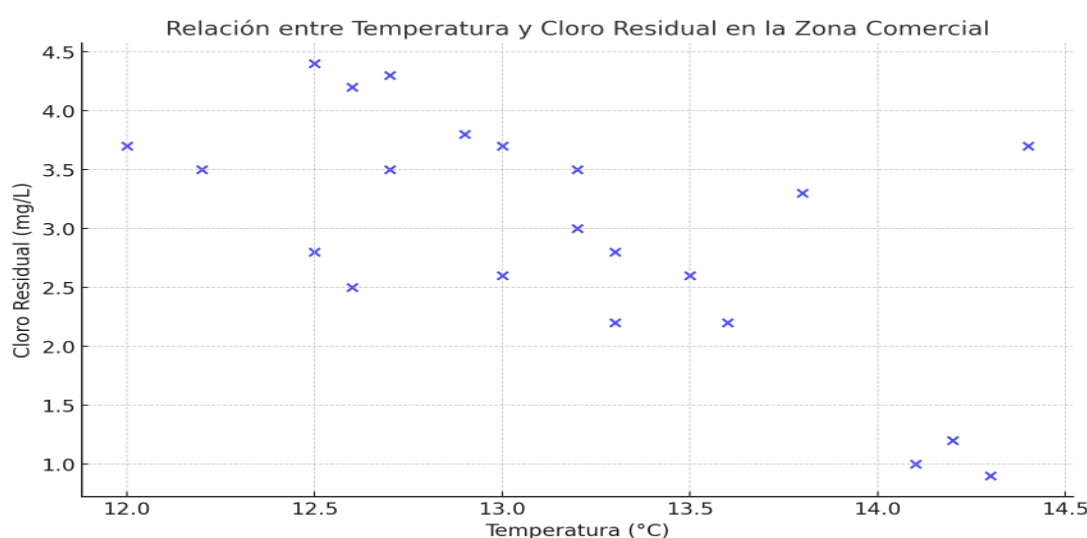
- Varias áreas comerciales mostraron reuniones de Cl remanente por abajo de los niveles recomendados (0.2 mg/L como mínimo). Los puntos como M - 79 (0.4 mg/L), M - 80 (0.9 mg/L) y M - 76 (1.2 mg/L) presentan niveles bajos, lo que podría indicar ineficiencia en el proceso de desinfección en estas zonas.
- Cloro residual bajo (< 0.5 mg/L) podría significar que el agua en esos puntos de la zona comercial no está adecuadamente desinfectada, lo que genera un riesgo para la salud si la cuantía de Cl no es bastante para eliminar los perniciosos presentes en el agua.

d. Zonas con cloro residual adecuado

- Puntos como M - 59 (4.4 mg/L), M - 60 (4.2 mg/L), y M - 61 (4.3 mg/L) tienen concentraciones de Cl remanente dentro de los límites óptimos, lo que indica que la desinfección en esas zonas fue efectiva. Estos valores son adecuados para aseverar que el H₂O esté libre de patógenos.

Figura 7

Relación entre temperatura y cloro residual en la zona comercial



El gráfico muestra que temperaturas más altas están asociadas con niveles más bajos de cloro residual, lo que es consistente con la teoría de que el cloro se descompone más rápidamente a temperaturas más altas.

Esto sugiere que, en zonas comerciales con temperaturas más altas, el tratamiento de desinfección podría no ser tan eficaz, lo que requiere ajustes en la dosificación de cloro.

Tabla 6

Resultados de cloro residual de la zona industrial

ZONA INDUSTRIAL		
Código	Temperatura °C	Cloro residual
M - 82	13.3	3.8
M - 83	12.9	3.6
M - 84	13.5	3.5
M - 85	12.8	3.7
M - 86	13.0	3.9
M - 87	13.2	3.8
M - 88	13.6	4.1
M - 89	13.5	3.9
M - 90	13.8	3.7
M - 91	13.9	3.9
M - 92	14.1	3.3
M - 93	13.3	3.4
M - 94	13.6	2.4
M - 95	13.8	2.2
M - 96	14.3	1.9
M - 97	14.7	0.2
M - 98	14.2	0.4

a. Comportamiento general del cloro residual en la zona industrial

- Las concentraciones de Cl remanente en la zona industrial variaron entre 0.2 mg/L y 4.1 mg/L. Esta amplia variabilidad sugiere que, en algunas áreas del sector industrial, la desinfección del agua podría no estar siendo

eficaz, mientras que, en otras áreas, los niveles de Cl son apropiados para garantizar la potabilidad del H₂O.

- Los puntos con Cl remanente bajo (por abajo de 0.5 mg/L), como en los puntos M - 97 (0.2 mg/L) y M - 98 (0.4 mg/L), son preocupantes porque los niveles de Cl no desempeñan con las normativas mínimas recomendados para garantizar la asepsia adecuada del agua.

b. Zonas con cloro residual bajo

- Los puntos M - 97 (0.2 mg/L) y M - 98 (0.4 mg/L) se hallan por abajo del mínimo recomendado de 0.5 mg/L para la desinfección efectiva del agua, lo que sugiere que el cloro remanente en estas áreas es insuficiente para eliminar patógenos en el agua.
- Concentraciones de cloro tan bajas pueden indicar problemas en el sistema de dosificación de cloro o una demanda de cloro más alta debido a la existencia de poluciones o materia orgánica en el H₂O.

c. Zonas con cloro residual adecuado

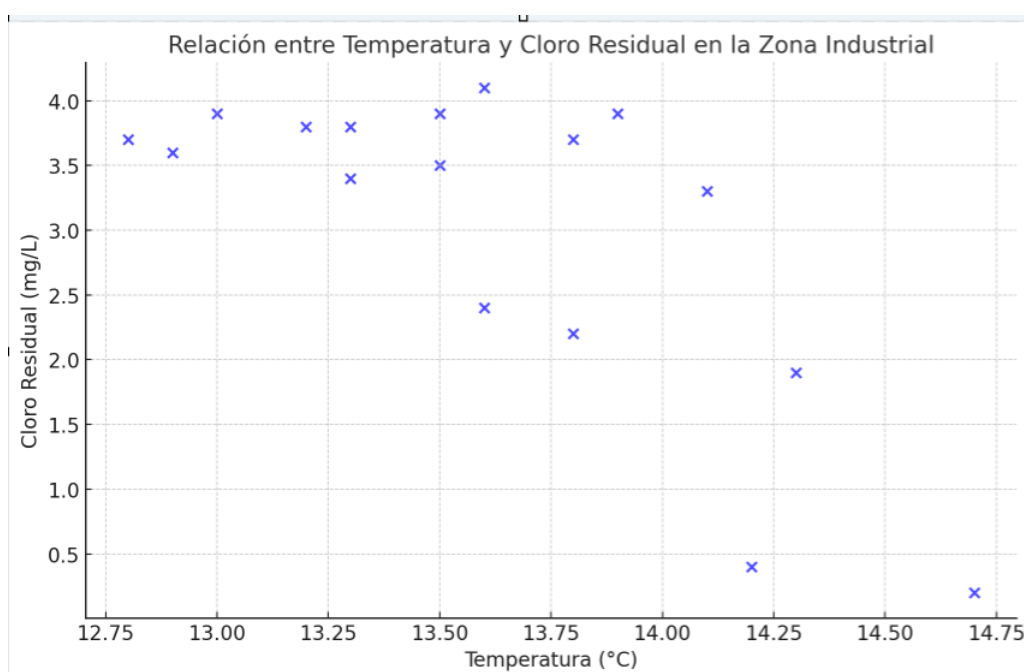
- Los puntos con niveles de cloro remanente más altos, como M - 88 (4.1 mg/L) y M - 86 (3.9 mg/L), muestran concentraciones adecuadas para asegurar una desinfección efectiva. Estos valores son aceptables y garantizan que el agua de estas zonas esté libre de patógenos
- La zona industrial parece tener algunos puntos con niveles de Cl apropiados, lo cual refleja una buena desinfección en áreas donde la demanda de cloro es menor o donde el sistema de distribución está funcionando correctamente.

d. Efecto de la temperatura en el cloro residual

- Las temperaturas del agua en la zona industrial variaron entre 12.8°C y 14.7°C. Si bien las temperaturas no son extremadamente altas, las temperaturas más altas (como 14.7°C en el punto M - 97) pueden estar contribuyendo a la descomposición acelerada del cloro.
- En puntos como M - 96 (14.3°C) y M - 97 (14.7°C), las concentraciones de cloro remanente fueron muy bajas, lo que podría indicar que el cloro se descompuso más rápidamente debido a la temperatura más alta.

Figura 8

Relación entre temperatura y cloro residual en la zona industrial



El gráfico confirma la relación inversa entre temperatura y cloro residual. A medida que la temperatura aumenta, el cloro remanente disminuye, lo que sugiere que el cloro se descompone más rápidamente a temperaturas más altas en la zona industrial. Esto es importante para ajustar la dosificación de cloro en áreas con mayores temperaturas para asegurar una desinfección adecuada.

Tabla 7*Resultados de cloro residual de la zona de alto transito*

ZONA DE ALTO TRANSITO		
Código	Temperatura °C	Cloro residual mg/L
M - 99	14	3.9
M - 100	11.4	4.1
M - 101	11.5	4.2
M - 102	11.7	3.8
M - 103	12.0	4.1
M - 104	12.6	3.8
M - 105	12.7	4.1
M - 106	12.5	3.9
M - 107	12.7	3.8
M - 108	13.2	4.0
M - 109	13.5	3.9
M - 110	13.7	2.7
M - 111	12.0	3.6
M - 112	12.3	3.3
M - 113	12.5	3.8
M - 114	12.5	3.7
M - 115	13.0	3.5

a. Comportamiento general del cloro residual en la zona de alto tránsito

Las reuniones de Cl remanente en la zona de alto tránsito mostraron valores que oscilaron entre 2.7 mg/L y 4.2 mg/L, lo cual muestra que, en general, los niveles de cloro remanente en esta zona fueron adecuados para garantizar una desinfección efectiva del agua.

La mayoría de los puntos tienen concentraciones de Cl remanente por encima de 3.0 mg/L, lo que es considerado adecuado para asegurar la desinfección del agua, con un rango de 0.2 a 4.0 mg/L, según las normas establecidas.

b. Zonas con cloro residual bajo

El punto M - 110 muestra una reunión de Cl remanente de 2.7 mg/L, que es el nivel más bajo en esta zona. Aunque 2.7 mg/L sigue siendo dentro de los valores aceptables, está más cerca del límite inferior y puede indicar que la efectividad de la desinfección podría no ser tan alta como en los puntos con valores de cloro remanente más elevados.

c. Zonas con cloro residual adecuado

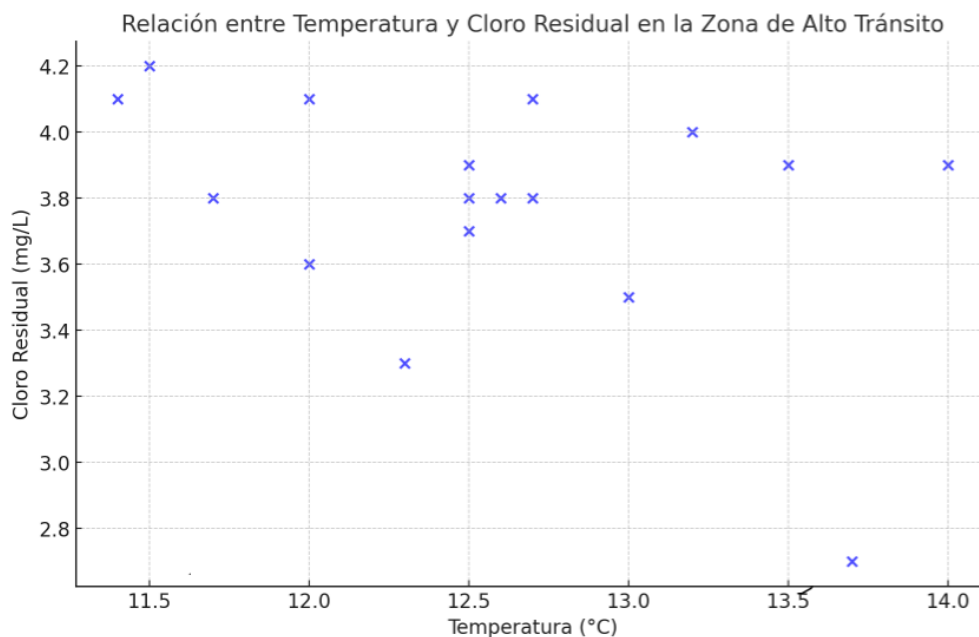
Los puntos con niveles de cloro remanente más altos, como M - 100 (4.1 mg/L), M - 101 (4.2 mg/L) y M - 105 (4.1 mg/L), muestran concentraciones adecuadas de cloro residual, lo que garantiza que el agua en esas áreas esté correctamente desinfectada.

d. Efecto de la temperatura en el cloro residual

Las temperaturas del agua en la zona de alto tránsito varían entre 11.4°C y 13.7°C. Aunque no se registran temperaturas extremadamente altas, el aumento moderado de la temperatura podría estar influyendo en la descomposición del cloro.

Figura 9

Relación entre temperatura y cloro residual en la zona de alto tránsito



El gráfico confirma una relación inversa entre temperatura y cloro residual. A medida que la temperatura aumenta, el cloro remanente disminuye, lo que puede afectar la efectividad de la desinfección en la zona de alto tránsito. Esto implica que, a temperaturas más altas, se podría necesitar ajustar la dosis de Cl para conservar niveles apropiados de desinfección.

Objetivo específico 2: Medir el pH del agua potable en la zona céntrica de Puno y analizar su variabilidad en función de factores como el origen y tratamiento del agua.

Tabla 8

Resultados de pH en la zona residencial

ZONA RESIDENCIAL					
Código	Temperatura °C	pH	Código	Temperatura °C	pH
M - 1	11.3	7.2	M - 30	15.3	7.6
M - 2	11.5	7.4	M - 31	12.1	7.5
M - 3	11.8	7.5	M - 32	12.5	7.6
M - 4	12	7.2	M - 33	12.9	7.3
M - 5	12.2	7.3	M - 34	13.3	7.2
M - 6	12.5	7.5	M - 35	13.7	7.5
M - 7	12.7	7.2	M - 36	14.2	7.7
M - 8	13	7.1	M - 37	14.5	8.0
M - 9	13.2	7.2	M - 38	15.1	8.2
M - 10	11.7	7.3	M - 39	15.4	8.4
M - 11	12	7.5	M - 40	15.6	8.7
M - 12	11.8	7.5	M - 41	11.6	7.9
M - 13	13	7.8	M - 42	11.9	7.5
M - 14	14.6	8.5	M - 43	12.3	7.2
M - 15	14.9	8.6	M - 44	12.7	7.4
M - 16	15.3	7.9	M - 45	12.9	7.3
M - 17	15.8	8.8	M - 46	13.2	7.1
M - 18	16.7	7.9	M - 47	13.5	7.2
M - 19	16.4	8.3	M - 48	13.7	7.8
M - 20	15.3	8.6	M - 49	14.1	7.7
M - 21	11.7	8.5	M - 50	14.3	7.9
M - 22	11.9	8.3	M - 51	12.3	7.7
M - 23	12.3	8.0	M - 52	12.5	7.8
M - 24	12.6	7.8	M - 53	12.9	7.6
M - 25	12.8	7.9	M - 54	13.2	8.0
M - 26	13	8.1	M - 55	13.6	7.8
M - 27	13.4	8.5	M - 56	13.9	8.1
M - 28	14.6	8.2	M - 57	14.2	8.3
M - 29	14.9	8.0	M - 58	14.5	8.5

a. Comportamiento general del pH en la zona residencial

- Valores de pH: Los paralelismos de pH en los 50 puntos de control varían entre 7.1 y 8.8, con una media de pH que se encuentra cerca de 7.6.

- El pH más bajo se observó en los puntos M-46 (7.1) y M-53 (7.6), en tanto que los niveles más elevados se hallaron en puntos como M-14 (8.5) y M-15 (8.6).

b. Tendencia y relación con la temperatura

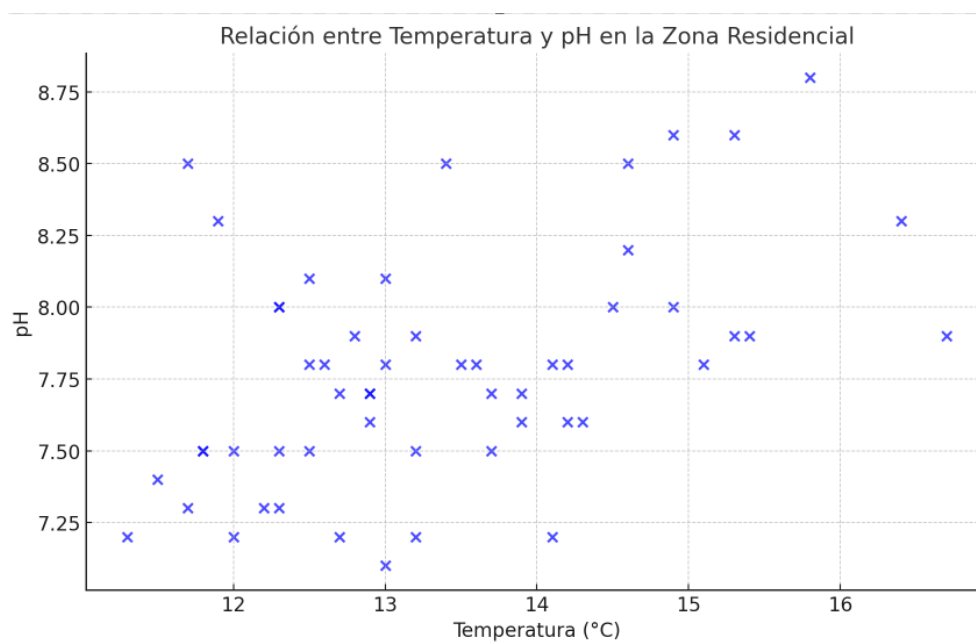
- Se observa que a temperaturas más bajas (p. ej., M-1 con 11.3°C) los niveles de pH son más bajos (alrededor de 7.2), mientras que a temperaturas más altas (p. ej., M-18 con 16.7°C) el pH tiende a aumentar, alcanzando 8.3.

c. Variabilidad del pH a lo largo de los puntos de monitoreo

- En términos generales, la mayoría de puntos presentan un pH ligeramente alcalino, con valores alrededor de 7.5 a 8.2. Esto sugiere que el agua en la zona residencial tiene una ligera alcalinidad, lo cual es común en las fuentes de agua que han sido tratadas con cal para ajustar el pH o para neutralizar ácidos.

Figura 10

Relación entre temperatura y pH en la zona residencial



El gráfico muestra cómo varía el pH del agua potable con el temple en los diferentes puntos del área residencial de Puno. Se observa que, en general, el pH se mantiene dentro del rango aceptable para consumo humano (aproximadamente entre 7.1 y 8.8), indicando un agua ligeramente neutra a ligeramente alcalina.

Tabla 9*Resultados de pH de la zona comercial*

ZONA COMERCIAL					
Código	Temperatura °C	pH	Código	Temperatura °C	pH
M - 59	12.5	7.4	M - 71	12.5	7.5
M - 60	12.6	7.7	M - 72	12.6	7.8
M - 61	12.7	7.2	M - 73	13.3	8.3
M - 62	12.7	7.4	M - 74	13	8
M - 63	12.9	7.5	M - 75	13.6	8.3
M - 64	13.2	7.8	M - 76	14.2	7.9
M - 65	13	7	M - 77	14.1	8
M - 66	13.3	7.3	M - 78	14.3	8.4
M - 67	13.2	7.6	M - 79	14.4	8.6
M - 68	13.5	7.3	M - 80	13.8	7.6
M - 69	12	7.3	M - 81	13.5	7.8
M - 70	12.2	7.4			

a. Comportamiento general del pH en la zona comercial

- Los niveles de pH en los puntos de control en la zona comercial varían entre 7.2 y 8.6, lo que está dentro del rango aceptable para agua potable según los estándares de la OMS y las normativas peruanas (entre 6.5 y 8.5).

b. Zonas con pH alto

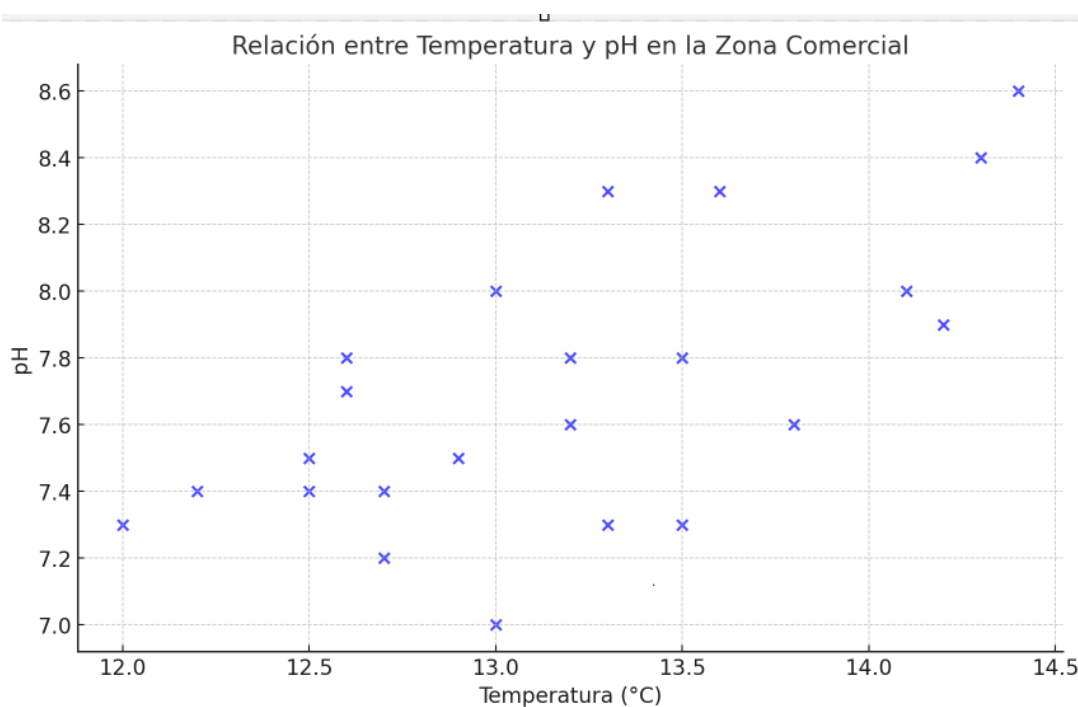
- M-79 (8.6), M-78 (8.4), y M-73 (8.3), los cuales están dentro del rango ligeramente alcalino, lo que es positivo para la salud humana y reduce la corrosión de las tuberías.

c. Zonas con pH bajo

- M-61 (7.2), M-65 (7), y M-66 (7.3), lo que indica que en algunas áreas podría haber un ligero exceso de acidez en el agua

Figura 11

Relación entre temperatura y pH en la Zona Comercial



Este gráfico indica que, aunque existe variabilidad en el pH de acuerdo con la temperatura, los valores se mantienen adentro de los límites saludables determinados para la ingesta humana. No se observa una correlación fuerte entre temperatura y pH, pero los valores de pH ligeramente alcalinos son típicos en las zonas donde el agua ha sido tratada para evitar la corrosión de las tuberías.

Tabla 10*Resultados de pH de la zona industrial*

ZONA INDUSTRIAL		
Código	Temperatura °C	pH
M - 82	13.3	7.8
M - 83	12.9	7.6
M - 84	13.5	7.6
M - 85	12.8	7.8
M - 86	13.0	7.7
M - 87	13.2	7.5
M - 88	13.6	7.4
M - 89	13.5	7.5
M - 90	13.8	7.8
M - 91	13.9	7.7
M - 92	14.1	8.0
M - 93	13.3	7.7
M - 94	13.6	7.5
M - 95	13.8	8.2
M - 96	14.3	8.3
M - 97	14.7	8.6
M - 98	14.2	8.6

a. Comportamiento general del pH en la zona industrial

- El pH más bajo se observó en el punto M-88 (7.4), mientras que el pH más alto se registró en los puntos M-97 (8.6) y M-98 (8.6).
- Este comportamiento podría indicar que, a temperaturas más altas, el agua podría tender a volverse más alcalina, lo que puede estar relacionado con los métodos de procesamiento del H₂O, ya que el ajuste de pH puede ser mayor en estos puntos.

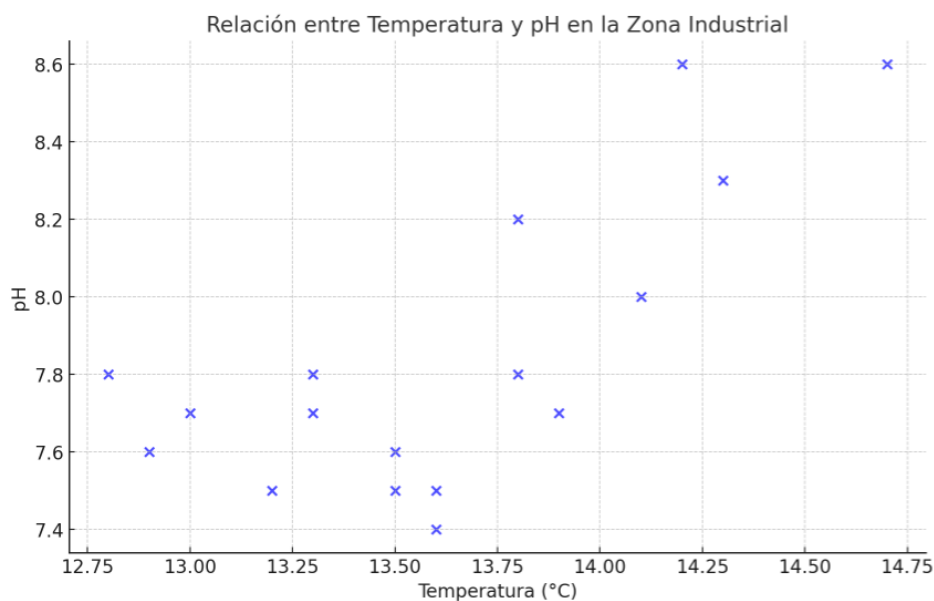
b. Tendencia y relación con la temperatura

- Aunque no se observa una correspondencia perfecta entre temple y pH, la mayoría de los puntos con temperaturas más altas (como M-97

con 14.7°C y M-96 con 14.3°C) presentan niveles de pH más altos (8.6 y 8.3, respectivamente).

Figura 12

Relación entre temperatura y pH en la Zona Industrial



El gráfico muestra que no hay una tendencia directa y clara entre la temperatura y el pH del agua, pero el pH tiende a aumentar ligeramente en puntos con temperaturas más altas. Los valores de pH están dentro de los límites recomendados para agua potable, lo que indica que el H₂O en la zona industrial es adecuada para la ingesta humana en cuanto a este parámetro.

Tabla 11*Resultados de pH de la zona de alto tránsito*

ZONA DE ALTO TRÁNSITO		
Código	Temperatura °C	pH
M - 99	14	7.4
M - 100	11.4	7.5
M - 101	11.5	7.2
M - 102	11.7	7.3
M - 103	12.0	7.5
M - 104	12.6	7.2
M - 105	12.7	7.1
M - 106	12.5	7.2
M - 107	12.7	7.3
M - 108	13.2	7.5
M - 109	13.5	7.5
M - 110	13.7	7.8
M - 111	12.0	8.5
M - 112	12.3	8.6
M - 113	12.5	7.9
M - 114	12.5	8.8
M - 115	13.0	7.4

a. Comportamiento general del pH en la zona de alto tránsito

- Los valores de pH en los puntos de monitoreo varían entre 7.1 y 8.8, con una media aproximada de 7.5. Esto indica que el agua en esta zona tiene un pH ligeramente alcalino, lo que es común en fuentes de agua tratada que buscan evitar la corrosión de las tuberías.

b. Zonas con pH más alto

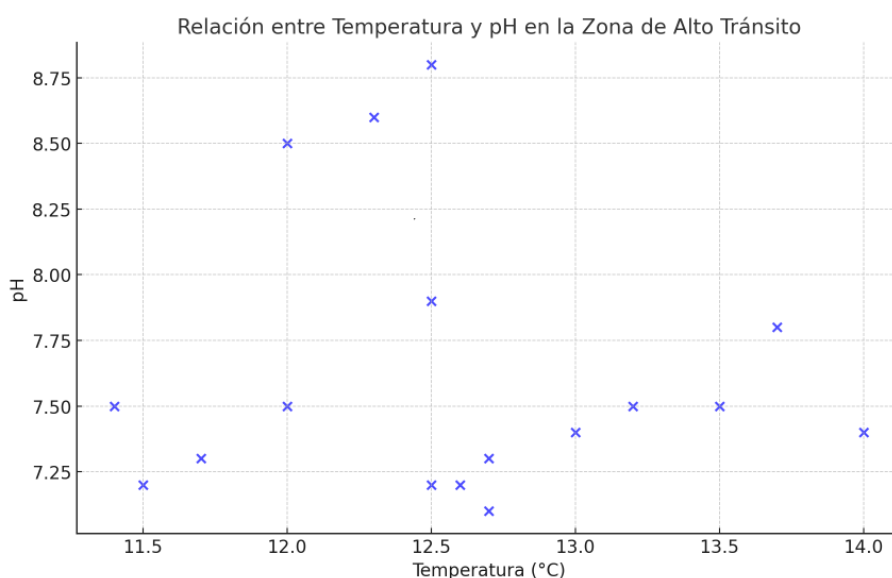
- M-112 (8.6) y M-114 (8.8). Estos valores están claramente en el rango ligeramente alcalino y se consideran seguros para la ingesta humana.

c. Zonas con pH más bajo

- M-105 (7.1) y M-106 (7.2). Aunque estos valores siguen estando adentro de los límites admisibles para H₂O dulce, son ligeramente más ácidos

Figura 13

Relación entre temperatura y pH en la Zona de Alto Tránsito



El gráfico enseña que el temple no posee un efecto directo sobre el pH en esta zona, aunque hay ligeras fluctuaciones que podrían estar relacionadas con el ajuste de pH en el tratamiento del agua. Los valores de pH son seguros para consumo humano y se mantienen dentro del rango recomendado.

Objetivo específico 3: Identificar los factores físicos y químicos que influyen en la variación de los niveles de cloro residual y pH en el agua potable de la zona céntrica de Puno

Tabla 12*Resultados físicos y químicos de la zona residencial*

ZONA RESIDENCIAL							
Nº	PARÁMETRO	UNIDAD	M – 16	M – 17	M – 18	M – 19	M – 40
1	Temperatura	°C	15.3	15.8	17.7	16.4	15.6
2	Turbidez	NTU	1.5	0.8	0.5	1.3	5.3
3	Sólidos totales en suspensión	mg/L	0.8	2.1	3.7	1.9	67.9
4	Conductividad eléctrica	µS/cm	1345	1558	1284	1150	1895
5	Potencial de hidrogeno	Unid. de pH	7.9	8.8	7.9	8.3	8.7
6	Cloro residual	mg/L	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3
7	Calcio	mg/L	17.9	28.4	18.3	20.7	26.4
8	Dureza	mg/L	54.0	42.0	36.0	98.0	112.0
9	Magnesio	mg/L	22.7	16.8	15.0	12.4	76.0
10	Sulfatos	mg/L	6.7	10.5	6.2	8.3	14.6
11	Hierro	mg/L	0	0	0	0.2	0.2

Para al cumplimiento del presente objetivo se ejecutó un estudio físico-químico de diversos indicadores en distintas zonas de la zona céntrica de Puno, para asemejar los componentes que pueden tener influencia en la variación de los niveles de Cl remanente y pH en el H₂O potable. Los parámetros analizados incluyen turbidez, sólidos totales en suspensión, conductividad eléctrica, calcio, dureza, magnesio, sulfatos y hierro.

Posteriormente, se detallan los hallazgos conseguidos para los puntos de monitoreo M-16, M-17, M-18, M-19, y M-40 en la zona residencial.

- **Turbidez:** La turbidez muestra variabilidad significativa, con valores entre 0.5 NTU (M-18) y 5.3 NTU (M-40). Los valores más altos de turbidez podrían estar asociados a una mayor demanda de cloro, lo que podría reducir la concentración de cloro residual. La alta turbidez en M-40 (5.3 NTU) coincide

con un pH elevado de 8.7, lo que indica que la turbidez alta podría estar afectando tanto al pH como a la disponibilidad del cloro.

- **Sólidos Totales en Suspensión:** Los STS varían entre 0.8 mg/L (M-16) y 67.9 mg/L (M-40). Este aumento en la concentración de sólidos suspendidos en M-40 podría estar relacionado con un cloro remanente bajo (0.3 mg/L). Los sólidos suspendidos pueden reaccionar con el cloro, disminuyendo su efectividad de desinfección.
- **Conductividad Eléctrica:** Las conductividades eléctricas muestran un rango de 1345 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (M-16) a 1895 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (M-40). Los valores más altos de conductividad, como en M-40, podrían indicar la presencia de una mayor cantidad de sales disueltas, lo que a su vez podría elevar el pH de manera leve. Estos altos niveles de conductividad pueden interferir en la efectividad del cloro residual, ya que las sales disueltas pueden reaccionar con el cloro.
- **Calcio y Dureza:** Los niveles de calcio varían entre 17.9 mg/L (M-16) y 28.4 mg/L (M-17). La dureza del agua también muestra una amplia gama de valores, con 54 mg/L (M-16) hasta 112 mg/L (M-40). Los niveles altos de dureza y calcio se correlacionan con pH más alcalinos. Además, el calcio y la dureza afectan la efectividad del cloro, ya que estos minerales pueden reducir la capacidad de desinfección del cloro.
- **Magnesio:** El magnesio muestra concentraciones que van desde 12.4 mg/L (M-105) hasta 76.0 mg/L (M-40). El magnesio ayuda a la dureza del H₂O y al aumento del pH, lo que puede interferir con la actividad del cloro.
- **Sulfatos:** Los sulfatos varían entre 6.2 mg/L (M-18) y 14.6 mg/L (M-40). Aunque los sulfatos no tienen un impacto directo significativo en el pH, su

presencia puede afectar la demanda de Cl, reduciendo la concentración de cloro remanente.

- **Hierro:** El Fe se presenta en reuniones muy bajas (0.2 mg/L) en algunos puntos, lo que puede tener un efecto leve sobre la disponibilidad de cloro. El hierro disuelto puede reaccionar con el cloro, reduciendo su concentración y afectando la capacidad de desinfección.

Tabla 13

Resultados físicos y químicos de la zona comercial

ZONA COMERCIAL				
Nº	PARÁMETRO	UNIDAD	M – 78	M – 79
1	Temperatura	°C	14.3	14.4
2	Turbidez	NTU	1.6	3.9
3	Sólidos totales en suspensión	mg/L	0.3	1.2
4	Conductividad eléctrica	µS/cm	1485	1582
5	Potencial de hidrogeno	Unid. de pH	8.4	8.6
6	Cloro residual	mg/L	0.9	0.4
7	Calcio	mg/L	12.0	17.0
8	Dureza	mg/L	32.0	63.0
9	Magnesio	mg/L	14.9	35.9
10	Sulfatos	mg/L	5.1	3.9
11	Hierro	mg/L	0	0

- **Turbidez (NTU):** Los valores de turbidez en ambos puntos se encuentran dentro del rango aceptable para agua potable, pero M-79 presenta una turbidez más alta (3.9 NTU). Las partículas suspendidas en el agua pueden consumir cloro, reduciendo la reunión de Cl remanente disponible para la desinfección, lo que podría explicar el valor bajo de cloro remanente en M-79.

- **Sólidos Totales en Suspensión (mg/L):** La reunión de sólidos suspendidos es baja en M-78, pero aumenta en M-79. La presencia de sólidos suspendidos puede afectar la efectividad del cloro al consumirlo, especialmente si hay una alta turbidez o si las partículas suspendidas tienen un alto contenido orgánico.
- **Conductividad Eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$):** Los valores de conductividades eléctricas son bastante elevados en ambos puntos, indicando una presencia significativa de sales disueltas en el H_2O , como iones de calcio, Mg o sulfatos. La conductividad está directamente relacionada con la salinidad del H_2O , y niveles más altos de sales disueltas pueden elevar el pH y afectar la efectividad del cloro.
- **Calcio y Dureza:** El calcio ayuda a la dureza del H_2O y puede aumentar el pH del agua. En M-79, la mayor concentración de calcio podría estar asociada con el pH más alto (8.6) y la dureza más elevada (63 mg/L). Esto es común en aguas con alto contenido mineral. La dureza es un indicador importante del contenido de calcio y Mg en el H_2O . En M-79, la mayor dureza (63 mg/L) está asociada con el pH alcalino más alto. Las aguas duras tienden a tener pH más alcalino, lo que puede reducir la efectividad del cloro.
- **Magnesio (mg/L):** El magnesio ayuda a la dureza del H_2O y puede elevar el pH. En M-79, la mayor concentración de magnesio (35.9 mg/L) está relacionada con el pH alcalino más alto, lo que podría afectar la desinfección con cloro.
- **Sulfatos (mg/L):** Los sulfatos no tienen un impacto significativo en el pH, pero a concentraciones más altas pueden reducir la efectividad del cloro

al formar productos secundarios de cloración que no son efectivos para la desinfección.

- **Hierro (mg/L):** El hierro está ausente en ambos puntos de monitoreo, lo que indica que no hay impacto del hierro en los resultados de pH o cloro residual.

Tabla 14

Resultados físicos y químicos de la zona industrial

ZONA INDUSTRIAL				
Nº	PARÁMETRO	UNIDAD	M – 97	M – 98
1	Temperatura	°C	14.7	14.2
2	Turbidez	NTU	3.0	2.6
3	Sólidos totales en suspensión	mg/L	1.3	1.8
4	Conductividad eléctrica	µS/cm	1398	1498
5	Potencial de hidrogeno	Unid. de pH	8.6	8.6
6	Cloro residual	mg/L	0.2	0.4
7	Calcio	mg/L	35.5	16.8
8	Dureza	mg/L	54.0	28.0
9	Magnesio	mg/L	30.6	12.0
10	Sulfatos	mg/L	4.0	2.3
11	Hierro	mg/L	0	0

- **Turbidez (NTU):** La turbidez en la zona industrial es moderada, lo que podría influir en la disponibilidad del cloro residual. Un nivel de turbidez elevado podría interferir en la efectividad del cloro, ya que las partículas suspendidas consumen cloro y reducen su concentración disponible para desinfección.
- **Sólidos Totales en Suspensión (mg/L):** Los sólidos suspendidos están presentes en concentraciones moderadas, lo que puede contribuir a una mayor demanda de cloro en la zona. A medida que los sólidos suspendidos aumentan, también lo hace la cuantía de

Cl necesario para eliminar contaminantes y mantener la desinfección apropiada.

- **Conductividad Eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$):** La conductividad eléctrica es relativamente alta en ambos puntos, lo que indica la existencia de iones diluidos (sales como calcio, magnesio y sulfatos). Un acrecentamiento en las conductividades puede estar relacionado con un pH alcalino, ya que sales de calcio y Mg ayudan a la alcalinidad del H₂O.
- **Calcio y Dureza:** El calcio en M-97 está significativamente más alto que en M-98. El calcio ayuda a la dureza del H₂O y puede estar relacionado con el pH alcalino. En M-97, la dureza es también más alta, lo que eleva el pH y, a su vez, puede reducir la seguridad del Cl. La dureza del H₂O es mayor en M-97 que en M-98. La dureza se debe principalmente al contenido de calcio y Mg, y en general, a mayor dureza, el pH tiende a ser más alcalino. El aumento de dureza también puede reducir la efectividad del cloro, ya que el cloro interactúa con sales de calcio.
- **Magnesio (mg/L):** El magnesio está presente en concentraciones más altas en M-97. De manera similar al calcio, el magnesio incide en la dureza del agua y puede modular su pH. Este elemento promueve un incremento en la alcalinidad, factor que puede alterar la eficiencia del proceso de desinfección con cloro.
- Los sulfatos en ambos puntos se encuentran en niveles moderados. Aunque los sulfatos no afectan directamente el pH, pueden influir en la efectividad del cloro al formar productos

secundarios de cloración. No obstante, los niveles de sulfatos en estos puntos son relativamente bajos y no deberían tener un impacto significativo.

- **Hierro (mg/L):** El hierro está ausente en ambos puntos de monitoreo, lo que indica que no hay impacto del hierro en los resultados de pH o cloro residual.

Tabla 15

Resultados físicos y químicos de la zona de alto tránsito

ZONA DE ALTO TRANSITO				
Nº	PARÁMETRO	UNIDAD	M – 99	M – 115
1	Temperatura	°C	14.0	14.4
2	Turbidez	NTU	2.5	1.3
3	Sólidos totales en suspensión	mg/L	0.7	0.3
4	Conductividad eléctrica	µS/cm	1308	1470
5	Potencial de hidrogeno	Unid. de pH	8.4	8.8
6	Cloro residual	mg/L	0.5	0.3
7	Calcio	mg/L	30.8	22.1
8	Dureza	mg/L	40.0	35.0
9	Magnesio	mg/L	16.8	14.6
10	Sulfatos	mg/L	3.6	4.1
11	Hierro	mg/L	0.1	0.1

- **Turbidez (NTU):** La turbidez en ambos puntos está en un rango moderado, con M-99 presentando valores más altos. La turbidez más alta en M-99 puede estar asociada con una mayor demanda de cloro, lo que podría reducir la concentración de cloro residual. En M-115, la turbidez es más baja, lo que podría permitir que el cloro se mantenga a niveles más adecuados para la desinfección.
- **Sólidos Totales en Suspensión (mg/L):** Los STS son más bajos en M-115 en comparación con M-99. Los sólidos suspendidos

pueden consumir cloro, reduciendo su concentración disponible.

En este caso, la menor cantidad de sólidos en suspensión en M-115 podría facilitar una mayor concentración de cloro residual.

- **Conductividad Eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$):** La conductividad eléctrica en ambos puntos es relativamente alta, lo que muestra una existencia significativa de iones disueltos (salinidad). Las conductividades elevadas pueden estar asociada con una mayor reunión de sales (como calcio, Mg y sulfatos), lo que puede contribuir a un pH más alcalino y disminuir la efectividad del cloro residual.
- **Calcio y Dureza:** La concentración de calcio es más alta en M-99, lo que contribuye a la dureza del agua. El calcio eleva el pH del agua, y valores altos de calcio son indicativos de agua dura. Esto puede afectar la efectividad del cloro y la desinfección en general. La dureza del agua es moderada en ambos puntos, pero ligeramente más alta en M-99. Un aumento en la dureza generalmente está asociado con un pH más elevado, lo que puede afectar la disponibilidad del cloro para la asepsia. Un agua de elevada dureza tiende a producir un pH básico que disminuye la eficiencia del cloro como agente desinfectante.
- **Magnesio (mg/L):** El magnesio está presente en concentraciones más altas en M-99, contribuyendo a la dureza del agua. Como el calcio, el magnesio puede elevar el pH y afectar la efectividad del cloro
- **Sulfatos (mg/L):** Los sulfatos están presentes en concentraciones moderadas en ambos puntos. Los sulfatos no tienen un impacto

directo significativo sobre el pH, pero pueden afectar la efectividad del cloro al formar productos secundarios que no son efectivos para la desinfección. Sin embargo, en estos niveles, los sulfatos no deberían tener un impacto significativo.

- **Hierro (mg/L):** El hierro está presente en concentraciones muy bajas en ambos puntos, lo que no tiene un impacto significativo en los resultados del pH o cloro residual.

Objetivo específico 4: Comparar los niveles de cloro residual y el pH con los parámetros establecidos por las normas nacionales para el agua potable.

En el presente análisis, se compararon los niveles de Cl remanente y pH de las muestras obtenidas en 115 puntos de monitoreo en la zona céntrica de Puno, distribuidos en cuatro zonas (residencial, comercial, industrial y de alto tránsito), con los límites determinados por la Orden Suprema 031-2010 para el H₂O potable.

a. Límites establecidos en la normativa:

- **Cloro residual:** De acuerdo al Orden Suprema N° 031-2010-SA, Reglamento de la Condición del Agua para Ingesta Humana, el límite máximo permisible es de 5 mg/L de cloro residual. No obstante, para garantizar una sanitización efectiva en la red de distribución, la concentración de cloro libre no debe ser inferior a 0.2 mg/L.
- **pH:** Conforme al Decreto Supremo N° 031-2010-SA, Estatuto de la Condición del Agua para Consumo Humano, el intervalo óptimo de

pH para agua destinada a consumo humano se establece entre 6.5 y 8.5. Valores fuera de estos límites pueden comprometer tanto su aptitud para el consumo como la eficacia del procesamiento.

b. Resultados obtenidos en las zonas de monitoreo

Zona residencial

- En la zona residencial se realizaron 58 puntos de monitoreo, de los cuales 5 puntos presentaron una baja concentración de cloro remanente y un pH alcalino. Estos resultados indican que, aunque la mayor parte de los puntos de monitoreo cumplieron con los indicadores determinados para el agua potable, algunos puntos mostraron un pH ligeramente elevado, lo que podría estar reduciendo la efectividad del cloro para la desinfección.

Tabla 16

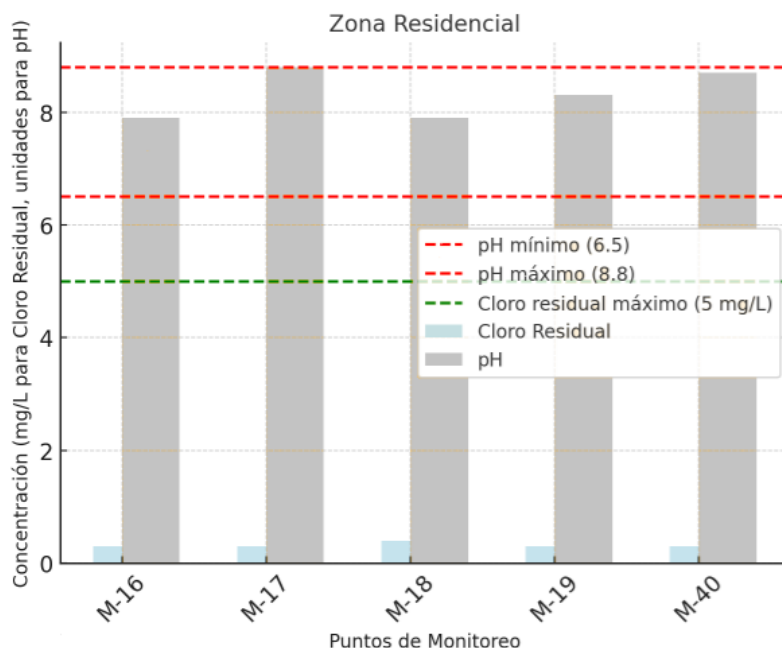
Resultados que sobrepasan el límite en la zona residencial

ZONA RESIDENCIAL			
Código	Temperatura °C	Cloro residual mg/L	pH
M - 16	15.3	0.3	7.9
M - 17	15.8	0.3	8.8
M - 18	16.7	0.4	7.9
M - 19	16.4	0.3	8.3
M - 40	15.6	0.3	8.7

En la tabla se observa los hallazgos que consiguieron valores altos en cuanto a pH y valores mínimos de Cl remanente.

Figura 14

Resultados de pH y cloro residual frente a la normatividad



- **Puntos con cloro residual bajo:** En la zona residencial, los valores de cloro remanente se hallan entre 0.3 mg/L y 0.4 mg/L, lo cual está por encima del valor mínimo recomendado de 0.2 mg/L como el estándar.
- **pH:** El pH en esta zona oscila entre 7.9 y 8.8, lo que está dentro del rango recomendado de 6.5 a 8.5. Sin embargo, el valor más alto de pH (8.8) podría afectar la efectividad del cloro para desinfectar, ya que el cloro es menos efectivo en aguas alcalinas.

Zona comercial

- En la zona comercial, se realizaron 23 puntos de monitoreo, de los cuales solo 2 puntos presentaron baja concentración de cloro y un pH alcalino. Estos resultados son bastante positivos, pues la mayor parte de los puntos se mantienen adentro de los límites recomendados para el cloro residual y pH, aunque los puntos con

cloro bajo y pH elevado deben ser monitoreados para asegurar una eficaz desinfección del agua.

Tabla 17

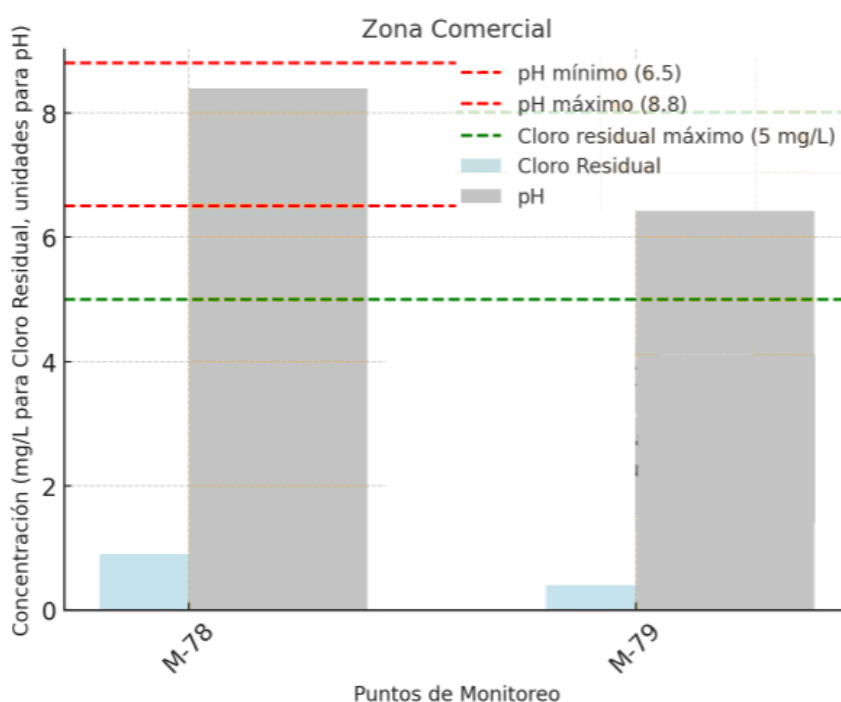
Resultados que sobrepasan el límite en la zona comercial

ZONA COMERCIAL			
Código	Temperatura °C	Cloro residual mg/L	pH
M - 78	14.3	0.9	8.4
M - 79	14.4	0.4	8.6

En la tabla se observa los hallazgos que consiguieron valores altos en cuanto a pH y valores mínimos de Cl remanente

Figura 15

Resultados de pH y cloro residual frente a la normatividad



- **Puntos con cloro residual bajo:** En la zona comercial, los valores de Cl remanente varían entre 0.4 mg/L y 0.9 mg/L, siendo 0.4 mg/L el punto con la concentración más baja. Este valor está en el

mínimo aceptable de acuerdo con la normativa, mientras que 0.9 mg/L está dentro del rango permitido.

- **pH:** El pH varía entre 8.4 y 8.6, ambos valores por encima del rango recomendado de 6.5 a 8.5, lo cual enseña que el H₂O en esta zona es ligeramente alcalina, lo cual podría conmovir la efectividad del cloro residual.

Zona industrial

- En la zona industrial, se realizaron 17 puntos de monitoreo, de los cuales solo 2 puntos mostraron baja concentración de cloro y un pH alcalino. Aunque la mayoría de los puntos están dentro de los valores recomendados, los puntos con cloro remanente bajo y pH elevado requieren atención, pues pueden afectar el vigor del procesamiento de desinfección.

Tabla 18

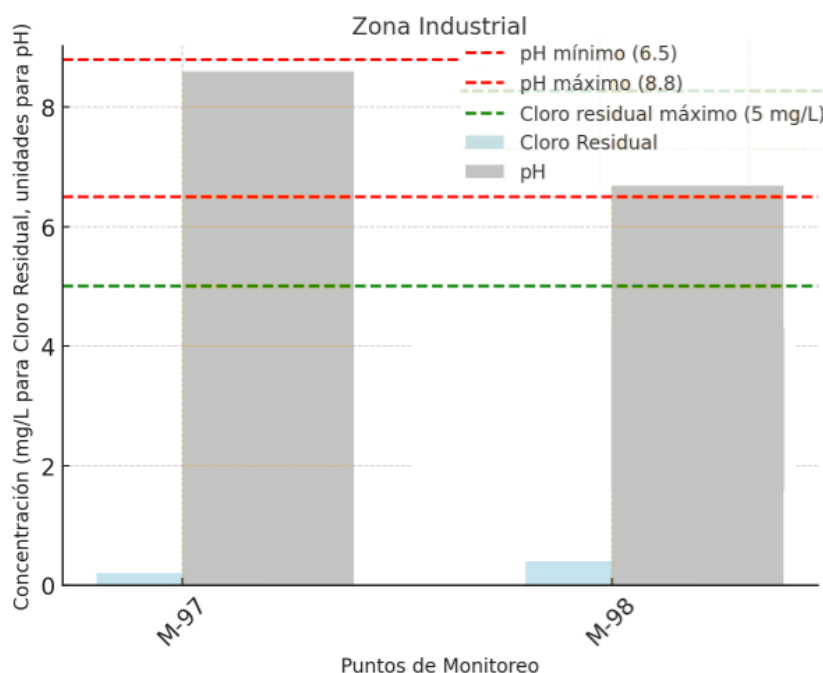
Resultados que sobrepasan el límite en la zona industrial

ZONA INDUSTRIAL			
Código	Temperatura °C	Cloro residual mg/L	pH
M - 97	14.7	0.2	8.6
M - 98	14.2	0.4	8.6

En la tabla se observa los hallazgos que consiguieron valores altos en cuanto a pH y valores mínimos de Cl remanente.

Figura 16

Resultados de pH y cloro residual frente a la normatividad



- **Puntos con cloro residual bajo:** En el área industrial, los valores de Cl remanente son bajos, alcanzando un valor mínimo de 0.2 mg/L en M-97, que está en el límite inferior establecido por la normativa. El valor de 0.4 mg/L en M-98 está dentro del rango admisible.
- **pH:** El pH en esta zona se encuentra entre 8.6 en ambos puntos de monitoreo, lo que supera el límite superior de 8.5 establecido en la normativa. Esto podría reducir la efectividad del Cl remanente debido a la alta alcalinidad del H₂O.

Zona de alto transito

- En la zona de alto tránsito, se realizaron 17 puntos de monitoreo, de los cuales 2 puntos presentaron baja concentración de cloro y un pH alcalino. Aunque la mayoría de los puntos en esta zona están dentro de los rangos recomendados para el pH y cloro residual, los puntos con valores fuera de

los límites óptimos deben ser revisados para garantizar que el agua en toda la zona desempeñe con las normativas de condición del H₂O dulce.

Tabla 19

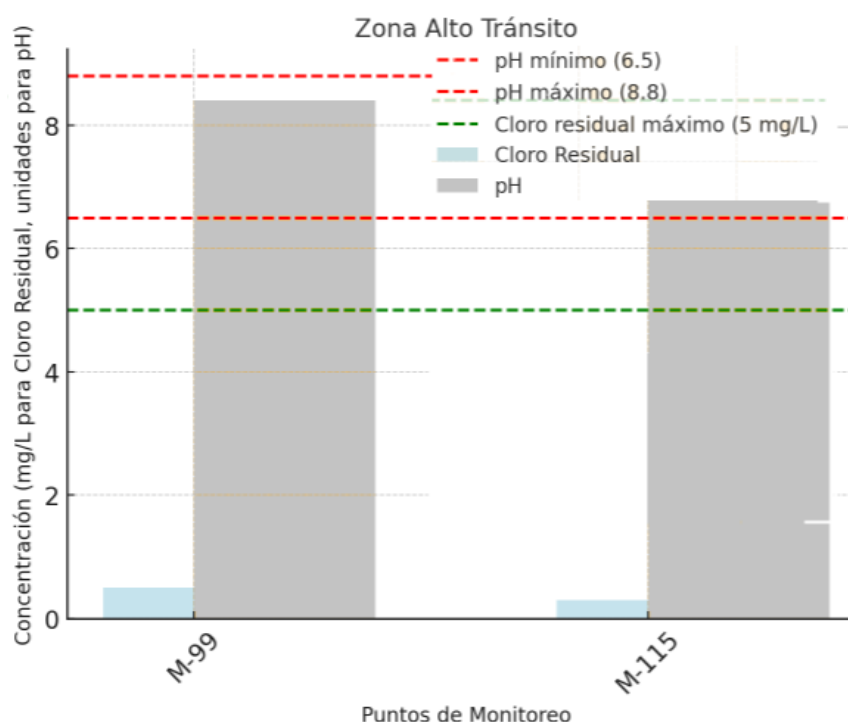
Resultados que sobrepasan el límite en la zona de alto tránsito

ZONA DE ALTO TRANSITO			
Código	Temperatura °C	Cloro residual mg/L	pH
M - 99	14	0.5	8.4
M - 115	14.4	0.3	8.8

En la tabla se observa los hallazgos que consiguieron valores altos en cuanto a pH y valores mínimos de Cl remanente.

Figura 17

Resultados de pH y cloro residual frente a la normatividad



- **Puntos con cloro residual bajo:** En la zona de alto tránsito, los valores de cloro residual oscilan entre 0.3 mg/L y 0.5 mg/L, siendo 0.3 mg/L el valor más

bajo en M-115, que está justo en el mínimo recomendado de 0.2 mg/L. El valor más elevado de 0.5 mg/L en M-99 está también dentro del rango permitido.

- **pH:** El pH en la zona de alto tránsito varía entre 8.4 y 8.8, superando el rango recomendado de 6.5 a 8.5 en ambos puntos. Este valor elevado podría reducir la efectividad del cloro residual, ya que el cloro se vuelve menos efectivo en condiciones alcalinas.

4.2. Discusiones

Los hallazgos conseguidos enseñan que la reunión de Cl reunión en la zona residencial fluctuó entre 0.3 mg/L y 0.4 mg/L, que se encuentra adentro de los límites recomendados por el estándar D.S N° 031-2010-SA, que instituye un mínimo de 0.2 mg/L para garantizar la desinfección del H₂O (Ministerio del Ambiente, 2017). Sin embargo, en la zona industrial, se registró un valor de 0.2 mg/L en M-97, que es el límite inferior permitido, lo que podría comprometer la seguridad microbiológica del agua, ya que concentraciones tan bajas no son suficientes para garantizar la eliminación de patógenos. Esto concuerda con el estudio de Zheng et al. (2024), que destaca que un pH elevado y una alta concentración de minerales pueden reducir la eficacia del cloro, lo que podría explicar los valores bajos de cloro en zonas industriales donde la existencia de minerales duros como el Ca y Mg es mayor.

Los valores de pH en la zona residencial fluctuaron entre 7.1 y 8.8, siendo el valor más alto registrado de 8.8 en M-17, superando el límite máximo de 8.5 privilegiado por el estándar nacional D.S N° 031-2010-SA. Esta variabilidad en el pH asimismo se observó en la zona comercial, donde el pH varió entre 7.3 y 8.6, destacando que M-79 presentó un pH de 8.6, lo que excede el límite recomendado. Este aumento del pH podría influir en la reducción de la

efectividad del cloro residual, ya que el cloro es menos efectivo en aguas con pH alcalino (Sánchez et al., 2022). La tendencia observada también se relaciona con los estudios de Racho & Ruíz (2024), quienes identificaron pH elevado en áreas periurbanas de Lima, lo que sugiere que el tratamiento del agua debe ser ajustado en zonas con agua dura para mantener un pH adecuado para la desinfección.

En la zona residencial, la turbidez varió entre 0.5 NTU y 5.3 NTU, lo que sugiere que la turbidez contribuyó significativamente a la demanda de cloro, ya que las partículas suspendidas pueden consumir cloro residual (González et al., 2020). Además, la dureza en la zona residencial osciló entre 36 mg/L y 112 mg/L, lo que podría estar relacionado con el pH elevado y la disminución de la efectividad del cloro, tal como se indicó en el estudio de Zheng et al. (2024), que reportó que el Mg y Ca en el agua pueden influir en la desinfección. La conductividad eléctrica también mostró una correlación positiva con la concentración de cloro residual, ya que las áreas con mayor conductividad presentaron una mayor concentración de sólidos disueltos, lo que incrementa la demanda de cloro para mantener la desinfección (Lozano et al., 2021).

En términos de cumplimiento de las normas nacionales, los resultados de la zona de alto tránsito y la zona industrial no cumplen con el estándar D.S N° 031-2010-SA de Cl remanente, especialmente en puntos como M-97 con 0.2 mg/L, lo cual puede envolver la seguridad microbiológica del H₂O. Este descubrimiento es sólido con el análisis de Mamani (2024), quien encontró que las concentraciones de Cl remanente en el agua de Puno no desempeñan con los ECA, lo cual muestra una necesidad apremiante de optimar los procesos de cloración en la ciudad. Además, el pH en la generalidad de los puntos



desarrollados, especialmente en la zona residencial, comercial, y de alto tránsito, superó el límite superior de 8.5, lo que puede reducir la efectividad del cloro para eliminar patógenos, como se señala en los estudios de Sánchez et al. (2022).

CONCLUSIONES

- PRIMERA:** En 58 puntos de la zona residencial, los valores de cloro remanente fluctuaron entre 0.3 mg/L y 0.4 mg/L, cumpliendo con el mínimo recomendado de 0.2 mg/L. Sin embargo, en la zona industrial, se registró un valor de 0.2 mg/L en M-97, lo que está en el límite inferior permitido. En la zona comercial, los valores fueron entre 0.4 mg/L y 0.9 mg/L, y en la zona de alta circulación, los valores fueron de 0.3 mg/L a 0.5 mg/L, lo que muestra una concentración baja en varios puntos, especialmente en M-115 (0.3 mg/L).
- SEGUNDA:** En la zona residencial, el pH varió entre 7.1 y 8.8, con el valor más alto de 8.8 en M-17, superando el límite máximo de 8.5 según la normativa. En la zona comercial, el pH fue entre 7.3 y 8.6, y en la zona industrial, entre 7.4 y 8.6. En la zona de alto tránsito, el pH fluctuó entre 7.1 y 8.8, con M-115 alcanzando 8.8, excediendo el límite recomendado.
- TERCERA:** La turbidez y los sólidos suspendidos influyeron en los niveles de cloro residual, especialmente en la zona residencial, donde la turbidez varió entre 0.5 NTU y 5.3 NTU. En la zona industrial, la turbidez fue de 2.4 NTU a 3.0 NTU, y los valores de Cl remanente fueron bajos debido a la demanda de Cl por las partículas suspendidas. La dureza del agua en la zona residencial varió entre 36 mg/L y 112 mg/L, mientras que, en la zona industrial, fue de 28 mg/L a 54 mg/L, y en la zona de alto tránsito, entre 35 mg/L y 40 mg/L. Estos factores contribuyen a la variación en el pH y la efectividad del cloro.



CUARTA: La mayor parte de los puntos de monitoreo desempeñan con los límites de Cl remanente establecidos (mínimo de 0.2 mg/L y máximo de 5 mg/L). Sin embargo, algunos puntos, como en la zona industrial (M-97), con 0.2 mg/L, y en la zona de alto tránsito (M-115), con pH 8.8, presentan valores fuera de los rangos recomendados. Estos puntos pueden comprometer la seguridad microbiológica del agua y la efectividad del cloro. Es necesario ajustar los procesos de tratamiento en las zonas con pH elevado y bajo Cl remanente para optimar la condición del H₂O.



RECOMENDACIONES

- PRIMERA:** Se recomienda realizar un estudio de las conducciones y otros componentes del sistema de colocación, buscando posibles fuentes de contaminación y evaluando la necesidad de mantenimiento o renovación de la infraestructura.
- SEGUNDA:** Se recomienda realizar estudios a largo plazo para analizar cómo las variaciones climáticas (lluvias, sequías) pueden afectar la condición del H₂O dulce y desarrollar un sistema de gestiones adaptativa que ajuste los tratamientos en función de estas variaciones.
- TERCERA:** Se recomienda a futuros investigadores ampliar la investigación a las zonas rurales y periurbanas, que pueden enfrentar diferentes desafíos en cuanto a la calidad del agua.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APHA, A. G. (2017). *Métodos normalizados para el análisis de aguas dulces y remanentes AHPA - AWWA - WPCF* (17.^a ed.). Dias de Santos.
- Banna, M. H., Imran, S., Francisque, A., Najjaran, H., Sadiq, R., Rodriguez, M., & Hoorfar, M. (2014). Online Drinking Water Quality Monitoring: Review on Available and Emerging Technologies. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 44(12), 1370-1421.
<https://doi.org/10.1080/10643389.2013.781936>
- Bendezu, B. M. V. (2024). *Valoración del cloro remanente en la red de colocación de agua potable del centro poblado Rutuna—Pomabamba – Pomabamba-Ancash, periodo enero—Abril 2024*. <https://shre.ink/qAdf>
- Cabello, J. A. B. (2025). *Evaluación de cloro residual y organoléptica del agua potable en viviendas de la Urbanización La Cruz, Distrito Supe Puerto, 2022* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional José Faustino Sanchez Carrión]. <https://shre.ink/qAds>
- Cabrera, S. D. G. (2024). Repercusiones en la inocuidad y calidad del recurso hídrico: niveles de cloro en agua potable de viviendas servidas por el pozo 5 de la empresa proveedora en Pampa De La Isla—Santa Cruz. *Emergentes - Revista Científica*, 4(3), 254-267.
<https://doi.org/10.60112/erc.v4.i3.215>
- Carrasco, F. I. C. (2024). *Efecto del almacenamiento de agua potable sobre su calidad organoléptica y química en hogares del Distrito de Hualmay, 2021*. <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/10498>
- Chanca, R. E. P., & Castellanos, G. R. (2018). *DOSIS DE CLORO Y CLORO RESIDUAL LIBRE EN EL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL SECTOR*



- DE PUYHÚAN GRANDE DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUANCVELICA - 2018. <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/2181>
- DIGESA. (2015). *Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservacion, conservacion, trasporte almacenamiento y recepción de agua para consumo humano.*
- MINAM, M. del A. (2022). *Límite Maximo Permisible (LMP).* <https://infoaireperu.minam.gob.pe/limite-maximo-permisible-lmp/>
- Noa, C. R. H. (2019). *Cloro residual libre en agua potable y los casos de enfermedades diarreicas aguas (EDAs) en niños menores de 5 años en el área urbana del distrito de Yauli* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica]. <https://shre.ink/qAd2>
- Norabuena, L. T. H. (2022). *Evaluación de cloro residual del agua potable en domicilios de dos sectores del Distrito de Paramonga, 2021.* <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/6802>
- OMS, O. M. de la S. (2018). *Guías para la calidad del agua de consumo humano: Cuarta edición que incorpora la primera adenda (4a ed + 1a adenda).* Organización Mundial de la Salud. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/272403>
- Onyutha, C., & Tamale, J. C. K. (2022). Modelling chlorine residuals in drinking water: A review. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 19(11), 11613-11630. <https://doi.org/10.1007/s13762-022-03924-3>
- Pacheco, L. C. (2024). *Percepción local y calidad de agua de la fuente de captación y del suministro de agua potable en Juliaca – 2023* [Universidad Nacional de Juliaca]. <https://repositorio.unaj.edu.pe/handle/unaj/115>



- Picon, M. M. P. (2023). *Evaluación de la dosificación de cloro en la eliminación bacteriana del sistema de agua potable del centro poblado Supte San Jorge, 2023* [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- Racho, D. C. J., & Ruíz, S. del R. R. (2024). Evaluación de la calidad de agua potable en el sistema de abastecimiento la Lima, Chirinos 2022. *Universidad Nacional de Jaén||Repositorio Institucional - UNJ*.
<https://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/755>
- Sotomayor, B. W. P. (2022). Impacto de los Sistemas de Cloración por Goteo sobre los Niveles de Cloro Remanente en el Agua de Consumo en Áreas Rurales. *Universidad Peruana Los Andes*. <https://shre.ink/qAdn>
- Velazco, K. S. A. (2023). Análisis del nivel de riesgo ambiental asociado a la presencia de cloro residual en el agua potable en la ciudad de Concepción, Junín—2022. *Universidad Continental*.
<https://shre.ink/qAWP>
- Villanueva, E. R. G., & Cueva, A. F. C. (2024). Eficiencia del sistema de tratamiento en la calidad de agua para consumo humano en Puerto Pizana, San Martín, Perú. *RevIA*, 14(18), 26-32.
<https://doi.org/10.69507/revia.3.14.18.328>
- Zheng, S., Lin, T., Chen, H., Zhang, X., & Jiang, F. (2024). Impact of changes in biofilm composition response following chlorine and chloramine disinfection on nitrogenous disinfection byproduct formation and toxicity risk in drinking water distribution systems. *Water Research*, 253, 121331.
<https://doi.org/10.1016/j.watres.2024.121331>



ANEXOS

Anexo 1: Resultados



LAQUAMEQ E.I.R.L. LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO AMBIENTAL

INFORME DE RESULTADOS N°: LQ – 07125

DATOS DEL SERVICIO

SOLICITANTE : MIGUEL ANGEL LIMA TURPO

PROYECTO : NIVELES DE CLORO RESIDUAL Y POTENCIAL DE HIDROGENO EN AGUA POTABLE EN LA ZONA CÉNTRICA DE LA CIUDAD DE PUNO 2025

DATOS DEL ENSAYO

Producto : Agua natural - Superficial
Numero de muestras : 115
Periodo de análisis : 24 /06/25 – 09/07/2025
Muestreo por : El cliente

Código, ubicación, fecha de muestreo:

ZONA RESIDENCIAL					
Código	Dist. /Prov./ Depart.	Lugar	Ubicación		Fecha de muestreo
			Este	Norte	
M - 1	Puno/Puno/Puno	JR. PUNO/ JR. ATUNCOLLA	389550	8248236.34	24/06/2025
M - 2	Puno/Puno/Puno	JR. PUNO	389565.09	8248242.07	24/06/2025
M - 3	Puno/Puno/Puno	JR. PUNO	389529.58	8248226.59	24/06/2025
M - 4	Puno/Puno/Puno	JR. PUNO/JOSE FRANCO	389518.57	8248205.02	24/06/2025
M - 5	Puno/Puno/Puno	JR. PUNO/ JOSE FRANCO	389543.67	8248178.08	24/06/2025
M - 6	Puno/Puno/Puno	JR. SAYHUANI	389528.16	8248160.55	24/06/2025
M - 7	Puno/Puno/Puno	JR. CAJAMARCA	389559.88	8248120.76	24/06/2025
M - 8	Puno/Puno/Puno	JR. CAJAMARCA	389571.96	8248136.69	24/06/2025
M - 9	Puno/Puno/Puno	JR. CAJAMARCA	389592.08	8248153.84	24/06/2025
M - 10	Puno/Puno/Puno	JR. CAJAMARCA	389605.09	8248175.33	24/06/2025
M - 11	Puno/Puno/Puno	JR. CAJAMARCA	389620.06	8248192.71	24/06/2025
M - 12	Puno/Puno/Puno	PSJE. CORNEJO	389647.4	8248183.5	24/06/2025
M - 13	Puno/Puno/Puno	PSJE. CORNEJO	389646.1	8248161.72	24/06/2025
M - 14	Puno/Puno/Puno	CNEL. BARRIGA	389634.68	8248148.48	24/06/2025
M - 15	Puno/Puno/Puno	CNEL. BARRIGA	389661.4	8248138.72	25/06/2025
M - 16	Puno/Puno/Puno	CNEL. BARRIGA/JR. UNION	389685.37	8248147.77	25/06/2025
M - 17	Puno/Puno/Puno	CNEL. BARRIGA	389699.42	8248133.27	25/06/2025
M - 18	Puno/Puno/Puno	JR. LIBERTAD	389224.72	8248423.58	25/06/2025
M - 19	Puno/Puno/Puno	JR. LIBERTAD	389256.5	8248440.41	25/06/2025
M - 20	Puno/Puno/Puno	PSJE. GAMBOA	389303.08	8248443.63	25/06/2025
M - 21	Puno/Puno/Puno	PSJ. GAMBOA	389310.51	8248416.31	25/06/2025
M - 22	Puno/Puno/Puno	PSJE GAMBOA/ AV. CIRCUNVALCIÓN NORTE	389299.78	8248400.04	25/06/2025
M - 23	Puno/Puno/Puno	JR. LIBERTAD	389355.15	8248478.32	25/06/2025
M - 24	Puno/Puno/Puno	JR. TIAHUANACO	389309.05	8248510.35	25/06/2025
M - 25	Puno/Puno/Puno	JR. NEPOMUCENO ARCE	389419.89	8248462.76	25/06/2025



Jr. Deístua N° 522 Barrio 28 de Julio. Puno – San Román – Juliaca
www.laquameq.com – Cel. 920869679 - 979265920



LAQUAMEQ E.I.R.L. LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO AMBIENTAL

M - 26	Puno/Puno/Puno	JR. TIAHUANACO	389560	8248592.68	25/06/2025
M - 27	Puno/Puno/Puno	JR. ILAVE	389687.69	8248525.33	26/06/2025
M - 28	Puno/Puno/Puno	JR. ILAVE/ JR. BOLOGNESI	389705.33	8248498.63	26/06/2025
M - 29	Puno/Puno/Puno	CALLE GRAU	389758.36	8248486.13	26/06/2025
M - 30	Puno/Puno/Puno	CALLE CONDE DE LEMOS	389765.4	8248524.68	26/06/2025
M - 31	Puno/Puno/Puno	CALLE CONDE DE LEMOS/ JR. LIBERTAD	389775.24	8248563.42	26/06/2025
M - 32	Puno/Puno/Puno	JR. TARAPACA	389812.14	8248616.28	26/06/2025
M - 33	Puno/Puno/Puno	JR. REVOLUCIÓN	389856.46	8248570.53	26/06/2025
M - 34	Puno/Puno/Puno	JR. AYACUCHO	389865.91	8248536.19	26/06/2025
M - 35	Puno/Puno/Puno	CALLE GRAU	389833.31	8248508.76	26/06/2025
M - 36	Puno/Puno/Puno	CALLE CONDE DE LEMOS	389785.89	8248455.72	26/06/2025
M - 37	Puno/Puno/Puno	CALLE CONDE DE LEMOS	389800.55	8248430.27	26/06/2025
M - 38	Puno/Puno/Puno	JR. AYACUCHO	389883.59	8248476.04	27/06/2025
M - 39	Puno/Puno/Puno	JR. LIMA/ CALLE GRAU	389926.65	8248537.84	27/06/2025
M - 40	Puno/Puno/Puno	CALLE GRAU	389941.11	8248536.51	27/06/2025
M - 41	Puno/Puno/Puno	CALLE GRAU	389958.22	8248540.98	27/06/2025
M - 42	Puno/Puno/Puno	CALLE GRAU	389978.19	8248545.79	27/06/2025
M - 43	Puno/Puno/Puno	CALLE GRAU/ JR. AREQUIPA	389991.43	8248567.12	27/06/2025
M - 44	Puno/Puno/Puno	JR. AREQUIPA	390005.49	8248545.12	27/06/2025
M - 45	Puno/Puno/Puno	AV. TITICACA/ AV. SIMON BOLIVAR	390703.74	8248781.58	27/06/2025
M - 46	Puno/Puno/Puno	AV. TITICACA	390723.29	8248766.43	27/06/2025
M - 47	Puno/Puno/Puno	AV. TITICACA	390740.15	8248794.11	28/06/2025
M - 48	Puno/Puno/Puno	AV. TITICACA	390770.88	8248783.14	28/06/2025
M - 49	Puno/Puno/Puno	AV. TITICACA	390774.05	8248805.8	28/06/2025
M - 50	Puno/Puno/Puno	AV. TITICACA	390803.48	8248794.52	28/06/2025
M - 51	Puno/Puno/Puno	AV. TITICACA/ JR. JULI	390810.02	8248818.06	28/06/2025
M - 52	Puno/Puno/Puno	JR. JULI	390813.68	8248838.68	28/06/2025
M - 53	Puno/Puno/Puno	JR. JULI	390816.09	8248858.05	28/06/2025
M - 54	Puno/Puno/Puno	JR. JULI	390802.39	8248871.93	28/06/2025
M - 55	Puno/Puno/Puno	JR. JULI	390827.15	8248774.35	28/06/2025
M - 56	Puno/Puno/Puno	AV. TITICACA	390838.23	8248807.06	28/06/2025
M - 57	Puno/Puno/Puno	AV. TITICACA	390843.93	8248834.77	28/06/2025
M - 58	Puno/Puno/Puno	AV TITICACA/ JR. PROGRESO	390873.57	8248855.09	28/06/2025



ZONA COMERCIAL					
Código	Dist. /Prov./ Depart.	Lugar	Ubicación		Fecha de muestreo
			Este	Norte	
M - 59	Puno/Puno/Puno	JR. AREQUIPA/ JR. FERMIN ARBULU	389952.88	8248711.03	29/06/2025
M - 60	Puno/Puno/Puno	JR. AREQUIPA	389967.98	8248679.43	29/06/2025
M - 61	Puno/Puno/Puno	JR. AREQUIPA	389971.67	8248652.91	29/06/2025
M - 62	Puno/Puno/Puno	JR. AREQUIPA/ JR. LIBERTAD	389979.14	8248619.61	29/06/2025
M - 63	Puno/Puno/Puno	JR. AREQUIPA	389985.63	8248599.14	30/06/2025
M - 64	Puno/Puno/Puno	JR. AREQUIPA	389996.54	8248584.58	30/06/2025
M - 65	Puno/Puno/Puno	JR. LIMA	389907.29	8248676.32	30/06/2025

Jr. Deístua N° 522 Barrio 28 de Julio. Puno – San Román – Juliaca
www.laquameq.com – Cel. 920869679 - 979265920



LAQUAMEQ E.I.R.L. LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO AMBIENTAL

M - 66	Puno/Puno/Puno	JR. LIMA	389902.96	8248663.01	30/06/2025
M - 67	Puno/Puno/Puno	JR. LIMA	389913.42	8248646.47	30/06/2025
M - 68	Puno/Puno/Puno	JR. LIMA	389912.12	8248623.95	30/06/2025
M - 69	Puno/Puno/Puno	JR. LIMA/ JR. LIBERTAD	389923.23	8248601.69	30/06/2025
M - 70	Puno/Puno/Puno	JR. LIMA	389926.04	8248582	01/07/2025
M - 71	Puno/Puno/Puno	JR. LIMA	389924.15	8248561.99	01/07/2025
M - 72	Puno/Puno/Puno	JR. TACNA/AV. LA TORRE	390119.03	8248794.01	01/07/2025
M - 73	Puno/Puno/Puno	JR. TACNA	390121.29	8248778.2	01/07/2025
M - 74	Puno/Puno/Puno	JR. TACNA/JR. ALFONSO UGARTE	390124.33	8248758.63	01/07/2025
M - 75	Puno/Puno/Puno	JR. TACNA	390128.64	8248732.71	01/07/2025
M - 76	Puno/Puno/Puno	JR. TACNA	390122.53	8248688.85	01/07/2025
M - 77	Puno/Puno/Puno	JR. LIMA	389958.73	8248445.01	02/07/2025
M - 78	Puno/Puno/Puno	JR. LIMA	389964.1	8248427.7	02/07/2025
M - 79	Puno/Puno/Puno	JR. LIMA/ JR. PUNO	389973.17	8248407.93	02/07/2025
M - 80	Puno/Puno/Puno	JR. PUNO/JR. AYACUCHO	389905.79	8248379.16	02/07/2025
M - 81	Puno/Puno/Puno	JR. DEUSTUA	389843.29	8248433.26	02/07/2025

ZONA INDUSTRIAL					
Código	Dist. /Prov./ Depart.	Lugar	Ubicación		Fecha de muestreo
			Este	Norte	
M - 82	Puno/Puno/Puno	AV. ALFONSO UGARTE/ 16 DE DICIEMBRE	389947.17	8250041.48	03/07/2025
M - 83	Puno/Puno/Puno	AV. ALFONSO UGARTE	389934.13	8250023.77	03/07/2025
M - 84	Puno/Puno/Puno	AV. ALFONSO UGARTE	389919.49	8250007.44	03/07/2025
M - 85	Puno/Puno/Puno	AV. ALFONSO UGARTE	389908.24	8249988.2	03/07/2025
M - 86	Puno/Puno/Puno	AV. ALFONSO UGARTE	389906.31	8249960.43	03/07/2025
M - 87	Puno/Puno/Puno	AV. ALFONSO UGARTE/JR. JUAN SOTOMAYOR	389887.54	8249929.36	03/07/2025
M - 88	Puno/Puno/Puno	AV. ALFONSO UGARTE	389864.51	8249868.02	04/07/2025
M - 89	Puno/Puno/Puno	AV. ALFONSO UGARTE	389853.15	8249840	04/07/2025
M - 90	Puno/Puno/Puno	JR. AYACUCHO/ CALLE CHUCUITO	390074.76	8247791.54	04/07/2025
M - 91	Puno/Puno/Puno	CALLE CHUCUITO	390118.2	8247806.1	04/07/2025
M - 92	Puno/Puno/Puno	AV. CIRCUNVALACION/ CALLE CHUCUITO	390151.24	8247842.06	04/07/2025
M - 93	Puno/Puno/Puno	CALLE CHUCUITO	390195.08	8247857.89	05/07/2025
M - 94	Puno/Puno/Puno	CALLE CHUCUITO	390203.97	8247873.11	05/07/2025
M - 95	Puno/Puno/Puno	CALLE CHUCUITO	390252.37	8247920.69	05/07/2025
M - 96	Puno/Puno/Puno	CALLE CHUCUITO	390295.46	8247967.24	05/07/2025
M - 97	Puno/Puno/Puno	CALLE CHUCUITO	390351.56	8248008.32	05/07/2025
M - 98	Puno/Puno/Puno	CALLE CHUCUITO	390389.49	8248064.91	05/07/2025



Jr. Deústua N° 522 Barrio 28 de Julio. Puno – San Román – Juliaca
www.laquameq.com – Cel. 920869679 - 979265920

**LAQUAMEQ E.I.R.L.**
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO AMBIENTAL

ZONA DE ALTO TRANSITO					
Código	Dist. /Prov./ Depart.	Lugar	Ubicación		Fecha de muestreo
			Este	Norte	
M - 99	Puno/Puno/Puno	AV. SIMON BOLIVAR	390514.36	8249266.89	07/07/2025
M - 100	Puno/Puno/Puno	AV. SIMON BOLIVAR/ 29 DE JUNIO	390561.22	8249202.98	07/07/2025
M - 101	Puno/Puno/Puno	AV. SIMON BOLIVAR	390568.46	8249092.98	07/07/2025
M - 102	Puno/Puno/Puno	AV. SIMON BOLIVAR / AV. LOS INCAS	390632.47	8248966.42	07/07/2025
M - 103	Puno/Puno/Puno	JR. LIBERTAD	389886.7	8248593.84	07/07/2025
M - 104	Puno/Puno/Puno	JR. LIBERTAD	389951.34	8248611.05	08/07/2025
M - 105	Puno/Puno/Puno	JR. LIBERTAD	390016.92	8248619.57	08/07/2025
M - 106	Puno/Puno/Puno	JR. LIBERTAD	390082.62	8248638.52	08/07/2025
M - 107	Puno/Puno/Puno	AV. TITIKAKA/ URB. BARRIO CENTRAL	390295.01	8248609.46	08/07/2025
M - 108	Puno/Puno/Puno	AV. TITIKAKA	390225.48	8248577.05	08/07/2025
M - 109	Puno/Puno/Puno	AV. TITIKAKA	390169.65	8248562.56	08/07/2025
M - 110	Puno/Puno/Puno	AV. TITIKAKA/ JR. MOQUEGUA	390096.26	8248525.89	09/07/2025
M - 111	Puno/Puno/Puno	AV. COSTANERA	391017.07	8248219.15	09/07/2025
M - 112	Puno/Puno/Puno	AV. COSTANERA	391012.96	8248362.96	09/07/2025
M - 113	Puno/Puno/Puno	AV. COSTANERA / AV. EL PUERTO	391003.92	8248830.14	09/07/2025
M - 114	Puno/Puno/Puno	AV. COSTANERA/ AV. LOS INCAS	390952.89	8249120.16	09/07/2025
M - 115	Puno/Puno/Puno	AV. COSTANERA/ AV. FLORAL	390880.51	8249571.29	09/07/2025

MÉTODO DE ENSAYO

Nº	PARAMETRO	UNIDAD	MÉTODO
1	Temperatura	°C	SM - 2550 B método de laboratorio de campo
2	Potencial de hidrogeno	Unid. de pH	SM 4500 – H
3	Cloro residual	mg/L	Fotométrico



Jr. Deístua N° 522 Barrio 28 de Julio. Puno – San Román – Juliaca
www.laquameq.com – Cel. 920869679 - 979265920



LAQUAMEQ

LAQUAMEQ E.I.R.L. LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO AMBIENTAL

RESULTADOS

ZONA RESIDENCIAL							
Código	Temperatura °C	Cloro residual mg/L	pH	Código	Temperatura °C	Cloro residual mg/L	pH
M - 1	11.3	4.3	7.2	M - 30	15.3	2.4	7.6
M - 2	11.5	4.1	7.4	M - 31	12.1	4.5	7.5
M - 3	11.8	4.3	7.5	M - 32	12.5	4.1	7.6
M - 4	12.0	3.8	7.2	M - 33	12.9	3.7	7.3
M - 5	12.2	4.0	7.3	M - 34	13.3	3.6	7.2
M - 6	12.5	3.7	7.5	M - 35	13.7	3.3	7.5
M - 7	12.7	3.4	7.2	M - 36	14.2	3.2	7.7
M - 8	13.0	4.1	7.1	M - 37	14.5	2.6	8
M - 9	13.2	3.7	7.2	M - 38	15.1	1.2	8.2
M - 10	11.7	4.5	7.3	M - 39	15.4	0.6	8.4
M - 11	12.0	3.4	7.5	M - 40	15.6	0.3	8.7
M - 12	11.8	3.7	7.5	M - 41	11.6	4.6	7.9
M - 13	13.0	2.1	7.8	M - 42	11.9	4.4	7.5
M - 14	14.6	1.6	8.5	M - 43	12.3	4.1	7.2
M - 15	14.9	0.4	8.6	M - 44	12.7	3.9	7.4
M - 16	15.3	0.3	7.9	M - 45	12.9	3.7	7.3
M - 17	15.8	0.3	8.8	M - 46	13.2	3.3	7.1
M - 18	16.7	0.4	7.9	M - 47	13.5	3.1	7.2
M - 19	16.4	0.3	8.3	M - 48	13.7	3.4	7.8
M - 20	15.3	1.5	8.6	M - 49	14.1	2.8	7.7
M - 21	11.7	3.5	8.5	M - 50	14.3	2.5	7.9
M - 22	11.9	3.3	8.3	M - 51	12.3	3.5	7.7
M - 23	12.3	4.2	8	M - 52	12.5	3.7	7.8
M - 24	12.6	4.1	7.8	M - 53	12.9	3.5	7.6
M - 25	12.8	3.8	7.9	M - 54	13.2	2.6	8
M - 26	13.0	3.2	8.1	M - 55	13.6	2.4	7.8
M - 27	13.4	3.9	8.5	M - 56	13.9	1.7	8.1
M - 28	14.6	2.6	8.2	M - 57	14.2	1.4	8.3
M - 29	14.9	2.1	8	M - 58	14.5	1.2	8.5



Jr. Deístua N° 522 Barrio 28 de Julio. Puno – San Román – Juliaca
www.laquameq.com – Cel. 920869679 - 979265920



LAQUAMEQ E.I.R.L. LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO AMBIENTAL

ZONA COMERCIAL							
Código	Temperatura °C	Cloro residual mg/L	pH	Código	Temperatura °C	Cloro residual mg/L	pH
M - 59	12.5	4.4	7.4	M - 71	12.5	2.8	7.5
M - 60	12.6	4.2	7.7	M - 72	12.6	2.5	7.8
M - 61	12.7	4.3	7.2	M - 73	13.3	2.2	8.3
M - 62	12.7	3.5	7.4	M - 74	13.0	2.6	8
M - 63	12.9	3.8	7.5	M - 75	13.6	2.2	8.3
M - 64	13.2	3.5	7.8	M - 76	14.2	1.2	7.9
M - 65	13.0	3.7	7	M - 77	14.1	1.0	8
M - 66	13.3	2.8	7.3	M - 78	14.3	0.9	8.4
M - 67	13.2	3.0	7.6	M - 79	14.4	0.4	8.6
M - 68	13.5	2.6	7.3	M - 80	13.8	3.7	7.6
M - 69	12.0	3.7	7.3	M - 81	13.5	3.3	7.8
M - 70	12.2	3.5	7.4				

ZONA INDUSTRIAL				ZONA DE ALTO TRANSITO			
Código	Temperatura °C	Cloro residual mg/L	pH	Código	Temperatura °C	Cloro residual mg/L	pH
M - 82	13.3	3.8	7.8	M - 99	14.0	0.5	8.4
M - 83	12.9	3.6	7.6	M - 100	11.4	4.1	7.4
M - 84	13.5	3.5	7.6	M - 101	11.5	4.2	7.5
M - 85	12.8	3.7	7.8	M - 102	11.7	3.8	7.2
M - 86	13.0	3.9	7.7	M - 103	12.0	4.1	7.3
M - 87	13.2	3.8	7.5	M - 104	12.6	3.8	7.5
M - 88	13.6	4.1	7.4	M - 105	12.7	4.1	7.2
M - 89	13.5	3.9	7.5	M - 106	12.5	3.9	7.1
M - 90	13.8	3.7	7.8	M - 107	12.7	3.8	7.2
M - 91	13.9	3.9	7.7	M - 108	13.2	2.7	7.3
M - 92	14.1	3.3	8	M - 109	13.5	3.9	7.5
M - 93	13.3	3.4	7.7	M - 110	13.7	1.1	7.5
M - 94	13.6	2.4	7.5	M - 111	12.0	3.6	7.8
M - 95	13.8	2.2	8.2	M - 112	13.8	3.3	8.5
M - 96	14.3	1.9	8.3	M - 113	14.0	1.8	8.6
M - 97	14.7	0.2	8.6	M - 114	14.2	1.9	8.6
M - 98	14.2	0.4	8.6	M - 115	14.4	0.3	8.8

OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió

Fecha de emisión
26 - 08 - 2025

LAQUAMEQ E.I.R.L.
LABORATORIO Y EQUIPOS
Ing. Karen Kelly Quispe
CIP. 194084
GERENTE

Jr. Deístua N° 522 Barrio 28 de Julio. Puno - San Román - Juliaca
www.laquameq.com - Cel. 920869679 - 979265920

**LAQUAMEQ E.I.R.L.**
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO AMBIENTAL**INFORME DE RESULTADOS N°: LQ - 07225****DATOS DEL SERVICIO****SOLICITANTE** : MIGUEL ANGEL LIMA TURPO**PROYECTO** : NIVELES DE CLORO RESIDUAL Y POTENCIAL DE HIDROGENO EN
AGUA POTABLE EN LA ZONA CÉNTRICA DE LA CIUDAD DE PUNO
2025**DATOS DEL ENSAYO****Producto** : Agua natural - Superficial**Numero de muestras** : 11**Fecha de análisis** : 15/07/25**Muestreado por** : El cliente**Código, ubicación, fecha de muestreo:**

ZONA RESIDENCIAL					
Código	Dist. /Prov./ Depart.	Lugar	Ubicación		Fecha de muestreo
			Este	Norte	
M - 16	Puno/Puno/Puno	CNEL. BARRIGA/JR. UNION	389685.37	8248147.77	14/07/2025
M - 17	Puno/Puno/Puno	CNEL. BARRIGA	389699.42	8248133.27	14/07/2025
M - 18	Puno/Puno/Puno	JR. LIBERTAD	389224.72	8248423.58	14/07/2025
M - 19	Puno/Puno/Puno	JR. LIBERTAD	389256.5	8248440.41	14/07/2025

ZONA COMERCIAL					
Código	Dist. /Prov./ Depart.	Lugar	Ubicación		Fecha de muestreo
			Este	Norte	
M - 78	Puno/Puno/Puno	JR. LIMA	389964.1	8248427.7	14/07/2025
M - 79	Puno/Puno/Puno	JR. LIMA/ JR. PUNO	389973.17	8248407.93	14/07/2025

ZONA INDUSTRIAL					
Código	Dist. /Prov./ Depart.	Lugar	Ubicación		Fecha de muestreo
			Este	Norte	
M - 97	Puno/Puno/Puno	CALLE CHUCUITO	390351.56	8248008.32	14/07/2025
M - 98	Puno/Puno/Puno	CALLE CHUCUITO	390389.49	8248064.91	14/07/2025

ZONA DE ALTO TRANSITO					
Código	Dist. /Prov./ Depart.	Lugar	Ubicación		Fecha de muestreo
			Este	Norte	
M - 99	Puno/Puno/Puno	AV. SIMON BOLIVAR	390514.36	8249266.89	14/07/2025
M - 115	Puno/Puno/Puno	AV. COSTANERA/ AV. FLORAL	390880.51	8249571.29	14/07/2025

Jr. Deústua N° 522 Barrio 28 de Julio. Puno – San Román – Juliaca
www.laquameq.com – Cel. 920869679 - 979265920

**LAQUAMEQ E.I.R.L.**
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO AMBIENTAL**MÉTODO DE ENSAYO**

Nº	PARAMETRO	UNIDAD	MÉTODO
1	Temperatura	°C	SM - 2550 B método de laboratorio de campo
2	Turbidez	NTU	Método Nefelométrico
3	Sólidos totales en suspensión	mg/L	SM 2540 C Sólidos totales secados a 105°C
4	Conductividad eléctrica	µS/cm	SM 2510 B Método de laboratorio
5	Potencial de hidrógeno	Unid. de pH	SM 4500 – H
6	Cloro residual	mg/L	Fotométrico
7	Calcio	mg/L	SM 3500 Ca D Método titulométrico de EDTA
8	Dureza	mg/L	SM 2340C Método titulométrico de EDTA
9	Magnesio	mg/L	SM 3500 Mg E Método del Cálculo
10	Sulfatos	mg/L	SM 4500 – SO ₄
11	Hierro	mg/L	Fotométrico



Jr. Deústua N° 522 Barrio 28 de Julio. Puno – San Román – Juliaca
www.laquameq.com – Cel. 920869679 - 979265920



RESULTADOS

LAQUAMEQ E.I.R.L.
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO AMBIENTAL

ZONA RESIDENCIAL							
Nº	PARÁMETRO	UNIDAD	M – 16	M – 17	M – 18	M – 19	M – 40
1	Temperatura	°C	15.3	15.8	17.7	16.4	15.6
2	Turbidez	NTU	1.5	0.8	0.5	1.3	5.3
3	Sólidos totales en suspensión	mg/L	0.8	2.1	3.7	1.9	67.9
4	Conductividad eléctrica	µS/cm	1345	1558	1284	1150	1895
5	Potencial de hidrogeno	Unid. de pH	7.9	8.8	7.9	8.3	8.7
6	Cloro residual	mg/L	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3
7	Calcio	mg/L	17.9	28.4	18.3	20.7	26.4
8	Dureza	mg/L	54.0	42.0	36.0	98.0	112.0
9	Magnesio	mg/L	22.7	16.8	15.0	12.4	76.0
10	Sulfatos	mg/L	6.7	10.5	6.2	8.3	14.6
11	Hierro	mg/L	0	0	0	0.2	0.2

ZONA COMERCIAL				
Nº	PARAMETRO	UNIDAD	M – 78	M – 79
1	Temperatura	°C	14.3	14.4
2	Turbidez	NTU	1.6	3.9
3	Sólidos totales en suspensión	mg/L	0.3	1.2
4	Conductividad eléctrica	µS/cm	1485	1582
5	Potencial de hidrogeno	Unid. de pH	8.4	8.6
6	Cloro residual	mg/L	0.9	0.4
7	Calcio	mg/L	12.0	17.0
8	Dureza	mg/L	32.0	63.0
9	Magnesio	mg/L	14.9	35.9
10	Sulfatos	mg/L	5.1	3.9
11	Hierro	mg/L	0	0



Jr. Deústua N° 522 Barrio 28 de Julio. Puno – San Román – Juliaca
www.laquameq.com – Cel. 920869679 - 979265920

**LAQUAMEQ E.I.R.L.**
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO AMBIENTAL

ZONA INDUSTRIAL				
Nº	PARAMETRO	UNIDAD	M – 97	M – 98
1	Temperatura	°C	14.7	14.2
2	Turbidez	NTU	3.0	2.6
3	Sólidos totales en suspensión	mg/L	1.3	1.8
4	Conductividad eléctrica	µS/cm	1398	1498
5	Potencial de hidrogeno	Unid. de pH	8.6	8.6
6	Cloro residual	mg/L	0.2	0.4
7	Calcio	mg/L	35.5	16.8
8	Dureza	mg/L	54.0	28.0
9	Magnesio	mg/L	30.6	12.0
10	Sulfatos	mg/L	4.0	2.3
11	Hierro	mg/L	0	0
ZONA DE ALTO TRANSITO				
Nº	PARAMETRO	UNIDAD	M – 99	M – 115
1	Temperatura	°C	14.0	14.4
2	Turbidez	NTU	2.5	1.3
3	Sólidos totales en suspensión	mg/L	0.7	0.3
4	Conductividad eléctrica	µS/cm	1308	1470
5	Potencial de hidrogeno	Unid. de pH	8.4	8.8
6	Cloro residual	mg/L	0.5	0.3
7	Calcio	mg/L	30.8	22.1
8	Dureza	mg/L	40.0	35.0
9	Magnesio	mg/L	16.8	14.6
10	Sulfatos	mg/L	3.6	4.1
11	Hierro	mg/L	0.1	0.1

OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió

Fecha de emisión
27 – 07 – 2025

LAQUAMEQ E.I.R.L.
LABORATORIO Y EQUIPOS
Ing. Karlyn Kelly Quispe Quispe
CIP 194084
GERENTE

Jr. Deústua N° 522 Barrio 28 de Julio. Puno – San Román – Juliaca
www.laquameq.com – Cel. 920869679 - 979265920

Anexo 2: Panel fotográfico

Toma de muestras

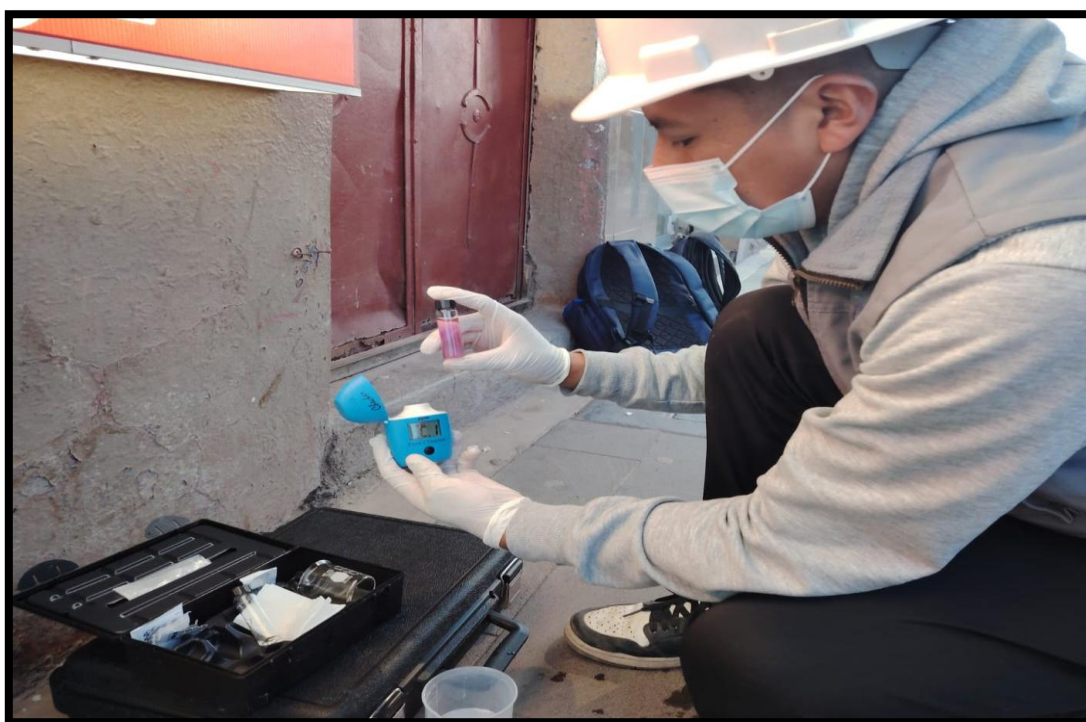




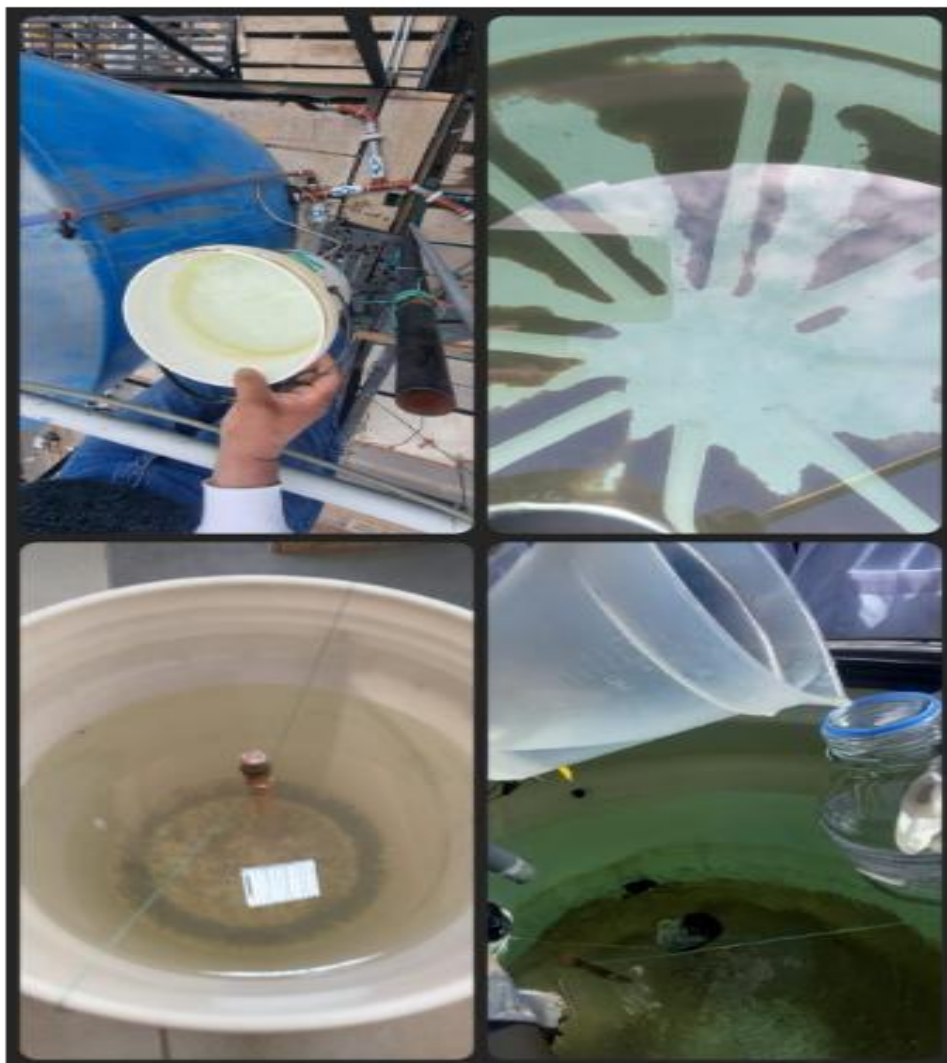
Análisis de muestras de agua







Muestras de agua





ANEXO 4. MATRIZ DE CONSISTENCIA

NIVELES DE CLORO LIBRE RESIDUAL Y POTENCIAL DE HIDROGENO EN AGUA POTABLE EN LA ZONA CÉNTRICA DE LA CIUDAD DE PUNO, 2025

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN
¿Cuáles son los niveles de cloro residual y el Potencial de hidrogeno del agua potable en la zona céntrica de la ciudad de Puno? PROBLEMAS ESPECÍFICOS 1) ¿Cuáles son los niveles actuales de cloro residual en las muestras de agua potable tomadas en la zona céntrica de Puno y cómo varían en diferentes puntos de la red de distribución? 2) ¿Cuál es el pH del agua potable en la zona céntrica de Puno y qué factores (como el origen del agua y su tratamiento) afectan su variabilidad? 3) ¿Qué factores físicos y químicos, influyen en la variación de los niveles de cloro residual y pH en el agua potable de la zona céntrica de Puno? 4) ¿Cuáles serán los niveles de cloro residual y el pH con los parámetros establecidos por las normas nacionales para el agua potable?	Evaluar los niveles de cloro residual y el potencial de hidrógeno en el agua potable suministrada a la zona céntrica de la ciudad de Puno. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 1) Determinar la concentración de cloro residual en muestras de agua potable tomadas en distintos puntos de la zona céntrica de Puno 2) Medir el pH del agua potable en la zona céntrica de Puno y analizar su variabilidad en función de factores como el origen y tratamiento del agua. 3) Identificar los factores físicos y químicos que influyen en la variación de los niveles de cloro residual y pH en el agua potable de la zona céntrica de Puno 4) Comparar los niveles de cloro residual y el pH con los parámetros establecidos por las normas nacionales para el agua potable.	Los niveles de cloro residual y el pH en el agua potable suministrada a la zona céntrica de la ciudad de Puno varían significativamente en función de factores físicos, químicos e infraestructurales, y no siempre cumplen con los parámetros establecidos por las normativas nacionales para el agua potable. HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1) La concentración de cloro residual en las muestras de agua potable tomadas en distintos puntos de la zona céntrica de Puno presenta variaciones significativas, que están influenciadas por el tratamiento de agua y la condición de la red de distribución. 2) El pH del agua potable en la zona céntrica de Puno varía en función de factores como el origen del agua y el tratamiento recibido, lo que contribuye a su fluctuación en distintas áreas de la ciudad. 3) Los factores físicos (como la temperatura y la presión del agua) y químicos (como la composición mineral) de la red de distribución, así como las características de la infraestructura (material de las tuberías), influyen de manera significativa en la variación de los niveles de cloro residual y pH en el agua potable de la zona céntrica de Puno. 4) Los niveles de cloro residual y el pH del agua potable en la zona céntrica de Puno no cumplen consistentemente con los parámetros establecidos por las normas nacionales para la calidad del agua potable, lo que puede representar un riesgo para la salud pública.	Variable de caracterización (Vc) Valores de cloro residual (Vc) Valores de pH Variable de interés (Vi) Potabilidad del agua	Tipo de investigación. La investigación que se llevará a cabo es de tipo descriptiva-correlacional. Enfoque de la investigación El nivel de investigación de este estudio es explicativo. Este tipo de investigación tiene como objetivo no solo describir las características del agua potable, sino también explicar las posibles causas y factores que influyen en la variación de los niveles de cloro residual y pH Diseño de la investigación El diseño de investigación para la presente tesis es no experimental.



VALIDACION DE INSTRUMENTO

NIVELES DE CLORO LIBRE RESIDUAL Y POTENCIAL DE HIDROGENO EN AGUA POTABLE EN LA ZONA

CÉNTRICA DE LA CIUDAD DE PUNO, 2025

OPINIÓN DE EXPERTO

I. DATOS DEL EXPERTO

NOMBRE DEL VALIDADOR:	MIGUELA. MORALES ARIZACA
ESPECIALIDAD DEL VALIDADOR:	ING. SANITARIO Y AMBIENTAL
AUTOR DEL INSTRUMENTO:	MIGUEL ANGEL LIMA TURPO

II. PUNTOS DE VALIDACION

DIMENSIONES	INDICADORES	DEFICIENTE	REGULAR	BUENA	MUY BUENA	EXCELENTE
		0 – 20%	21 – 40%	41 – 60%	61 – 80%	81–100%
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado					99%
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en base a la realidad local					99%
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia					98%
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					98%
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en calidad y calidad					98%
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para la mejora de las unidades de estudio					98%
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos - científicos					98%
8. COHERENCIA	Entre los índices indicadores y las dimensiones					98%
9. METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito del diagnostico					98%

III. OPINION DE APPLICABILIDAD:

- El instrumento cumple puntualmente con los requisitos para su aplicación..... ☒
- El instrumento no cumple puntual mente con los requisitos para su aplicación..... ☐

IV. PROMEDIO DE VALORACION:

98.22%



Miguel A. Morales Arizaca
ING. SANITARIO Y AMBIENTAL
CIP. 312564



VALIDACION DE INSTRUMENTO

NIVELES DE CLORO LIBRE RESIDUAL Y POTENCIAL DE HIDROGENO EN AGUA POTABLE EN LA ZONA

CÉNTRICA DE LA CIUDAD DE PUNO, 2025

OPINIÓN DE EXPERTO

I. DATOS DEL EXPERTO

NOMBRE DEL VALIDADOR:	SILVIA V. QUISPE LAURA
ESPECIALIDAD DEL VALIDADOR:	ING. SANITARIO Y AMBIENTAL
AUTOR DEL INSTRUMENTO:	MIGUEL ANGEL LIMA TURPO

II. PUNTOS DE VALIDACION

DIMENSIONES	INDICADORES	DEFICIENTE	REGULAR	BUENA	MUY BUENA	EXCELENTE
		0 – 20%	21 – 40%	41 – 60%	61 – 80%	81–100%
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado					99%
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en base a la realidad local					99%
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia					98%
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					98%
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en calidad y calidad					98%
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para la mejora de las unidades de estudio					98%
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos - científicos					98%
8. COHERENCIA	Entre los índices indicadores y las dimensiones					98%
9. METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito del diagnostico					98%

III. OPINION DE APLICATIBILIDAD:

- El instrumento cumple puntualmente con los requisitos para su aplicación..... ☒
- El instrumento no cumple puntual mente con los requisitos para su aplicación..... ☐

IV. PROMEDIO DE VALORACION:

95.82%

SILVIA V. QUISPE LAURA
 INGENIERO SANITARIO Y
 AMBIENTAL
 CIP: 369398



VALIDACION DE INSTRUMENTO

NIVELES DE CLORO LIBRE RESIDUAL Y POTENCIAL DE HIDROGENO EN AGUA POTABLE EN LA ZONA

CÉNTRICA DE LA CIUDAD DE PUNO, 2025

OPINIÓN DE EXPERTO

I. DATOS DEL EXPERTO

NOMBRE DEL VALIDADOR:	LUDVER EFRAIN QUILLE SALGUERO
ESPECIALIDAD DEL VALIDADOR:	ING. SANITARIO Y AMBIENTAL
AUTOR DEL INSTRUMENTO:	MIGUEL ANGEL LIMA TURPO

II. PUNTOS DE VALIDACION

DIMENSIONES	INDICADORES	DEFICIENTE	REGULAR	BUENA	MUY BUENA	EXCELENTE
		0 – 20%	21 – 40%	41 – 60%	61 – 80%	81–100%
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado					99%
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en base a la realidad local					99%
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia					98%
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					98%
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en calidad y calidad					98%
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para la mejora de las unidades de estudio					98%
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos - científicos					98%
8. COHERENCIA	Entre los índices indicadores y las dimensiones					98%
9. METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito del diagnostico					98%

III. OPINION DE APLICATIBILIDAD:

- El instrumento cumple puntualmente con los requisitos para su aplicación..... ☒
- El instrumento no cumple puntual mente con los requisitos para su aplicación..... ☐

IV. PROMEDIO DE VALORACION:

92.42%


LUDVER EFRAIN QUILLE SALGUERO
Ingeniero Sanitario y Ambiental
CIP N° 268708



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital ☒

Fecha de entrega: 19 - 11 - 2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: MIGUEL ANGEL LIMA TURPO
Dirección: AV. INAMBARI 516 BARRIO SANTA CRUZ
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 77506233
Teléfono: 949842568 email: m.lima1187@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____
Dirección: _____
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____
Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Escuela Profesional o Mención: ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL
Título o Grado Académico a optar: INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL
Asesor: Dr. BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación ☐ Tesis ☒ Trabajo de Suficiencia Profesional ☐ Trabajo Académico ☐

Título: NIVELES DE CLORO LIBRE RESIDUAL Y POTENCIAL HIDROGENO EN AGUA POTABLE EN LA ZONA CÉNTRICA DE LA CIUDAD DE PUNO, 2025

Palabras claves, (3 a 5 términos): AGUA POTABLE, CALIDAD DEL AGUA, CLORO RESIDUAL, NORMATIVA, PH

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1, 2}?

1

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.

² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

☐ Bachiller ☒ Título ☐ 2da Especialidad ☐ Maestría ☐ Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

- ☒ Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- ☐ Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
- ☐ No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

☐ Sí autorizo

☒ No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción "internacional" o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción "internacional" emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción "internacional" goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

☐ Internacional

☒ Nacional

Línea de investigación: CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL - P22

Firma de Autor



huella digital

19 - 11 - 2025

Fecha