

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**CONCENTRACIÓN DE COMPUESTOS CLORADOS EN LA RED DE
DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL DISTRITO DE PAUCARCOLLA -
2023**

PRESENTADA POR:

MARY ANYELA MAMANI ATAMARI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

PUNO – PERÚ

2024



Repositorio Institucional ALCIRA by Universidad Privada San Carlos is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



13.53%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 19 JAN 2024, 7:43 PM

Similarity report

Your text is highlighted according to the matched content in the results above.

● IDENTICAL
2.88%

● CHANGED TEXT
10.64%

Report #19385195

MARYANYELA MAMANI ATAMARI CONCENTRACIÓN DE COMPUESTOS CLORADOS EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL DISTRITO DE PAUCARCOLLA - 2023

RESUMEN El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo principal evaluar la concentración de compuestos clorados en la red de distribución de agua potable en el Distrito de Paucarcolla y compararla con los valores Límite Máximos Permisibles (LMP) DS.N°031-2010-SA. La metodología utilizada fue de enfoque cuantitativo, de tipo básico, de investigación transversal y no experimental. La población de estudio está conformada por las redes de distribución de agua potable que tiene como sistema de cloración por goteo en el distrito de Paucarcolla - 2023. La cantidad de muestras fue de 72 muestreos por dos meses. Para la recolección de estas muestras se empleó la técnica de observación y, como instrumentos de recolección de datos son el comparador de cloro residual (cloro total), medidor de disco de cloro residual (cloro residual libre) y la ficha de recolección de datos cuantitativos. Posterior a la recolección de muestras en domicilio, primero se limpia el interior de la llave dejándolo libre de óxidos, ya que pueden alterar los resultados de la prueba, se desinfecta la llave por dentro y por fuera con algodón o hisopos empapados en alcohol de 96° y se deja correr el agua de uno a tres minutos antes de tomar la muestra. (Según artículo 19 del Reglamento sobre calidad de agua para consumo humano, aprobado por Decreto

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERÍAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL
TESIS
CONCENTRACIÓN DE COMPUESTOS CLORADOS EN LA RED DE
DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL DISTRITO DE PAUCARCOLLA -
2023
PRESENTADA POR:
MARY ANYELA MAMANI ATAMARI
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AMBIENTAL

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

:



Mg. KATIA ELIZABETH ANDRADE LINAREZ

PRIMER MIEMBRO

::



M.Sc. MARLENE CUSI MONTESINOS

SEGUNDO MIEMBRO

:



Mg. JULIO WILFREDO CANO OJEDA

ASESOR DE TESIS

:



Mg. ELVIRA ANANI DURAND GOYZUETA

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub Área: Ingeniería Ambiental

Línea de Investigación: Ciencias Ambientales

Puno, 30 de enero del 2024

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada a Dios, ya que gracias a él he logrado concluir mi carrera.

Lo dedico a mi querido hijo Joseph Leonel Garcia Mamani quien a sido mi mayor motivación y poder llegar a ser un ejemplo para el y a mi querido esposo por apoyo incondicional, a mi abuela aunque no esté físicamente conmigo, desde el cielo siempre me cuida, me guía para que todo salga bien en vida cotidiana y mi vida profesional.

Gracias por confiar en mí.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios quien siempre me ha guiado y acompañado en cada uno de mis objetivos dándome fortaleza para seguir adelante.

En primer lugar, a mi familia por su comprensión y apoyo incondicional gracias por nunca dejarme sola.

Quisiera agradecer a la Universidad Privada San Carlos ,a la Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, quienes contribuyeron a mi formación profesional a lo largo de los años y a los docentes que compartieron conmigo sus conocimientos y experiencias.

Y a mi asesora de tesis Mg.Elvira Anani Durand Goyzueta, por la confianza que depositó en mí, sus indicaciones y orientaciones indispensables en el desarrollo de este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTOS	2
ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
INDICE DE ANEXOS	9
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
INTRODUCCIÓN	12

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.1.1. Problema general	18
1.1.2. Problemas específicos	18
1.2. ANTECEDENTES	18
1.2.1. Internacionales	18
1.2.2. Nacional	19
1.2.3. Local	23
1.3. OBJETIVOS.	23
1.3.1. Objetivo general	23
1.3.2. Objetivos específicos	23

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	24
2.1.1. Agua potable	24
2.1.2. Calidad del agua	24

2.1.3. La desinfección mediante cloración del agua	26
2.1.4. Cloro Residual en Redes de Distribución	26
2.1.5. Tipos de procesos de potabilización.	27
2.1.6. Cloración	27
2.1.7. Metodología Analítica del Cloro:	28
2.1.8. Cómo actúa el cloro	29
2.1.9. Cloro residual	29
2.1.10. Cloro residual combinado	29
2.1.11. Síntomas de enfermedad transportada por el agua	30
2.1.12. Sistemas de abastecimiento de Agua:	31
2.1.13. Captación	32
2.1.14. Almacenamiento y potabilización / desinfección:	32
2.1.15. Redes Malladas	32
2.1.16. Redes Ramificadas	33
2.1.17. Redes mixtas	34
2.2. MARCO CONCEPTUAL	35
2.3. MARCO LEGAL	37
2.4. HIPÓTESIS	38
2.4.1. Hipótesis general	38
2.4.2. Hipótesis específicas	38
CAPÍTULO III	
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	
3.1. ZONA DE ESTUDIO.	39
3.2. TAMAÑO DE MUESTRA.	41
3.2.1. Población	41
3.2.2. Muestra	41
3.3. MÉTODO Y TÉCNICAS	41
3.3.1. Tipo de Investigación	42
3.3.2. Diseño de investigación	42

3.3.3 Método	42
3.3.4. Técnica de recopilación de datos	42
3.3.5. Instrumento de recolección de datos	43
3.3.6. Obtención de datos de campo	43
3.3.7. Protocolo de toma de muestras.	44
3.3.8. Verificación del monitoreo.	44
3.3.9. Análisis de muestras	45
3.4. Métodos de análisis y procesamiento de datos.	45
3.4.1. Descripción de la prueba de hipótesis.	45
3.5. Identificación de variables	45
3.5.1. Operacionalización de las variables.	45
3.6. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO.	46
3.6.1. Procedimiento de recolección y análisis de datos.	46
3.6.2. Estrategia por cada objetivo específico.	46
CAPÍTULO IV	
EXPOSICION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS	
4.1. RESULTADOS DE LA CONCENTRACIÓN DE CLORO TOTAL	48
4.2. RESULTADOS DE LA CONCENTRACIÓN DEL CLORO RESIDUAL LIBRE.	56
4.3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	64
4.4. PRUEBA DE HIPÓTESIS	66
4.4.1. HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1.	66
4.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2.	66
CONCLUSIONES	67
RECOMENDACIONES	68
BIBLIOGRAFÍA	69
ANEXOS	74

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 01: Plan de muestreo para el monitoreo de cloro.	44
Tabla 02: Operacionalización de las variables.	46
Tabla 03: Estrategias por cada objetivo específico.	48
Tabla 04: Resultados obtenidos de cloro total en mg/L del mes de Julio, Agosto y Septiembre de 2023.	50
Tabla 05: Partes por millón de cloro total del PM1.	51
Tabla 06: Partes por millón de cloro total del PM2.	53
Tabla 07: Partes por millón de cloro total del PM3.	55
Tabla 08: Resultados estadísticos.	56
Tabla 09: Resultados de cloro residual libre.	57
Tabla 10: Partes por millón de cloro residual libre de PM1.	59
Tabla 11: Partes por millón de cloro residual libre de PM2.	61
Tabla 12: Partes por millón de cloro residual libre de PM3.	63
Tabla 13: Resultados estadísticos descriptiva.	65

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 01: Guía de Control de Calidad de Agua Potable	25
Figura 02: Dosis de cloro	28
Figura 03: Enfermedades a causa de una mala desinfección del agua.	31
Figura 04: Diagrama general del sistema de suministro de agua doméstico.	31
Figura 05: Redes malladas.	33
Figura 06: Redes ramificadas.	34
Figura 07: Redes mixtas.	34
Figura 08: Reservorio de agua potable para la localidad de Paucarcolla y los tres puntos de muestreo.	40
Figura 09: Mapa de ubicación del distrito de Paucarcolla	40
Figura 10: Métodos más conocidos para la determinación de cloro residual.	41
Figura 11: Partes por millón de cloro total en el PM1.	52
Figura 12: Partes por millón de cloro total en el PM2.	54
Figura 13: Partes por millón de cloro total en el PM3.	56
Figura 14: Partes por millón de cloro residual en el PM1.	60
Figura 15: Partes por millón de cloro residual en el PM2.	62
Figura 16: Partes por millón de cloro residual en el PM3.	64
Figura 17: Visita al área técnica municipal del distrito de Paucarcolla para más información.	83
Figura 18: Visita al área técnica municipal del distrito de Paucarcolla para más información.	83
Figura 19: Realizando visita a la primera vivienda del sector seleccionado del distrito de Paucarcolla.	84
Figura 20: Realizando muestra de agua de la primera vivienda en el distrito de Paucarcolla.	84
Figura 21: Realizando muestra de cloro residual de la vivienda intermedia en el distrito de Paucarcolla.	85

Figura 22: Realizando muestra de cloro total de la vivienda intermedia en el distrito de Paucarcolla.

85

INDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 01: Matriz de consistencia	76
Anexo 02: Instrumentos para recolectar datos.	78
Anexo 03: Gestiones de mejora de la calidad de agua potable.	82

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo principal evaluar la concentración de compuestos clorados en la red de distribución de agua potable en el Distrito de Paucarcolla y compararla con los valores Límite Máximos Permisibles (LMP) DS.N°031-2010-SA. La metodología utilizada fue de enfoque cuantitativo, de tipo básico, de investigación transversal y no experimental. La población de estudio está conformada por las redes de distribución de agua potable que tiene como sistema de cloración por goteo en el distrito de Paucarcolla - 2023. La cantidad de muestras fue de 72 muestreos por dos meses. Para la recolección de estas muestras se empleó la técnica de observación y, como instrumentos de recolección de datos son el comparador de cloro residual (cloro total), medidor de disco de cloro residual (cloro residual libre) y la ficha de recolección de datos cuantitativos. Posterior a la recolección de muestras en domicilio, primero se limpia el interior de la llave dejándolo libre de óxidos, ya que pueden alterar los resultados de la prueba, se desinfecta la llave por dentro y por fuera con algodón o hisopos empapados en alcohol de 96° y se deja correr el agua de uno a tres minutos antes de tomar la muestra. (Según artículo 19 del Reglamento sobre calidad de agua para consumo humano, aprobado por Decreto N° 031-2010 del Ministerio de Salud). Los resultados obtenidos en la concentración de compuestos clorados muestran que en el cloro total está dentro de los $\leq 0,5$ mg/L en los tres puntos de medición y el cloro libre residual en los PM2 y PM3 no se encuentran dentro de los $\geq 0,5$ mg/L. Se concluye que en la red de distribución de agua potable del Distrito de Paucarcolla presenta bajos niveles de compuestos clorados, los cuales se encuentran por debajo de los niveles máximos aceptables; por lo tanto, el proceso de cloración en la red de distribución de agua potable es deficiente, por lo cual no garantizan la calidad del agua potable para el bienestar de la población beneficiaria.

Palabras claves : Agua potable, Compuestos clorados, Cloro residual libre, Cloro total.

ABSTRACT

The main objective of this research work was to evaluate the concentration of chlorinated compounds in the drinking water distribution network in the District of Paucarcolla and compare it with the Maximum Permissible Limit (LMP) values DS.N°031-2010-SA. The methodology used was a quantitative approach, basic, cross-sectional and non-experimental research. The study population is made up of the drinking water distribution networks that have a drip chlorination system in the district of Paucarcolla - 2023. The number of samples was 72 samples for two months. To collect these samples, the observation technique was used and, as data collection instruments, the residual chlorine comparator (total chlorine), residual chlorine disk meter (free residual chlorine) and the quantitative data collection sheet were used. After collecting samples at home, the inside of the faucet is first cleaned, leaving it free of rust, as this can alter the test results. The faucet is disinfected inside and out with cotton or swabs soaked in 96% alcohol. and let the water run for one to three minutes before taking the sample. (According to article 19 of the Regulation on the quality of water for human consumption, approved by Decree No. 031-2010 of the Ministry of Health). The results obtained in the concentration of chlorinated compounds show that the total chlorine is within ≤ 0.5 mg/L at the three measurement points and the residual free chlorine in PM2 and PM3 is not within ≥ 0.5 mg/L. It is concluded that the drinking water distribution network of the Paucarcolla District has low levels of chlorinated compounds, which are below the maximum acceptable levels; Therefore, the chlorination process in the drinking water distribution network is deficient, which is why they do not guarantee the quality of drinking water for the well-being of the beneficiary population.

Key words: Drinking water, Chlorinated compounds, Free residual chlorine, Total chlorine.

INTRODUCCIÓN

El cloro es uno de esos gases altamente reactivos. Este componente se produce naturalmente. El cloro se utiliza en las plantas de tratamiento de agua y aguas residuales para reducir los microorganismos que pueden transmitir enfermedades a las personas.

La duración y la frecuencia de exposición al cloro determinan sus efectos negativos en la salud. La salud de las personas y las condiciones ambientales durante la exposición tienen un impacto. Hay dos fuentes de agua que tienen características muy distintas: Primero, de aguas superficiales como lagos, ríos, embalses y así sucesivamente, que están expuestas al medio ambiente y pueden contaminarse. Por lo tanto, debe procesarse cuidadosamente antes de que sea apto para el consumo humano. Esto generalmente lo hace la agencia responsable del desarrollo de los recursos hídricos. También hay agua subterránea de pozos, manantiales, etc., que es más difícil de obtener porque no está tan disponible como el agua superficial. Además, los depósitos de agua subterránea pueden contaminarse a largo plazo y requerir tratamientos frecuentes.

El agua se considera un recurso esencial para el sostenimiento de la vida humana; por lo tanto, el derecho humano al agua es esencial para que la vida humana tenga un nivel de vida digna. Por ello, existen diferentes métodos de tratamiento para potabilizar el agua en función de su calidad.

Según la Organización Mundial de la Salud, antes de distribuir agua para consumo humano, los proveedores deben desinfectar, reducir o eliminar todos los microorganismos y dejar cloro residual para proteger el agua de una posible contaminación microbiana. El cloro es uno de los desinfectantes adecuados para este fin. (Dirección General de Salud Ambiental, 2011).

Existen referencias, Cárdenas & Patiño (2010), muestra el cambio en la calidad del agua en el sistema de distribución desde la fuente de suministro hasta el consumo doméstico. El cloro, utilizado como desinfectante, se pudre al ingresar a la red de tuberías, esta situación puede ser ocasionada por diversos factores, ya sea una fuga o baja o alta presión, generando los correspondientes riesgos para la salud humana Vega (2019).

Cuando se utilice cloro o soluciones cloradas como desinfectantes, las muestras tomadas en cualquier punto de la red de distribución deben contener cloro libre residual de 0,5 mg/L o más en el 90% de la muestra total. Se recogieron muestras durante un mes. Del diez por ciento (10%) restante, ninguno debe contener menos de 0,3 mg/L y la turbidez debe ser inferior a 5 de la Unidad de Turbidez Nefelométrica del Ministerio de Salud (2011).

Además la Organización Mundial de la Salud (2018), Teniendo en cuenta el riesgo de que patógenos ingresen a los sistemas de suministro, los almacenes utilizados sin protección adecuada y redes de distribución, que por su construcción y operación, en la mayoría de los casos, pueden crear una presión negativa en las tuberías cuando se interrumpe el suministro, provocando enfermedades, provocar la entrada de microorganismos al agua del sistema de suministro a través de grietas en las tuberías. Si las tuberías entran en contacto con suelo húmedo, la situación empeorará y la entrada de contaminantes será más grave. De este modo, el cloro residual en las tuberías de distribución disminuye demasiado como indicador de contaminación, en ocasiones debido a estas condiciones no es posible abastecer a los hogares de agua con una dosis mínima de cloro residual para garantizar su seguridad.

Considerando que, según la legislación peruana, informa la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA, 2011), las empresas proveedoras son responsables de autocontrolarse y Tomar medidas adecuadas para garantizar la calidad, incluida la garantía de que los sitios de suministro locales tengan una calidad microbiana aceptable y cloro residual en el suministro para garantizar la calidad. En este sentido, considerando que el agua potable es el primer y fundamental recurso de los derechos humanos y el recurso primario para la protección de la salud humana, se realizaron estudios de control químico para analizar el agua potable mediante la medición del cloro residual. Para evaluar la cantidad de cloro residual se utilizan los valores estándar de la OMS y los valores marcados por D.S. Se tienen en cuenta los parámetros especificados en LMP. No.031-2010-SA. Por lo que se propuso realizar la evaluación del contenido de cloro residual en el agua potable del distrito de Paucarcolla en el año 2022.

El objetivo principal del estudio fue evaluar las concentraciones de compuestos clorados en la red de distribución de agua potable del distrito de Paucarcolla y compararlas con los límites máximos permitidos del DS. No.031-2010-SA. Los siguientes capítulos se presentan en este trabajo.

Capítulo I. Se describe detalladamente la identificación de un problema relacionado con cloro total y cloro libre residual en la red de agua del distrito de Paucarcolla y se compara con los límites máximos permisibles del DS N° 031-2010-SA con el fin de justificar el mayor impacto económico, social y normativa ambiental, se centra la atención en el tema del agua para consumo humano en el distrito de Paucarcolla.

Capítulo II. El marco teórico está ilustrado por fuentes autorizadas a nivel internacional, nacional y local, respetando la estructura del formato APA y citando convenientemente a los autores. De igual forma, se establecen las condiciones del marco conceptual y se establece el marco legal dentro del cual se implementa. Se formularon hipótesis generales y específicas que sustentan el presente estudio.

Capítulo III. Se especifica la zona de estudio y métodos de investigación detallados, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos. Asimismo, se construye la operación de las variables de estudio y por otro lado se especifican los procedimientos, estrategias y materiales que se requieren para la investigación.

Capítulo IV. Los resultados muestran que esta es la parte más importante e interesante del trabajo, estos se presentan en tablas y figuras; los resultados obtenidos se analizan individualmente. Las conclusiones del trabajo se basan en los objetivos planteados y con el presente estudio se hacen algunas recomendaciones.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La calidad del agua potable es sumamente importante para la salud, es por ello que la mayoría de los países cuentan con leyes internas respecto al agua destinada al consumo humano. Estos estándares se utilizan para definir las responsabilidades de varias industrias involucradas en la producción y distribución de agua potable, y el monitoreo y control del agua potable.

El cloro es el elemento más utilizado a nivel mundial para reducir los microorganismos porque es más fácil de usar, más económico, no tiene efectos residuales debido a su naturaleza halógena y no permanece en el suelo por largos periodos de tiempo. Pedro (2020).

En América Latina el cloro se utiliza como desinfectante del agua potable en sistemas sanitarios, por ser el elemento químico más utilizado para reducir los microorganismos patógenos. Pedro (2020).

En el Perú, el acceso al agua potable y al saneamiento es fundamental para mantener una salud óptima de la población y por ello está reconocido como un derecho humano por las Naciones Unidas. El acceso limitado y la mala calidad de la prestación de servicios plantean riesgos importantes para la salud humana, especialmente para los niños, los ancianos y las personas con salud comprometida. El agua se recoge a través de aguas subterráneas y superficiales. Ambos sistemas requieren que el agua esté clorada para consumo humano.

Según la Agenda 2030 del ODS 6, el Perú es uno de los ocho países más ricos del mundo. Pero también es uno de los lugares más vulnerables a la escasez de agua para 2030. Una paradoja ocurre con el agua en Loreto. Si bien la región con el río más largo del mundo atravesando su territorio es el río Amazonas, también tiene el porcentaje más bajo de personas que acceden a este recurso en el país: 48,2%, menos de la mitad de la población. Coincidentemente, lo mismo sucedió con Perú: Según Global Water Partnership, el país ocupa el octavo lugar entre los países con mayores reservas de agua, pero también uno de los países con mayor probabilidad de sufrir una grave escasez de agua dulce en 2030. (Agenda 2030 ODT ODS 6 ONU Perú por los ODS PODS, 2023).

Según el funcionario del Programa de Sostenibilidad Ambiental de las Naciones Unidas (PNUD), Jorge Álvarez, el primer gran déficit creado por esta situación es el financiamiento de la infraestructura, que es inadecuado y está subfinanciado. Y el segundo es concientizar a la población sobre el consumo de agua.

Aproximadamente 2.000 millones de personas en todo el mundo carecen de acceso a agua potable gestionada de forma segura, 3.600 millones carecen de servicios sanitarios seguros y 2.300 millones carecen de instalaciones básicas para lavarse las manos. Los factores de riesgo incluyen las fuentes de suministro, el crecimiento de la población, su uso intensivo, el aumento de la variabilidad de las precipitaciones y la contaminación a la que están expuestos. Determinan la pobreza, el desarrollo económico y sostenible y tienen un impacto mucho mayor en los pobres y los más vulnerables. La globalización ha exacerbado la situación, dando lugar a estos problemas a nivel local, nacional, regional, transnacional y global (Banco Mundial, 2021).

El suministro de agua potable, el saneamiento y las mejores prácticas tienen muchos beneficios en la prevención de enfermedades infecciosas que matan a millones de personas cada año. Esto sucedió recientemente debido a la pandemia de COVID-19. Destacó la importancia de contar con suministros, instalaciones y sistemas de

saneamiento seguros, frecuentes y regulares para prevenir y proteger la salud de la población (Banco Mundial, 2021).

Los aspectos microbiológicos del agua potable plantean el mayor riesgo para la salud pública y pueden estar contaminados por múltiples fuentes, incluidas heces humanas y animales, lo que provoca brotes de enfermedades debido a lugares de tratamiento y distribución inadecuados. y presión negativa); para protegerlos de la contaminación es necesario protegerlos en origen, elegir los procesos de tratamiento, gestionar el tratamiento con prontitud y realizar una gestión de riesgos en el sistema de distribución (OMS, 2018).

Según el Reglamento Peruano de Calidad del Agua para Consumo Humano (2010) emitido por el Ministerio de Salud del Perú, los recursos de agua potable no deben contener bacterias, virus e insectos como E. coli. Los quistes y las bacterias heterótrofas deben tener menos de 500 UFC/ml a 35°C. Para mejorar la calidad microbiológica del agua es necesario asegurar un contenido de cloro residual de al menos 0,5 mg/L en toda la red de distribución de agua.

La contaminación del agua potable es a menudo un grave problema de salud pública, y el agua contaminada es una de las principales causas de muerte y enfermedades diarreicas, especialmente entre los jóvenes y las poblaciones vulnerables. Por esta razón, existe la necesidad de intervenir en el tratamiento de desinfectantes como el cloro en el agua para mejorar la calidad de los recursos hídricos. (Ephrem, Sirak, Helmut, Bezatu, 2020).

En tal sentido, la población de Paucarcolla no cuenta con personal capacitado para el monitoreo de cloro de la planta principal, es por ello que la población manifiesta molestias al momento de consumir esta agua potable. Debido a que el agua potable es el recurso más necesario, base de los derechos humanos e importante para proteger la salud de la población, se realizan estudios de control químico midiendo el cloro residual y cloro total para confirmar la potabilidad del agua consumida en tres puntos en el del distrito de Paucarcolla.

1.1.1. Problema general

¿Cuál es la concentración de los compuestos clorados en la red de distribución de agua potable del distrito de Paucarcolla en el año 2023?

1.1.2. Problemas específicos

¿Cuál es la concentración de cloro total en la red de distribución de agua potable del distrito de Paucarcolla - 2023?

¿Cuál es la concentración de cloro residual libre en la red de distribución de agua potable del distrito de Paucarcolla y compararla con el límite máximo permisible del DS N° 031-2010-SA.?

1.2. ANTECEDENTES

1.2.1. Internacionales

El estudio de Benítez (2021) tiene como objetivo introducir un sistema de cloración automática en el municipio de “San Ramón de la Chirintosa” en la Autoridad Regional de Manejo del Agua Potable Oriental Muraro-Joseguango-Bajo-Araquez; se utilizan métodos para controlar la cantidad de químicos. Los cálculos basados en el número de usuarios finales determinan que es necesaria una bomba peristáltica para inyectar al tanque principal. Se tomó como muestra a 1016 habitantes de la Comunidad de San Ramón de la Chilintosa. Los resultados en los análisis realizados estuvieron dentro del valor admitido es decir un pH promedio de 7,35 y cloro residual de 0,9 mg/l, valores que están dentro de la norma ecuatoriana CO 10.7-602, y la bomba peristáltica fue calibrada con éxito y ayuda para mejorar el sistema de cloración.

La investigación de Panta (2021), tiene como objetivo evaluar la calidad del agua potable en tres zonas de muestreo. La metodología aplicada fue el análisis analítico (pH, temperatura, conductividad eléctrica, cloro libre residual, nitritos, nitratos, turbidez y coliformes totales). Se tomaron 12 muestras que fueron comparadas con las normas ambientales (Acuerdo ministerial 097A, 2015; INEN NTE 1108;2021 y OMS; 2018), de los habitantes de la Urbanización Beata Mercedes Molina. Los resultados muestran que los valores registrados en los tanques y villas no cumplen con la normativa, al igual que los coliformes totales ya que OMS para dicho parámetro establece un rango de 0 UFC/100ml

y no se cumple con el valor en ninguna de las tres zonas muestreadas. El estudio concluyó que el cloro libre residual en los tanques elevados está fuera de los rangos óptimos de la normativa INEN NTE 1108; 2022, y los coliformes totales excedieron en las tres zonas de estudio los rangos establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

La investigación de Ordóñez & Quiroz (2021), tiene como objetivo medir la concentración del cloro libre residual usando técnicas electroquímicas, reemplazando reactivos químicos por técnicas electroquímicas. Se creó una base de datos utilizando un sensor SENSORES ORP, el cual se vinculó a variables de pH y temperatura como garantía para medir la cantidad de cloro libre en el agua. El resultado es una representación gráfica de las medidas de tensión obtenidas, las cuales son no lineales en cuanto a precisión calculada por repetibilidad y están dentro de los criterios de aceptación ya que el coeficiente de variación no supera un valor del 1,5%. Por lo tanto, este sistema está destinado a medir con precisión el cloro libre residual. Este estudio concluye que la medición de la concentración de cloro libre residual, que es uno de los parámetros clave prescritos por las normas de calidad del agua, se puede realizar con métodos electroquímicos, especialmente utilizando sensores de ORP. Existe una relación proporcional directa entre las tensiones presentes en la solución. Sin embargo, las mediciones están relacionadas con factores como el pH y la temperatura, que son dos determinantes del voltaje.

1.2.2. Nacional

El estudio de Huamani (2019), tiene como objetivo determinar el impacto de la calidad del agua potable en la salud de los pobladores de Chopccapampa - Paucara - Huancavelica, 2018. Empleando el método no experimental tipo descriptivo, se tomó como muestra a 165 historias clínicas de los habitantes del Centro Poblado de Chopccapampa y empleando encuestas. La investigación determinó que más del 70% de las personas están de acuerdo en que la calidad del agua afecta su calidad de vida. La conclusión es que la calidad del agua afecta la salud de los habitantes de la ciudad de Chopccapampa.

Núñez (2019) El estudio tuvo como objetivo evaluar los niveles de compuestos clorados en el sistema de distribución de agua potable del segundo embalse de la planta El Milagro en Cajamarca, donde se realizó DS en diciembre de 2018. N° 031-2010-SA y OMS. Mediante métodos cuantitativos se tomaron un total de 60 muestras de agua de grifos de la zona metropolitana de la ciudad de Cajamarca, las cuales fueron (03) muestras diarias (6 am, 12 m y 6 pm) para cada región (región 01, sector 02, sector 03 y sector 04) durante 5 días de diciembre 2018, en la ciudad de Cajamarca. Agua potable de la red de distribución del reservorio N° 2 de la Planta el Milagro de Cajamarca, Perú y se desarrolló un cuestionario. La investigación encontró que aunque los compuestos de cloro estaban dentro de los límites máximos permitidos, sus cantidades eran mínimas, lo que hacía que el agua no fuera apta para el consumo humano.

La investigación de Escalante (2020), tiene como finalidad determinar la cantidad de Cloro residual en la red de distribución de agua potable de los anexos del distrito de Matucana- octubre 2020, por medio del método aplicado, se tomaron 20 muestras de la red de agua de los distritos de Huaripache, Los olivos, Cacachaqui, Moyoc y Huariquiña de los Habitantes de los distritos de Matucana, y se desarrolló un ficha de recolección. El estudio concluyó que la concentración de cloro residual no superó los límites permisibles en la red de distribución de agua potable del anexo del distrito de Matucana, octubre de 2020.

El estudio de Antezana (2020), tuvo como objetivo evaluar la concentración de compuestos clorados en la red de distribución de agua potable de la ciudad de Acobamba, mediante un método no experimental de corte transversal, se obtuvieron 60 muestras de 10 ml de agua potable de los grifos de la zona urbana.la ciudad de Acobamba en marzo de 2020. En la Planta de Tratamiento de Agua Potable y a la captación existente de la ciudad de Acobamba, se desarrolló un cuestionario. El estudio llega a la conclusión y demuestra que aunque la cantidad total de compuestos de cloro en el sistema de distribución de agua potable de Acobamba sea el nivel presente se encuentra dentro de los límites permitidos, la cantidad es muy baja y adecuada para ser consumida por las personas, sin embargo, no asegura que el agua potable tenga una alta

calidad. Mientras tanto, en la ciudad de Acobamba, debido a una cloración insuficiente, la cantidad de cloro residual libre no alcanza el límite máximo permisible, lo que hace que el agua no sea apta para el consumo humano.

La investigación de Apumayta & Paitan (2021), su objetivo es modelar y simular la concentración de cloro residual mediante el software Watercad en la red de distribución de EMAPA – Huancavelica. Se empleó el método de investigación aplicada, de nivel descriptivo, con un diseño no experimental y se aplicó el muestreo no probabilístico. Los principales resultados obtenidos son: 0.33 mg/L de cloro residual en el nodo J-13 hasta 1.21 mg/L en el nodo J-14 a una velocidad máxima de 0.66 m/s, con una presión mínima de 10 m H₂O y máxima de 40 m H₂O, el modelamiento obtuvo alrededor de 21 puntos críticos. Se llegó a la conclusión que el modelamiento y simulación del cloro residual tuvo un valor positivo ya que se evidencio las presiones, velocidades y el cloro residual en la red de distribución dentro de los parámetros establecidos por la normativa, por ello generará mejoras en la precisión del cloro residual.

Estudios de Cabellos y Cubus (2021), tiene como finalidad evaluar la concentración de cloro libre y total en las redes de distribución de agua potable de las plantas de tratamiento de aguas residuales y compararlas con los valores mínimos y máximos permisibles del DS N° 031-2010 - SA. Empleando el método enfoque cuantitativo, de alcance descriptivo con diseño no experimental, longitudinal de panel, se tomó a 48 muestras de las cuales se midió 5 mL de agua potable en cada una las plantas de Tratamiento de Agua Potable Santa Apolonia y el Milagro, y se les aplicó una encuesta. La investigación determinó que las concentraciones medias de cloro libre en las redes de distribución de las dos plantas potabilizadoras se encontraban dentro de límites aceptables, promediando 0,66 mg/L y 0,53 mg/L, respectivamente, pero en algún punto de muestreo los valores menos de 0,5 mg/l. También se encontró que las concentraciones medias de cloro total en las redes de distribución de las dos plantas potabilizadoras promediaron 0,75 mg/L y 0,59 mg/L respectivamente. Lo cual nos indica que están dentro del rango permitido por la normativa vigente.

El estudio de Barrientos & Huacan (2021), tuvo como objetivo determinar si el hipoclorito de calcio promueve la presencia de cloro residual en la vivienda a diferentes distancias, Poblado de Calacoa, Moquegua. Empleando el método aplicativo, el estudio es cualitativo y su diseño es pre experimental. Se tomó como muestra a 9 viviendas del poblado de Calacoa (Moquegua) y se les aplicó unos formatos de registro de monitoreo. Los resultados del análisis de las muestras indican que parámetros como potencial de hidrógeno, conductividad, sólidos disueltos totales y turbidez se encuentran dentro de los límites establecidos de conformidad con el Reglamento Supremo N° 031-2010 - Salud "Reglamento de la calidad del agua para consumo humano", se muestra. - Compatibilidad del cloro detectado a dosis inferiores a las establecidas durante el muestreo inicial (0,5 mg/L a 5 mg/L). Esto significa que las correcciones realizadas durante la preparación de la solución corrigieron esta medición y la establecieron dentro del rango de referencia. El estudio concluyó que la segunda dosis de 16,8 kg era la más adecuada para desinfectar el depósito, ya que a esta dosis el cloro libre residual en la tubería estaba entre 0,79 mg/L y 1,66 mg/L. A diferencia de la otra dosis anterior de 14,4 kg, esta no provocará que el cloro residual libre en la tubería caiga por debajo del rango especificado de 0,30 mg/L a 0,40 mg/L.

Huaman (2022), en su investigación tiene como objetivo realizar la evaluación del contenido de cloro residual en el agua potable en dos sectores del distrito de Paramonga en el año 2021. Se utilizó un método de investigación de diseño descriptivo, transversal, no experimental y se llevó a cabo en diciembre de 2021 en 12 viviendas de dos sectores: Prolongación Los Ficus y Asentamientos Humanos Los Sauces, utilizando Google Maps y se utilizó una computadora portátil para localizar la residencia. Las mediciones se realizaron utilizando un colorímetro. Portátil multiparamétrico. Los resultados arrojaron que los niveles de cloro residual se midieron en 0.0083 mg/L en el distrito de Prolongación Los Ficus y 0.0117 mg/L en el asentamiento Los Sauces, con variaciones entre 0.00 y 0.02 mg/L en ambos distritos. La investigación concluyó que el contenido de cloro residual en los dos sectores no correspondía al LMP 0,5 mg/L especificado en el D.S. Establecer como valor mínimo. No.031-2010-SA. No hay una diferencia significativa

en el cloro residual en ambos sectores y, además, no hay una diferencia significativa en el cloro residual en las regiones cercana, media y lejana del pozo del tubo de alimentación porque la concentración en cada sector es baja.

1.2.3. Local

La investigación de Ramírez (2020), tiene como objetivo analizar y comparar si el agua potable del Municipio de Paucarcolla coincide con la del D.S. ECAS especificado. 004 – 2017 MINAM sobre parámetros físicos, químicos y microbiológicos. Empleando el método no experimental, descriptivo, se tomó 3 muestras de agua desde la captación Raque Raque hasta el reservorio desde donde distribuye el agua para dicha población del distrito de Paucarcolla, y se empleó un cuestionario. Los resultados muestran que los análisis de la calidad de agua de los parámetros físico químicos de la captación al Reservorio y contrastarlas con el D.S. 004 – 2017 MINAM Se encontró que los parámetros detectados no exceden los límites de los estándares de calidad ambiental (ECA) del Decreto Supremo de Aguas no. 004-2017-MINAM. Por tanto, las muestras no suponen ningún riesgo para la salud humana en ningún punto de muestreo correspondiente a la subcategoría A1. El estudio concluyó que el agua purificada es apta para el consumo humano.

1.3. OBJETIVOS.

1.3.1. Objetivo general

Evaluar la concentración de los compuestos clorados en la red de distribución de agua potable del distrito de Paucarcolla -2023.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la concentración de cloro total en la red de distribución de agua domiciliaria del distrito de Paucarcolla, comparar y evaluar con el límite máximo permisible de DS. N° 031-2010-SA.
- Determinar la concentración de cloro residual libre en la red de distribución de agua potable del distrito de Paucarcolla y comparar con el límite máximo permisible del DS. N° 031-2010-SA .

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1.1. Agua potable

En el Perú, las compañías encargadas de proveer agua potable a la población son las Empresas de Servicios Públicos (EPS). Estas empresas tienen la responsabilidad de asegurar que el agua que distribuyen cumpla con los estándares de calidad y sea satisfactoria para los usuarios. De este modo, la entidad prestadora de servicios es encargada del abastecimiento de agua potable que está sujeta a una rigurosa supervisión de calidad, la cual debe cumplir con una variedad de criterios microbiológicos, físicos y químicos establecidos en las regulaciones nacionales. (SUNASS, 2004).

2.1.2. Calidad del agua

El agua de buena calidad es un recurso fundamental para la preservación del medio ambiente y el desarrollo económico. La mineralogía andina y la economía basada en minerales de nuestro país crean condiciones para la propagación de contaminantes químicos, especialmente metales, incluido el acceso al agua potable, lo que resulta en riesgos crónicos que afectan a una amplia gama de poblaciones. han comenzado a volverse difíciles de controlar (Villena, 2018).

A pesar de ello, es importante considerar que para un uso adecuado es imprescindible realizar un óptimo control de calidad y garantizar el cumplimiento de las regulaciones y condiciones sanitarias. (Ministerio de Salud, 2011).

La evaluación de la calidad del agua potable es un proceso altamente complejo debido a que implica analizar las propiedades del agua que se trata y distribuye a la población, así

como determinar las acciones requeridas para mejorar dicha calidad, todo ello en cumplimiento con las regulaciones vigentes. (SUNASS, 2004).

Tipo de control	Parámetro	Requisito de calidad	Norma/guía	Toma de muestras
Desinfección	Cloro residual libre	Las muestras de la cuadrícula de 80° deben tener lugar 0,5 mg/L Las muestras de rejilla de 20% pueden contener tan solo 0,3 mg/L	Directiva sobre desinfección del agua R. S. N.º 190 97-SUNASS	- En la red de distribución - A la salida de los embalses - A la salida de la estación depuradora de aguas residuales - A la salida del arroyo subterráneo
	Coliformes totales	Las muestras de la red de 95° deben estar libres de coliformes totales	Normas nacionales / Directrices de la OMS	- En la red asignación - A la salida de los embalses - A la salida de la fábrica. tratamiento - A la salida de manantiales subterráneos
Bacteriológico	Coliformes Termoestables	Las muestras de la red deben estar 100 % libres de E. coli Termoestables		
Físico	Turbiedad	< 5 UNT	Norma Nacional / Guía OMS y Lineamientos para la Gestión de la Calidad del Agua R.S. No. 1121-99-SUNASS	- En la red asignación - A la salida de los embalses - A la salida de la estación depuradora de aguas residuales - A la salida de fuente secreto
	pH	6,5 - 8,5		
	Conductividad	< 1.500 µS/cm		
Químico	Afectan aceptabilidad	Valores máximos permisibles referenciales	Norma nacional / Guía OMS y directiva sobre control de calidad del agua R. S. N.º 1121-99- SUNASS	- En la red asignación - A la salida de los embalses - A la salida de la estación depuradora de aguas residuales - A la salida de la fuente secreto
	Afectan la salud	Valores máximos permisibles referenciales		

Figura 01: Guía de Control de Calidad de Agua Potable

Fuente.SUNASS

Los valores máximos permisibles referenciados se encuentran listados en la Circular 677-2000/SUNASS-INF.

2.1.3. La desinfección mediante cloración del agua

La desinfección del agua, y más concretamente la cloración, ha sido objeto de controversia en los últimos años, principalmente en torno a los productos desinfectantes, lo que en muchos casos nos lleva a cuestionar la necesidad de la propia desinfección, así como la calidad del agua para consumo humano. Si para el tratamiento del agua se utiliza cloro o sus derivados, se desinfecta el agua y se establecen valores o parámetros que indican cloro residual en la red de abastecimiento (Ramírez, 2005).

El tratamiento básico del agua es proteger a los consumidores de impurezas que pueden dañar la salud humana para así hacer frente a las impurezas que, si bien no son directamente perjudiciales para la salud, pueden provocar problemas como corrosión y decoloración. Estos se logran mediante el tratamiento del agua (Nuevo, 2018).

2.1.4. Cloro Residual en Redes de Distribución

El consumo de cloro en la red de abastecimiento de agua está relacionado, por un lado, con el consumo de cloro en la propia agua (sustancias presentes en el agua y otras condiciones físicas) y, por otro lado, con el consumo de cloro. ocurre en la red de suministro de agua. Interfaz con la pared de la tubería Ninalaya (2014).

Generalmente se utilizan dos técnicas: la cloración residual simple y la cloración residual combinada. En el tratamiento con cloro residual libre, el cloro residual se añade directamente al agua o el cloro residual se vierte a la red de suministro a la salida de la planta después de la descomposición del amoníaco. Al igual que el cloro residual combinado, esto significa que el cloro reacciona con el amoníaco agregado (no se logra descomposición) y el cloro residual combinado permanece en la red (Cáceres, 1990).

Como ya se ha comentado, la evaluación de la calidad del agua es un problema complejo que requiere algún tipo de medición y/o control en función de los objetivos que se persigan. Para lograr un diagnóstico preciso, es necesario tomar en cuenta la descripción del estado actual de la calidad del agua, evaluar las tendencias a largo plazo y determinar los elementos que tienen impacto en la calidad del agua (Ministerio de Medio Ambiente, 2000).

2.1.5. Tipos de procesos de potabilización.

La purificación se enfoca en eliminar sustancias perjudiciales para el bienestar de las personas, tales como cromo, plomo, zinc, así como también eliminar algas, arena, bacterias y virus que puedan estar presentes en el agua. En resumen, su objetivo es eliminar cualquier riesgo para la salud humana. De igual forma, incluye el proceso de preparar el agua para que pueda ser consumida por el ser humano sin perjudicar la salud Rodríguez (2003).

La forma en la cual se purifica el agua depende de las características naturales del área. Si se trata de una fuente superficial, como un río o lago, el proceso de purificación generalmente implica separar ciertos elementos del agua natural, seguido de la remoción de impurezas, filtración y desinfección con cloro u ozono. Martínez (2019).

Si la fuente de agua contiene sal o metales pesados, eliminar este tipo de contaminantes se vuelve más complejo y costoso. (Acciona, 2020).

2.1.6. Cloración

Se considera un método de desinfección del agua mediante la adición de cloro, cuyo propósito es destruir o inactivar los organismos patógenos que pudieran estar presente en el agua (Ordoñez & Quiroz, 2021).

La cantidad recomendada de cloro libre residual en agua potable 031-2010-SA de D.S. es de 0,5 mg/L a 5 mg/L. Las dosis de desinfectante varían según el tipo de agua que se clora y deben determinarse antes de instalar un sistema de agua potable. Tenga en cuenta que un seguimiento adecuado requiere un laboratorio y personal capacitado. Por ende, es aconsejable evaluar la cantidad de cloro necesaria al menos dos veces al año, debido a que las características físicas y químicas del agua a desinfectar pueden variar (Ministerio de Salud, 2011).

De acuerdo con la Guía técnica de la OMS de 2009, se sugiere clorar la fuente de agua principal en caso de un corte de energía, ya que no existen argumentos que justifiquen lo contrario. Cuando hay fugas en las tuberías de la fontanería y se interrumpe el flujo del agua, la presión disminuye y las roturas en las paredes de los conductos ocasionan la propagación de agua contaminada. Es importante que los consumidores comprendan que

el nivel de cloro residual que es aceptado para el consumo no tiene la capacidad de contrarrestar niveles demasiado altos de contaminantes. Las personas deben tomar precauciones para desinfectar el agua antes de usarla, ya que todos los suministros de agua intermitentes se consideran contaminados.

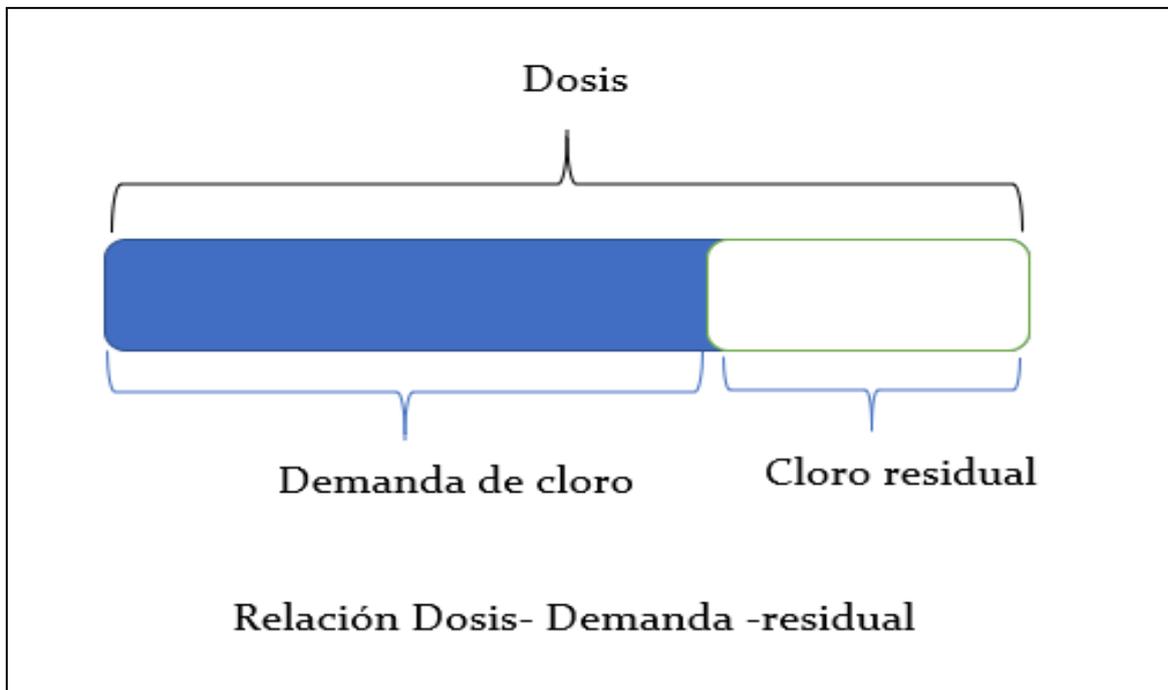


Figura 02: Dosis de cloro

2.1.7. Metodología Analítica del Cloro:

Usualmente, se lleva a cabo la medición del cloro residual en el agua mediante la reacción con toluidina o DPD (N,N-dietil-p-fenilendiamina). El primer método es sencillo, pero la desventaja es que no puede distinguir bien entre cloro libre y cloro combinado. La reacción entre la o-toluidina y el cloro libre ocurre de manera rápida, mientras que la reacción con el cloro residual combinado tarda aproximadamente 5 segundos en ocurrir. Esto implica que no se puede separar de manera precisa y completa los dos componentes. Debido a la limitación de tiempo, resulta altamente complicado llevar a cabo un análisis individual y determinar con precisión la presencia y cantidad de cloro libre. Podemos tener agua con bajo contenido de cloro, agua con alto contenido de cloro, pero sin cloro libre. Es decir, la cloración se produce por debajo del punto crítico (Huillcas y Taipei, 2019).

Por lo anterior, se recomienda utilizar DPD, que distingue entre cloro libre y cloro combinado. El DPD produce un color rojo a un pH de 6,2 a 6,5. Es proporcional a la

cantidad de cloro libre en el medio y se puede comparar con la escala de colores para determinar la cantidad de cloro libre en la pieza. Agregar una porción superior de yoduro de potasio a la muestra libera cloro ligado, que reacciona con el DPD y finalmente produce el valor de cloro residual total Ávila (2013).

2.1.8. Cómo actúa el cloro

El agua se purifica mediante la incorporación de cloro, el cual tiene la capacidad de destruir y eliminar la estructura celular de los seres vivos presentes. No obstante, este procedimiento solamente es efectivo cuando el cloro hace contacto directo con los microorganismos. Es decir, si hay sedimento en el agua, las bacterias pueden esconderse allí y no se verán afectadas por el cloro (Organización, 2013).

El cloro tarda más en matar todos los microorganismos en el agua por encima de los 18°C. Es necesario que el cloro se mantenga en contacto con el agua por un período mínimo de 30 minutos. A medida que la temperatura del agua disminuye, se incrementará la duración del contacto. Debido a esto, es común añadir cloro al agua una vez que llega a los tanques de almacenamiento o a las extensas tuberías de distribución. Con el fin de permitir que las sustancias químicas tengan tiempo suficiente para interactuar con el agua antes de ser consumidas por el usuario Ramírez (2005).

2.1.9. Cloro residual

Se refiere a la cantidad de cloro presente en el agua en forma de ácido hipocloroso e hipoclorito que debe permanecer en el agua destinada al consumo humano después de la cloración como parte del tratamiento para prevenir una posible contaminación microbiana. (López del Pino, Calderón, & Lopez de las huertas Martinez, 2015).

2.1.10. Cloro residual combinado

El cloro residual combinado se utiliza después de la desinfección y el cloro, que se combina con el amoníaco para formar cloraminas, permanece durante mucho tiempo después de la cloración porque es menos reactivo que el cloro libre. La función principal de estas concentraciones residuales a largo plazo de cloro combinado es que inhibimos el crecimiento de algas y bacterias resultantes, reducimos los problemas de oxidación en

terminales selladas y sistemas de distribución de agua y, en última instancia, mejoramos el suministro de agua potable (Weber, 2003).

2.1.11. Síntomas de enfermedad transportada por el agua

La mayoría de las dolencias transmitidas mediante el agua generan síntomas frecuentes y las particularidades de cada síntoma varían según las bacterias, virus o microorganismos causantes de enfermedades. (Aguilar & Cepero , 2015).

Estos signos y síntomas engloban: molestias o espasmos en el abdomen; temperatura elevada; expulsión de alimentos del estómago y deposiciones líquidas; reducción del peso corporal y cansancio pueden aparecer en conjunto con diversas enfermedades. Enfermedades causadas por virus. Por lo general, el tubo digestivo del ser humano alberga una amplia variedad de bacterias en su organismo, las cuales son eliminadas de manera regular. No obstante, cuando las personas se encuentran expuestas a las bacterias pueden contraer enfermedades cuando se someten a largos periodos de tiempo en situaciones de desastre o cambios en los hábitos de higiene personal. Normalmente, los Estados Unidos presentan un bajo índice de casos de enfermedades transmitidas por el agua en relación a otras causas principales de enfermedad. (Organización Mundial de la Salud, 2013).

Enfermedad y Transmisión	Fuentes del agente en el Suministra de Agua	Síntomas Generales
Amebiasis (de mano a boca)	Aguas negras, agua no tratada, moscas en el suministro de agua	Malestar abdominal, fatiga. Pérdida de peso, diarrea, dolores de gas
Camfilobacteriosis (oral- fecal)	Condiciones atestadas de viviendo con instalaciones inadecuadas de baños	Fiebre, dolor abdominal, diarrea
Cólera (oral-fecal)	Agua no tratada, aguas negras, mal higiene, condiciones atestadas de vivienda con instalaciones inadecuadas de baños	Diarrea agua, vómitos, calambres musculares esporádicos.
Criptosporidiosis (oral)	Se acumula en las membranas y filtros de agua que no pueden desinfectarse, estiércol, residuos líquidos de temporada.	Diarrea, malestar abdominal

Figura 03: Enfermedades a causa de una mala desinfección del agua.

Nota. Enfermedades relacionadas con el consumo de agua, OMS, Guía Técnica.

2.1.12. Sistemas de abastecimiento de Agua:

Un sistema diseñado para suministrar agua potable a la población está compuesto por una variedad de componentes hidráulicos y estructuras físicas. Estos elementos cuentan con el respaldo de procesos y equipos de gestión operativa que se encargan de todas las etapas, desde la recolección hasta la conexión final del suministro de agua a los hogares. (Ministerio de Salud, 2011).

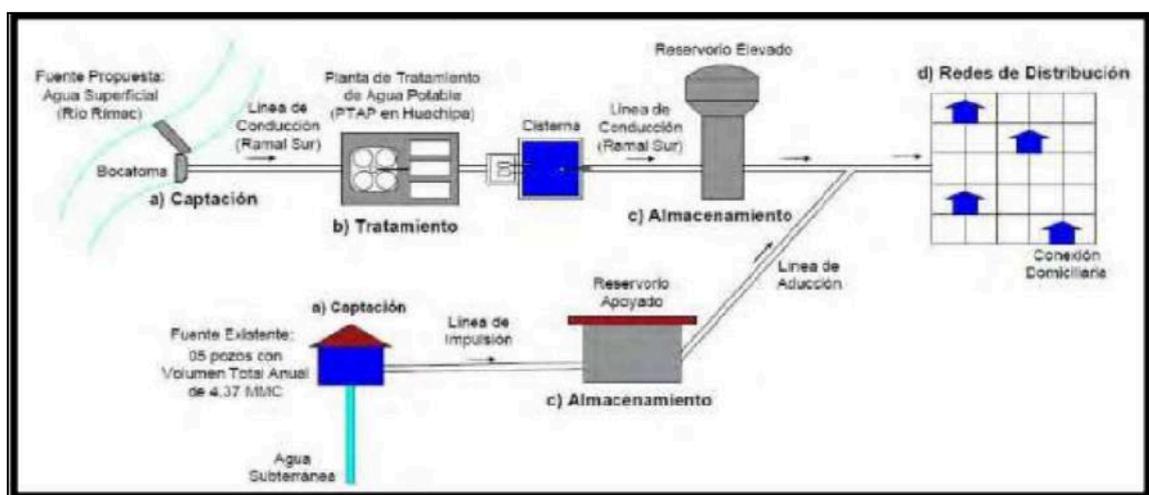


Figura 04: Diagrama general del sistema de suministro de agua doméstico.

Fuente. Vargas, 2020, p. 10, adaptado del informe de factibilidad del Proyecto Manchay 2da Etapa.

2.1.13. Captación

Es el punto inicial de la red, y necesario para captar y utilizar agua de una fuente hídrica. Generalmente, es una estructura de hormigón, ferrocemento o geomembrana que absorbe agua de manantiales de montaña, ríos, arroyos, lagos, lagunas o aguas subterráneas, para luego distribuirla a la población Llenque (2017).

2.1.14. Almacenamiento y potabilización / desinfección:

Barreto, s.f. Nos informa sobre un conjunto de construcciones diseñadas con el objetivo de transportar agua desde las fuentes a determinados lugares. La exigencia de calidad necesaria para el uso y consumo por parte de las personas. la capacidad de ser utilizada o consumida por los seres vivos. Es un componente esencial para la supervivencia y el funcionamiento adecuado de todos los organismos y ecosistemas. Además, el agua desempeña un papel fundamental en numerosos procesos vitales, como la digestión, la circulación sanguínea y la eliminación de toxinas. Además, también es un recurso indispensable en la agricultura, la industria y la generación de energía. Su ciclo natural, que incluye la evaporación, la condensación, la precipitación y la infiltración, asegura su disponibilidad constante en la Tierra. Por lo tanto, es vital preservar y proteger este recurso limitado para garantizar la vida en el planeta. Las características requeridas para que sea adecuada para su ingestión. El propósito principal de una planta de tratamiento de agua o aguas residuales es generar agua potable que sea segura, visualmente atractiva y rentable para su uso por parte de las personas. Se entiende por almacenamiento a la presencia de un recipiente de almacenamiento que posibilita suministrar el caudal máximo. Manteniendo la presión adecuada en la red de distribución.

Tipos de redes

2.1.15. Redes Malladas

Están dispuestos en forma de rejilla y en estas redes el agua puede circular en todas direcciones. Esto permite que cada punto de la red sea alimentado por una línea diferente, permitiendo aislar áreas específicas de la red para fines de reparación y mantenimiento. (Llenque, 2017).

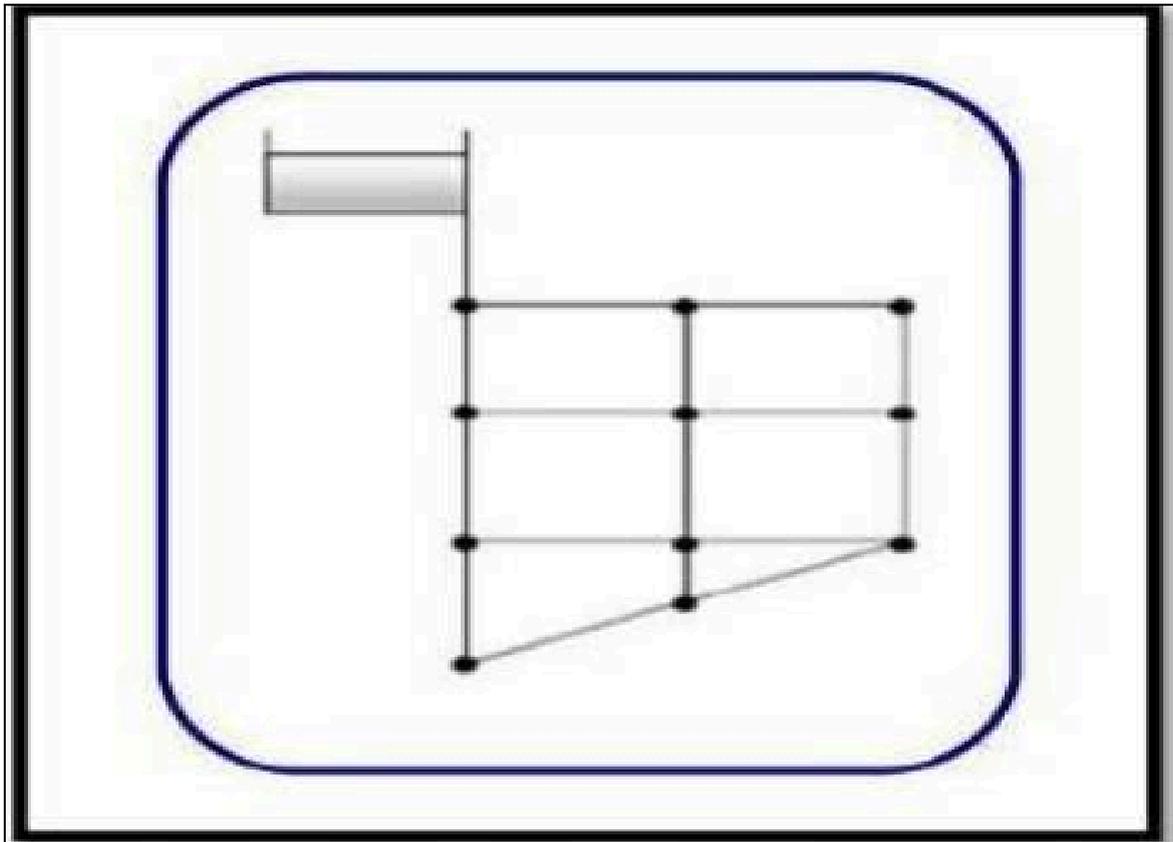


Figura 05: Redes malladas.

Fuente: Llenque, 2017

2.1.16. Redes Ramificadas

En esta estructura de red, las tuberías principales están enlazadas con tuberías secundarias de menor diámetro, de manera que el flujo de agua continúa de forma gradual. El tráfico fluye en una única dirección dentro de la red. Estos dispositivos presentan algunas desventajas, como la potencial acumulación de agua estancada, una única ruta de distribución para cada destino y una disminución importante de los niveles de cloro en áreas con poco uso. (Llenque, 2017).

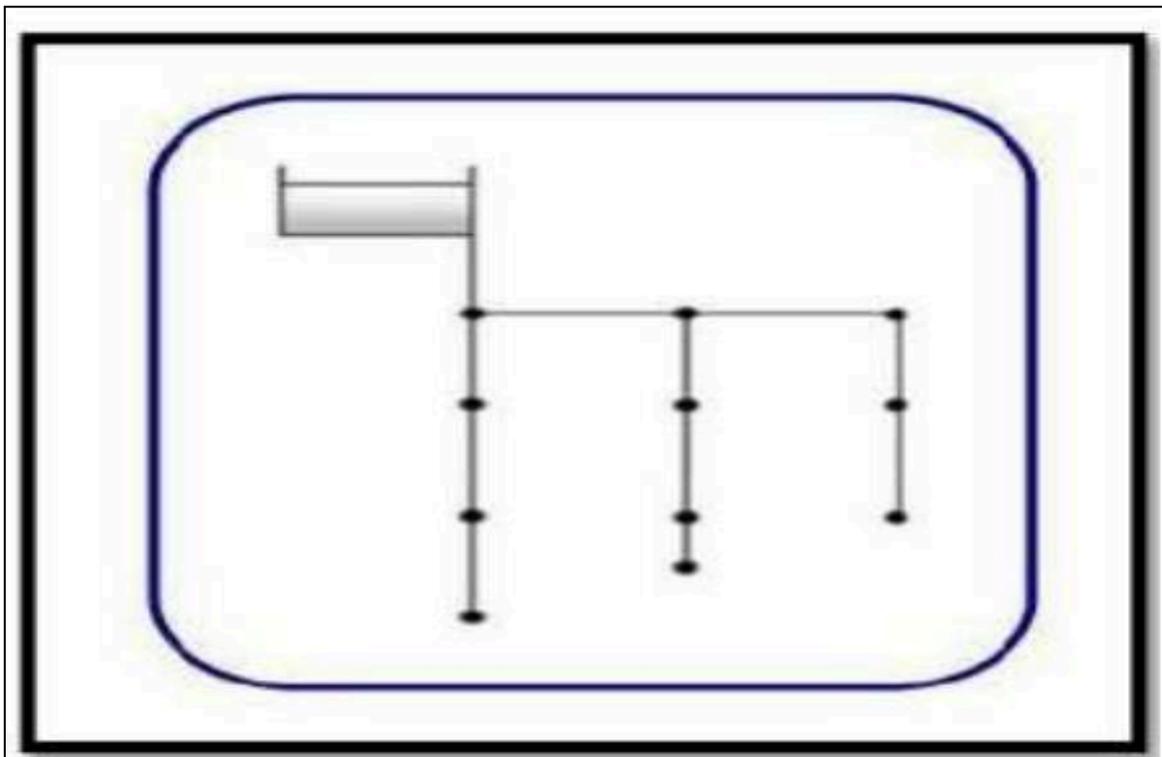


Figura 06: Redes ramificadas.

Fuente: Llenque, 2017.

2.1.17. Redes mixtas

Estas redes son una combinación de las redes malladas y ramificadas. (Llenque, 2017).

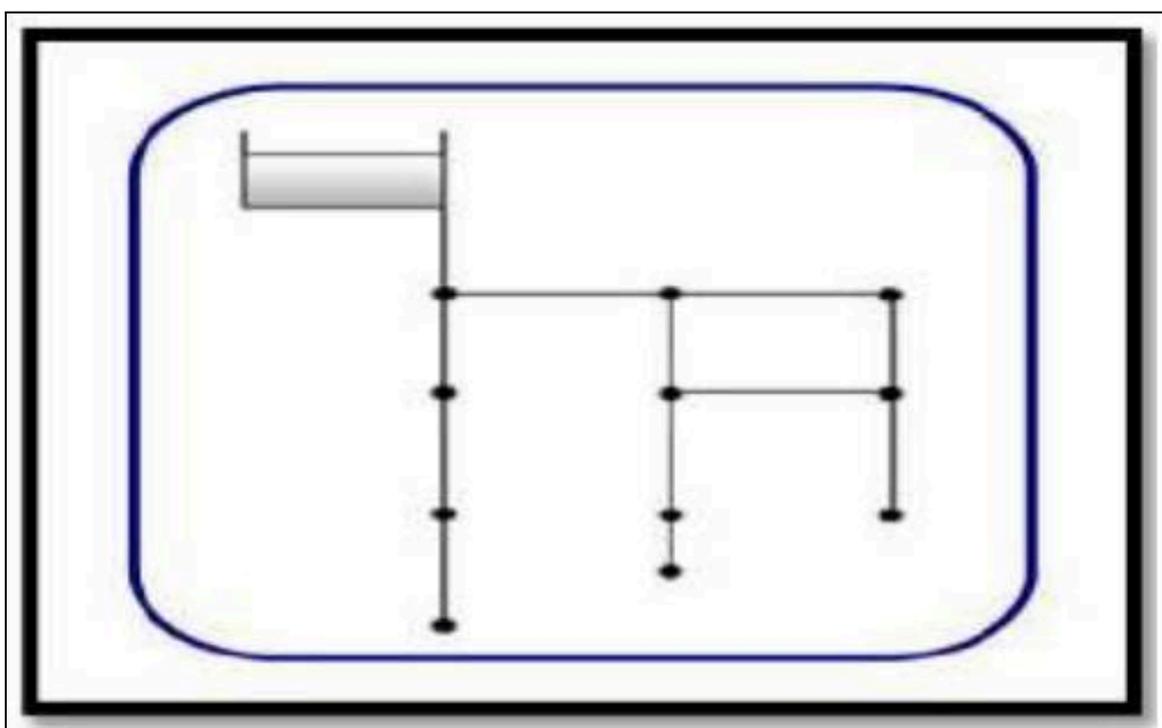


Figura 07: Redes mixtas.

Fuente: Llenque 2017.

2.2. MARCO CONCEPTUAL

Definición de términos

- **Agua cruda:** Es esta agua, está en su estado natural, la que se capta para su suministro sin ningún tipo de tratamiento.(Ministerio de Salud, 2011).
- **Agua tratada:** Cualquier agua que haya pasado por procesos físicos, químicos, biológicos y/o parasitológicos para ser apta para el consumo doméstico.(Ministerio de Salud, 2011).
- **Agua doméstica:** Agua que puede utilizarse para fines domésticos, incluida la higiene personal (Ministerio de Salud, 2011).
- **Consumidores:** Usuario de agua provista por proveedor para consumo doméstico (Ministerio de Salud, 2011).
- **Cloro Residual Libre:** Después de la cloración como parte del proceso de tratamiento, se mide el contenido de cloro en el agua en forma de ácido hipocloroso e hipoclorito para proteger el agua de una posible contaminación microbiana y parasitaria. Debe mantenerse en el agua destinada al consumo doméstico. (Ministerio de Salud, 2011).
- **Fiscalización sanitaria:** tiene como objetivo establecer las inspecciones, sanciones y medidas de seguridad cuando los proveedores incumplan con lo dispuesto en las normas y reglamentos de calidad del agua emitidos por las autoridades sanitarias.(Ministerio de Salud, 2011).
- **Gestión de la calidad del agua para uso doméstico:** Conjunto de medidas técnicas, administrativas u operativas para asegurar que la calidad del agua doméstica cumpla con los límites establecidos reglamentariamente (Ministerio de Salud, 2011).
- **Seguridad:** No daña la salud humana ni para los que lo consumen.(Ministerio de Salud, 2011).
- **Valor máximo permitido:** El valor máximo permitido para el parámetro de calidad del agua.(Ministerio de Salud, 2011).

- **Monitoreo:** Prueba de parámetros físicos, químicos, microbiológicos u otros y factores de riesgo especificados en la normativa del sistema de agua (Ministerio de Salud, 2011).
- **Parámetros microbiológicos:** Estos son elementos que se utilizan para detectar la presencia de contaminantes o enfermedades en el agua destinada para el consumo en los hogares. (Ministerio de Salud, 2011).
- **Parámetros sensoriales:** Son parámetros físicos, químicos y/o microbiológicos que están presentes en el agua doméstica y perceptibles para los consumidores (Ministerio de Salud, 2011).
- **Parámetros inorgánicos:** Se trata de compuestos formados por diversos elementos, pero que no contienen enlaces carbono-hidrógeno cuando se analizan en agua doméstica (Ministerio de Salud, 2011).
- **Parámetros de control obligatorio :** Estos son los parámetros que cada suministrador de agua debe aplicar al agua de uso humano. (Ministerio de Salud, 2011).
- **Programa de adecuación sanitaria :** Es un instrumento técnico-jurídico aprobado por la autoridad de protección de la salud, cuyo objeto es permitir que los proveedores de agua humana garanticen el logro de los objetivos de salud de acuerdo con los reglamentos y normas sanitarias de calidad del agua dictados por la autoridad competente establecida por ésta. Objetivos, tareas, actividades, inversiones y otros compromisos, se llevarán a cabo de acuerdo con el cronograma (Ministerio de Salud, 2011).
- **Sistema de abastecimiento de agua potable:** El conjunto de componentes y dispositivos de agua bajo presión respaldado por las actividades operativas y de gestión, así como los dispositivos requeridos desde la captación hasta la distribución para su uso en el hogar. (Ministerio de Salud, 2011).
- **Sistema de tratamiento de agua:** Un conjunto de elementos hidráulicos. Unidades de procesamiento de naturaleza física, química, biológica y parasitológica. Dispositivos y técnicas electromecánicas utilizadas para garantizar la producción de agua segura para uso en el hogar. (Ministerio de Salud, 2011).

- **Supervisión:** Actividades de auditoría periódicas y sistemáticas para verificar el cumplimiento de las normas y estándares de higiene del agua emitidos por las autoridades de salud, así como los procedimientos técnicos y de gestión de los proveedores de agua potable, para aplicar medios administrativos y para poder garantizar el cumplimiento de las normas vigentes en nuestro país .(Ministerio de Salud, 2011).
- **Surtidor:** Los puntos de toma de agua domésticos pueden suministrar agua a tanques o cisternas de almacenamiento y otros sistemas de suministro de agua bajo condiciones específicas que indiquen que está apta para el consumo doméstico (Ministerio de Salud, 2011).

2.3. MARCO LEGAL

El artículo 7°-A de la Constitución Política del Perú establece que el Estado garantiza el derecho de todas las personas a tener acceso gradual y generalizado al agua potable. Los Estados aseguran este derecho al darle prioridad al consumo humano por encima de otros fines. Igualmente, fomenta la administración sustentable del agua, la cual es vista como una fuente de recursos naturales esenciales, un bien público y una herencia nacional. Su reino es intransferible e inviolable.(Ley N° 30588, 2017).

El artículo 107 de la Ley General de Salud N° 26842 establece que el abastecimiento de agua para consumo doméstico está sujeto a las normas de las autoridades sanitarias competentes que vigilan su cumplimiento.

La adición 11, disposiciones transitorias y finales de la Ley N° 26338, Ley General de Servicios de Saneamiento, mantiene al Ministerio de Salud como responsable de los aspectos de higiene ambiental, formula lineamientos y fija normas para la calidad del agua y del saneamiento del agua. Proteger el medio ambiente.

Reglamento de calidad de agua potable: D.S. N° 031-2010-SA

Texto aprobado 10 títulos, 81 artículos, 12 artículos adicionales, artículos preliminares y finales y 5 apéndices. El texto establece límites máximos permitidos para diversos parámetros. Variaciones microbiológicas, parasitarias, sensoriales, químicas y radiológicas tanto en compuestos orgánicos como inorgánicos. Pero también otorga una nueva y mayor responsabilidad a los gobiernos locales para monitorear la calidad del

agua humana y fortalece a DIGESA, posicionando como la autoridad sanitaria en estos temas. (DS N° 031-2010-SA, 2023).

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. Hipótesis general

En la red de distribución de agua potable del distrito de Paucarcolla, la concentración de los compuestos clorados no cumple con los límites máximos permisibles del DS. SA-031-2010.

2.4.2. Hipótesis específicas

- La concentración de cloro total en la red de distribución de agua potable del distrito de Paucarcolla no cumple con el límite máximo permisible del Decreto Supremo N° 031-2010-SA.
- La concentración de cloro residual libre en la red de distribución de agua potable del distrito de Paucarcolla no cumple con los límites máximos permisibles del DS N° 031-2010-SA.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO.

Este estudio se realizó en el Distrito de Paucarcolla, provincia de Puno, departamento de Puno, localizado al Norte de la ciudad de Puno, a una distancia de 12 km, a 3845 m.s.n.m., dividido en centros poblados y comunidades, la investigación se intervino en 3 puntos clave para los muestreos PM1, PM2 y PM3.

Se localizaron las coordenadas del reservorio 386668 mE - 8258998mN y las tres viviendas:

La primera vivienda con las coordenadas como PM1: 386924mE -8258960mN, vivienda intermedia como PM2: 386924mE - 8258960 mN, y como ultima vivienda con las siguientes coordenadas PM3: 387030 mE - 8258869mN lo que permitió su ubicación exacta y facilitó el desarrollo de la investigación.



Figura 08: Reservorio de agua potable para la localidad de Paucarcolla y los tres puntos de muestreo.

Nota. Imagen satelital del Google Earth



Figura 09: Mapa de ubicación del distrito de Paucarcolla

3.2. TAMAÑO DE MUESTRA.

3.2.1. Población

La población de estudio está conformada por las redes de distribución de agua potable que tiene como sistema de cloración por goteo en el distrito de Paucarcolla.

3.2.2. Muestra

Se tomó un total de 72 muestras de 10 ml de agua potable de los grifos de la zona urbana del distrito de Paucarcolla, es decir por cada punto de muestreo (PM1, PM2 Y PM3) se tomo 24 muestras por vivienda durante los meses de julio y agosto del 2023.

3.3. MÉTODO Y TÉCNICAS

Método	Determina	Reactivos	Procedimiento	Interferencias
DPD	Cloro total Cloro libre Cloro combinado Monocloramina Dicloramina Tricloruro de N	Dietil-p-fenilendiamina (DPD) Solución tampón de fosfato Yoduro de potasio Solución de sulfato ferroso amónico	Por titulación Por colorimetría	Óxido de manganeso (puede compensarse) pH entre 6.2. y 6.5
OT (ácida)	Cloro total	Ortololidina (ácido)	Por colorimetría	Color y turbiedad 0.03 mg/lit Fe 0.01 mg/lit Mn 0.1 mg/lit N (Nitritos)
OT (Flash test)	Cloro total Cloro libre	Ortololidina (ácido)	Por colorimetría (cloro libre a 1 °C en 5 ° seg)	Color y turbiedad 0.03 mg/lit Fe 0.01 mg/lit Mn 0.1 mg/lit N (Nitritos)
OTA	Cloro total Cloro libre Cloro combinado	Ortololidina (ácido) Solución de arsenito de sodio	Por colorimetría Por fotometría	Color Puede compensarse
SNORT	Cloro combinado Cloro libre Monocloramina Dicloramina Cloro total Tricloruro de N	OT neutra Solución de yoduro de potasio Estabilizador tampón Solución de arsenito de sodio	Por fotometría	Color natural Turbiedad Mn (pueden compensarse)
Amperímetro	Cloro libre Cloro combinado Cloro total Monocloramina Dicloramina	Óxido de fenilarsina Arsenito de sodio Yoduro de potasio Soluciones tampones	Por titulación amperométrica	N Dióxido de cloro Halógenos libres cobre Plata
Yodométrico	Cloro total	Yoduro de potasio Almidón Tiosulfato de sodio Ácido acético glacial	Por titulación	Fe Mn N (nitritos)
Syringaldazine	Cloro libre	Indicador de syringaldazine	Por fotometría Por colorimetría	Mn +++ Cloruros (100 mg/lit)
Violeta de leuco cristal	Cloro libre Cloro combinado Cloro total	Indicador de violeta de leuco cristal Soluciones tampones	Por fotometría Por colorimetría	
Anaranjado de metilo	Cloro libre Cloro combinado Cloro total	Soluciones de anaranjado de metilo	Por colorimetría	Cloruros (100 mg/lit) Bromuros Mn +++ (0.03 mg/lit) Fe +++ (10 mg/lit) Nitritos (10 mg/lit)

Figura 10: Métodos más conocidos para la determinación de cloro residual.

Fuente: Cáceres, p, 171

3.3.1. Tipo de Investigación

Según Hernández, Fernández y Bautista (2014), este tipo de **investigación aplicada** se utiliza porque el aporte de este tipo de investigación es resolver problemas en fenómenos de la vida real o aspectos relacionados con el campo de investigación de un campo científico; Se distingue por intentar utilizar los conocimientos existentes en la aplicación de límites máximos permitidos, según el Decreto Supremo número 031-2010-SA.

3.3.2. Diseño de investigación

La investigación utilizó un diseño de **estudio transversal no experimental**. No experimental porque no se manipularon las variables de estudio y no hubo grupo control. Los hechos realistas pueden observarse y estudiarse sólo después de que hayan ocurrido, es decir, transversal porque los datos fueron recolectados en un momento específico en el tiempo (Carrasco, 2006).

A fin de lograr un progreso adecuado para la creación de este proyecto se empleó el siguiente plan de diseño, el cual fue representado mediante un diagrama.



M: Muestra de la investigación. O: Observación de la variable. r: resultado

3.3.3 Método

Se utilizó el **método inductivo**. Porque la inducción permite comprender la realidad de problemas generales a partir de hechos específicos y concretos y obtener resultados a partir de teorías científicas (Carrasco, 2006).

3.3.4. Técnica de recopilación de datos

Técnicas utilizadas

a. Observación

Mediante esta técnica de observación, identificamos puntos de monitoreo y realizamos un análisis de cloro libre residual y cloro total en el agua potable en domicilios identificados en tres puntos del distrito de Paucarcolla.

3.3.5. Instrumento de recolección de datos

Para esta tesis se utilizó como herramienta de recolección de datos un equipo de medición de parámetros de investigación:

cloro total y cloro residual libre, los instrumentos empleados fueron los siguientes:

- GPS
- 01 Comparador de Cloro.
- 01 Colorímetro de disco.
- Pastillas de DPD 1
- Formulario de recopilación de datos.

Los comparadores de cloro se utilizan para medir el cloro total y Colorímetro de disco se usa para medir el cloro residual libre con la concentración específica en el agua y son fáciles de manejar, transportar y usar.

Otra herramienta de recolección de datos serían las tablas de recolección de datos de cloro total y cloro residual libre, parámetros provistos en el DS. N° 031-2010-SA debe estar disponible en el país para ser apto para el consumo humano.

3.3.6. Obtención de datos de campo

Se ubicaron tres puntos de muestreo de agua potable de la red de distribución en las viviendas del distrito de Paucarcolla haciendo uso de un GPS. El proceso de recolección de muestras se llevó a cabo utilizando las conexiones residenciales que están directamente conectadas al sistema de distribución de agua potable.

Tabla 01: Plan de muestreo para el monitoreo de cloro.

Punto de muestreo	de Ubicación georreferenciada	Hora de toma de muestra	Total, de muestras por sector
PM1	Jr. San Martín N° 109 386924mE-8258960 mN	8:30AM	24
PM2	Jr. Tupac Amaru N°235 387023 mE-8258937 mN	9:30AM	24
PM3	Jr. Cahuide con Av. Panamericana s/n 387030mE-8258869 mN	10:30AM	24
Total, de muestras			72

3.3.7. Protocolo de toma de muestras.

Para la toma de muestras en domicilio, primero se limpia el interior de la llave dejándolo libre de óxidos, ya que pueden alterar los resultados de la prueba, se desinfecta la llave por dentro y por fuera con algodón o hisopos empapados en alcohol de 96° y se deja correr el agua de uno a tres minutos antes de tomar la muestra. (Según artículo 19 del Reglamento sobre calidad de agua para consumo humano, aprobado por Decreto N° 031-2010 del Ministerio de Salud).

3.3.8. Verificación del monitoreo.

Para el monitoreo del cloro se realizó in situ inmediatamente después del muestreo con la finalidad de evitar pérdidas de cloro y el exceso de luz.

3.3.9. Análisis de muestras

La muestra se realizó en un tubo de ensayo de 10 ml utilizando el comparador de cloro y Colorímetro de disco lo cual se procedió a comparar el color de la muestra conforme a los estándares de calidad de agua, los resultados se registran teniendo en cuenta la escala numérica establecida y sus medición son anotados en un formato adjunto en el anexo 2 de la investigación.

3.4. Métodos de análisis y procesamiento de datos.

3.4.1. Descripción de la prueba de hipótesis.

Análisis de la dosis de cloro total.

Según Hernández (2014), manifiesta que una investigación de tipo no experimental, se observan situaciones ya existentes, las cuales no son provocadas intencionalmente, ya que las variables independientes ocurren. Por lo tanto, esta tesis tiene como tipo de diseño de investigación, no experimental.

3.5. Identificación de variables

Esta investigación es univariada, ya que su único propósito es evaluar la concentración de compuestos clorados en la red de distribución de agua potable del distrito de Paucarcolla, por lo que no existen variables adicionales para vincular.

Concentraciones de compuestos clorados.

Variable N° 1: Dosis de cloro total ≤ 5 mg/L

Variable N° 2: Dosis de cloro residual libre ≥ 0.5 mg/L

3.5.1. Operacionalización de las variables.

Tabla 02: Operacionalización de las variables.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	ESCALA DE MEDICIÓN	UND	INSTRUMENTO
Variable independiente	Los compuestos clorados son una clase de compuestos orgánicos que consisten en una columna vertebral de átomos de carbono en la que algunos de los átomos de hidrógeno unidos al carbono se reemplazan por átomos de cloro unidos covalentemente al carbono.	Los compuestos clorados nos ayudará a comprobar si su concentración en el agua se encuentra dentro del rango del LMP	Variable N° 1: Dosis de cloro total ≤ 5 mg/L	Dosis de cloro total ≤ 5 mg/L	mg/L	Comparador de cloro
Variable dependiente	Agua de red para el consumo humano	dentro del rango del LMP	Variable N° 2: Dosis de cloro residual libre ≥ 0.5 mg/L	Dosis de cloro residual libre ≥ 0.5 mg/L	mg/L	Medidor de cloro libre o residual HI 701

3.6. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO.

3.6.1. Procedimiento de recolección y análisis de datos.

Para la recolección de los datos se utilizaron los siguientes procedimientos:

- Determinar la ubicación de los puntos de referencia para la recolección de las muestras.
- Recolección de las muestras de agua potable de los tres puntos.
- Recolección de los resultados obtenidos en in situ.

Para analizar los datos se emplearon los siguientes procedimientos:

- Verificación de los resultados obtenidos del cloro residual y cloro total.

- Análisis descriptivo de los resultados obtenidos del cloro residual y cloro total, a través de gráficos y tablas.

3.6.2. Estrategia por cada objetivo específico.

Tabla 03: Estrategias por cada objetivo específico.

N°	OBJETIVOS	DESCRIPCIÓN
1	<p>Objetivo específico 01: Determinar la concentración de cloro total en la red de distribución de agua domiciliaria del distrito de Paucarcolla, comparar y evaluar con el límite máximo permisible de DS. N° 031-2010-SA.</p>	<p>Para determinar el primer objetivo se seguirá las siguientes estrategias: Primero, se identificó los puntos donde se extraerán las muestras de agua (cloro total).Segundo,una vez identificado los puntos se procedió a registrar su punto de UTM.Tercero,se recolectó las muestras de agua potable empleando los procedimientos correspondientes.Cuarto, se comparó,evaluó con el límite máximo permisible de DS. N° 031-2010-SA. Quinto,se registró la información en la ficha de recolección de datos cuantitativos,para finalmente se sometió a una interpretación que me permitió cumplir el objetivo de investigación.</p>
2	<p>Objetivo específico 02: Determinar la concentración de cloro residual libre en la red de distribución de agua potable del distrito de Paucarcolla y comparar con el límite máximo permisible del DS. N° 031-2010-SA .</p>	<p>Para determinar el segundo objetivo se seguirá las siguientes estrategias: Primero, se identificó los puntos donde se extrajeron las muestras de agua (cloro residual).Segundo,una vez identificado los puntos se procedió a registrar su punto de UTM.Tercero,se recolectó las muestras de agua potable empleando los procedimientos correspondientes.Cuarto, se comparó con el límite máximo permisible del DS. N° 031-2010-SA.Quinto,se sistematiza la información en la ficha de recolección de datos cuantitativos,para finalmente se sometió a una interpretación que me permitió cumplir el objetivo de investigación</p>

CAPÍTULO IV

EXPOSICION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. RESULTADOS DE LA CONCENTRACIÓN DE CLORO TOTAL

Los resultados revelan la concentración de compuestos clorados (incluido cloro total y cloro residual libre) en los sitios de muestreo de la red de distribución de agua potable del distrito de Paucarcolla.

Tabla 04: Resultados obtenidos de cloro total en mg/L del mes de Julio, Agosto y Septiembre de 2023.

		PPM DE CLORO TOTAL			
		PM1	PM2	PM3	
JULIO	SEMANA 1	Lunes	0.43	0.35	0.31
		Miércoles	0.41	0.34	0.31
		Viernes	0.36	0.32	0.29
	SEMANA 2	Lunes	0.26	0.23	0.22
		Miércoles	0.55	0.45	0.41
		Viernes	0.42	0.36	0.36
	SEMANA 3	Lunes	0.43	0.41	0.37
		Miércoles	0.4	0.39	0.35
		Viernes	0.37	0.25	0.19
	SEMANA 4	Lunes	0.36	0.26	0.17
		Miércoles	0.3	0.27	0.2
		Viernes	0.34	0.3	0.21
AGOSTO	SEMANA 1	Lunes	0.5	0.45	0.31
		Miércoles	0.42	0.4	0.33
		Viernes	0.42	0.39	0.34
	SEMANA 2	Lunes	0.38	0.31	0.29
		Miércoles	0.37	0.2	0.16
		Viernes	0.28	0.28	0.2
	SEMANA 3	Lunes	0.51	0.47	0.42
		Miércoles	0.5	0.45	0.4
		Viernes	0.47	0.4	0.39
	SEMANA 4	Lunes	0.41	0.39	0.24
		Miércoles	0.39	0.36	0.33
		Viernes	0.5	0.49	0.47

En la tabla 4, se presentan los resultados obtenidos de **cloro total**, en función a cada uno de los Puntos de monitoreo, fue realizado a partir del 3 de julio al 1 de setiembre del 2023, los cuales fueron tres monitoreos por semana, haciendo un total 24 datos de cloro total por cada punto de medición .

Tabla 05: Partes por millón de cloro total del PM1.

JULIO											
SEMANA 1			SEMANA 2			SEMANA 3			SEMANA 4		
Lun	Miérc	Vier									
0.43	0.41	0.36	0.26	0.55	0.42	0.43	0.4	0.37	0.36	0.3	0.34
AGOSTO											
SEMANA 1			SEMANA 2			SEMANA 3			SEMANA 4		
Lun	Miérc	Vier									
0.5	0.42	0.42	0.38	0.37	0.28	0.51	0.5	0.47	0.41	0.39	0.5

En la tabla 5, se presentan los resultados obtenidos de cloro total, en función al punto de monitoreo N° 1 – PM1, realizado a partir del 3 de julio al 1 de setiembre del 2023 el cual se hizo 3 monitoreos por semanas, llegando a un total de 24 datos de cloro total.

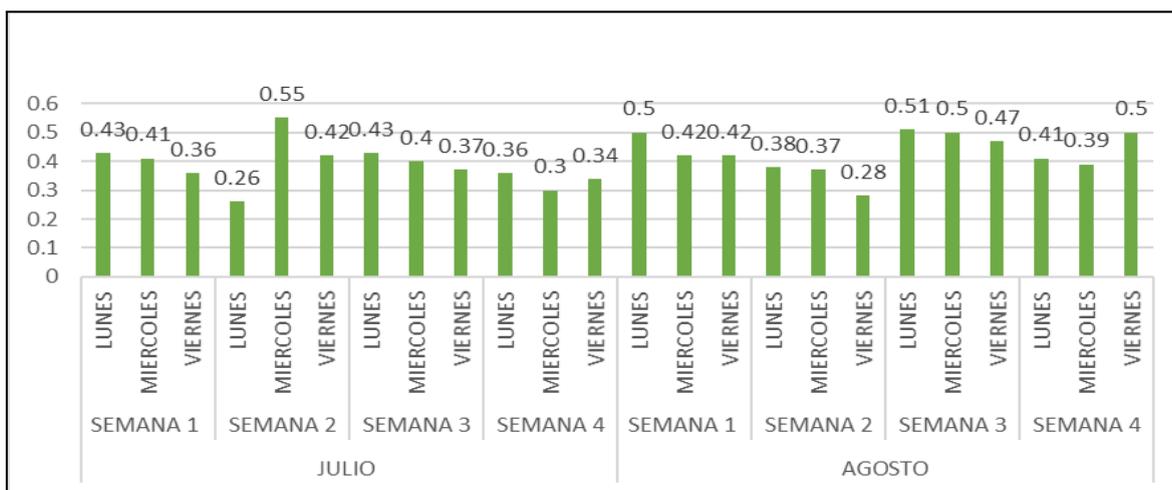


Figura 11: Partes por millón de cloro total en el PM1.

En la figura 11, podemos observar la variación del cloro total por días, en la investigación también están dentro de los LMP (DS. N° 031-2010-SA); Sin embargo, los valores son mínimos, lo cual significa que el agua puede ser consumida por los seres humanos, pero no contribuye a una buena calidad del agua.

El agua potable no es segura para beber porque no se le agrega la cantidad adecuada de cloro.

El nivel de cloro total se encuentra dentro de los límites permitidos, sin embargo, en cantidades mínimas, alcanzando un máximo de 0.55 mg/L el día 5 de la segunda semana de julio.

Tabla 06: Partes por millón de cloro total del PM2.

JULIO											
SEMANA 1			SEMANA 2			SEMANA 3			SEMANA 4		
Lun	Miérc	Vier									
0.35	0.34	0.32	0.23	0.45	0.36	0.41	0.39	0.25	0.26	0.27	0.3
AGOSTO											
SEMANA 1			SEMANA 2			SEMANA 3			SEMANA 4		
Lun	Miérc	Vier									
0.45	0.4	0.39	0.31	0.2	0.28	0.47	0.45	0.4	0.39	0.36	0.49

En la tabla 06, se presentan los resultados obtenidos de cloro total, en función al punto de monitoreo N° 2 – PM2, fue realizado a partir del 3 de julio al 1 de setiembre del 2023 el cual se hizo 3 monitoreos por semanas, llegando a un total de 24 datos de cloro total.

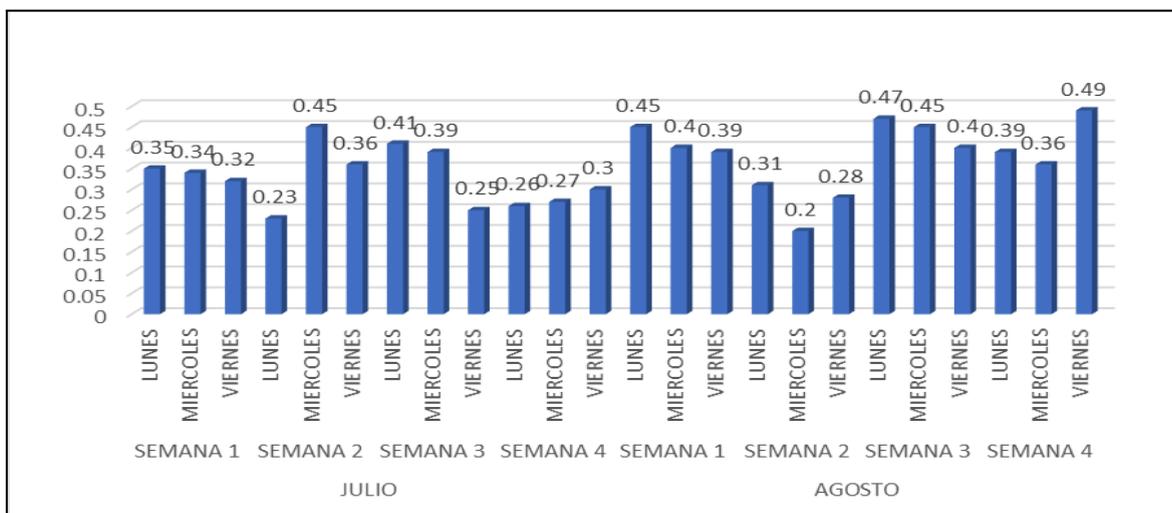


Figura 12: Partes por millón de cloro total en el PM2.

En la figura 12, podemos observar que los resultados del cloro total en el estudio también están dentro de los LMP (DS. N° 031-2010-SA); pero con valores mínimos; por lo tanto, el agua es apta para consumo humano, pero este no favorece para una buena calidad de agua potable, debido a que no se añade suficiente cloro inicialmente al agua.

El nivel de cloro total se mantiene dentro de los límites permitidos, aunque en cantidades mínimas, alcanzando un máximo de 0.49 mg/L en el día 24 de la cuarta semana de agosto

T

Tabla 07: Partes por millón de cloro total del PM3.

JULIO

SEMANA 1		SEMANA 2			SEMANA 3			SEMANA 4			
Lun	Miérc	Vier	Lun	Miérc	Vier	Lun	Miérc	Vier	Lun	Miérc	Vier
0.31	0.31	0.29	0.22	0.41	0.36	0.37	0.35	0.19	0.17	0.2	0.21

SEMANA 1		SEMANA 2			SEMANA 3			SEMANA 4			
Lun	Miérc	Vier	Lun	Miérc	Vier	Lun	Miérc	Vier	Lun	Miérc	Vier
0.31	0.33	0.34	0.29	0.16	0.2	0.42	0.4	0.39	0.24	0.33	0.47

AGOSTO

En la tabla 07, se presentan los resultados obtenidos de cloro total, en función al punto de monitoreo N° 3 – PM3, fue realizado a partir del 3 de julio al 1 de setiembre del 2023 el cual se hizo 3 monitoreos por semanas, llegando a un total de 24 datos de cloro total.

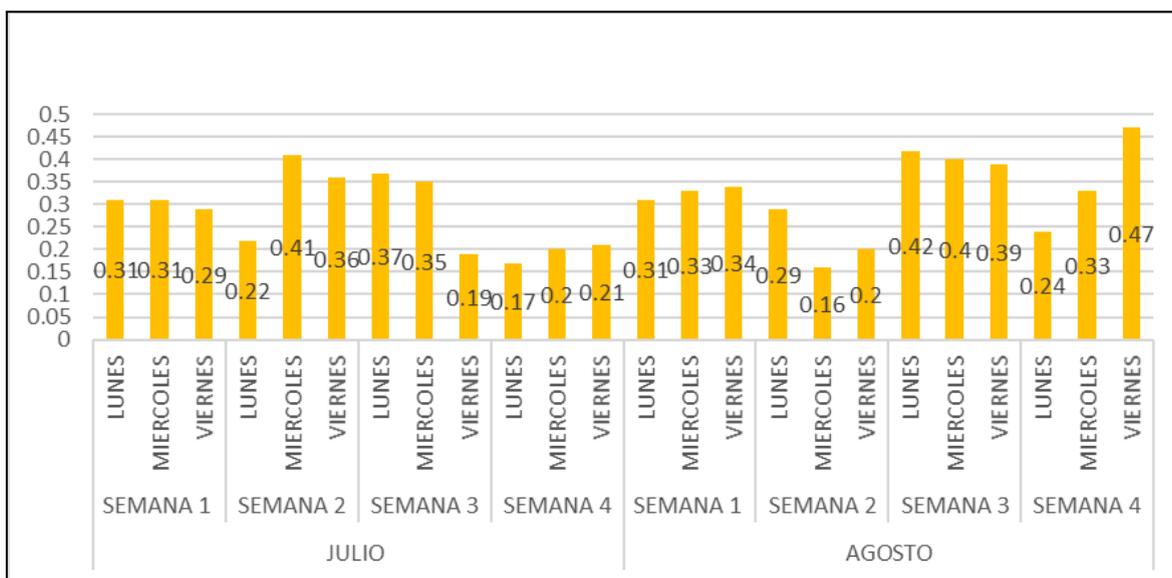


Figura 13: Partes por millón de cloro total en el PM3.

En la figura 13, podemos observar que los resultados del cloro total en el estudio también están dentro de los LMP (DS. N° 031-2010-SA); pero con valores mínimos; por lo tanto, el agua es apta para consumo humano, pero este no favorece para una buena calidad de agua potable, debido a que no se añade suficiente cloro inicialmente al agua.

El contenido de cloro total se encuentra dentro de los límites máximos permitidos, pero en cantidades muy pequeñas, llegando a un máximo de 0.47 mg/L el día 24 de la cuarta semana de agosto.

Tabla 08: Resultados estadísticos.

	MÍNIMO	MÁXIMO	MEDIA	MEDIANA	MODA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
P1	0.26	0.55	0.41	0.41	0.42	0.07
P2	0.20	0.49	0.36	0.36	0.45	0.08
P3	0.16	0.47	0.30	0.31	0.31	0.09

4.2. RESULTADOS DE LA CONCENTRACIÓN DEL CLORO RESIDUAL LIBRE.

Tabla 09: Resultados de cloro residual libre.

		PPM DE CLORO RESIDUAL LIBRE			
		PM1	PM2	PM3	
JULIO	SEMANA 1	Lunes	0.8	0.6	0.5
		Miércoles	0.5	0.4	0.04
		Viernes	0.7	0.6	0.5
		Lunes	0.7	0.5	0.4
	SEMANA 2	Miércoles	0.7	0.6	0.5
		Viernes	0.6	0.5	0.4
		Lunes	0.9	0.8	0.7
		Miércoles	0.8	0.7	0.6
	SEMANA 3	Viernes	0.7	0.6	0.5
		Lunes	0.8	0.7	0.5
		Miércoles	0.8	0.7	0.6
		Viernes	0.7	0.6	0.5
	SEMANA 4	Lunes	0.9	0.8	0.6
		Miércoles	0.8	0.7	0.5
		Viernes	0.7	0.6	0.4
		Lunes	0.6	0.5	0.3
SEMANA 1	Miércoles	0.6	0.4	0.3	
	Viernes	0.6	0.5	0.5	
	Lunes	0.5	0.5	0.4	
	Miércoles	0.5	0.5	0.4	
SEMANA 2	Viernes	0.9	0.8	0.7	
	Lunes	0.8	0.7	0.7	
	Miércoles	0.7	0.6	0.5	
	Viernes 01/09/2023	0.8	0.7	0.6	
AGOSTO	SEMANA 4				

En la tabla 9, se presentan los siguientes resultados obtenidos de cloro residual libre, en función a cada uno de los Puntos de monitoreo, fue realizado a partir del 3 de julio al 1 de setiembre del 2023, los cuales fueron tres monitoreos por semana, haciendo un total 24 datos de cloro residual libre por cada punto de medición.

Tabla 10: Partes por millón de cloro residual libre de PM1.

JULIO											
SEMANA 1			SEMANA 2			SEMANA 3			SEMANA 4		
Lun	Miérc	Vier									
0.8	0.5	0.7	0.7	0.7	0.6	0.9	0.8	0.7	0.8	0.8	0.7
AGOSTO											
SEMANA 1			SEMANA 2			SEMANA 3			SEMANA 4		
Lun	Miérc	Vier									
0.9	0.8	0.7	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.9	0.8	0.7	0.8

En la tabla 10, se presentan los resultados obtenidos de **cloro residual libre**, en función al punto de monitoreo N° 1 – PM1, fue realizado a partir del 3 de julio al 1 de setiembre de 2023 el cual se hizo 3 monitoreos por semanas, llegando a un total de 24 datos de cloro total.

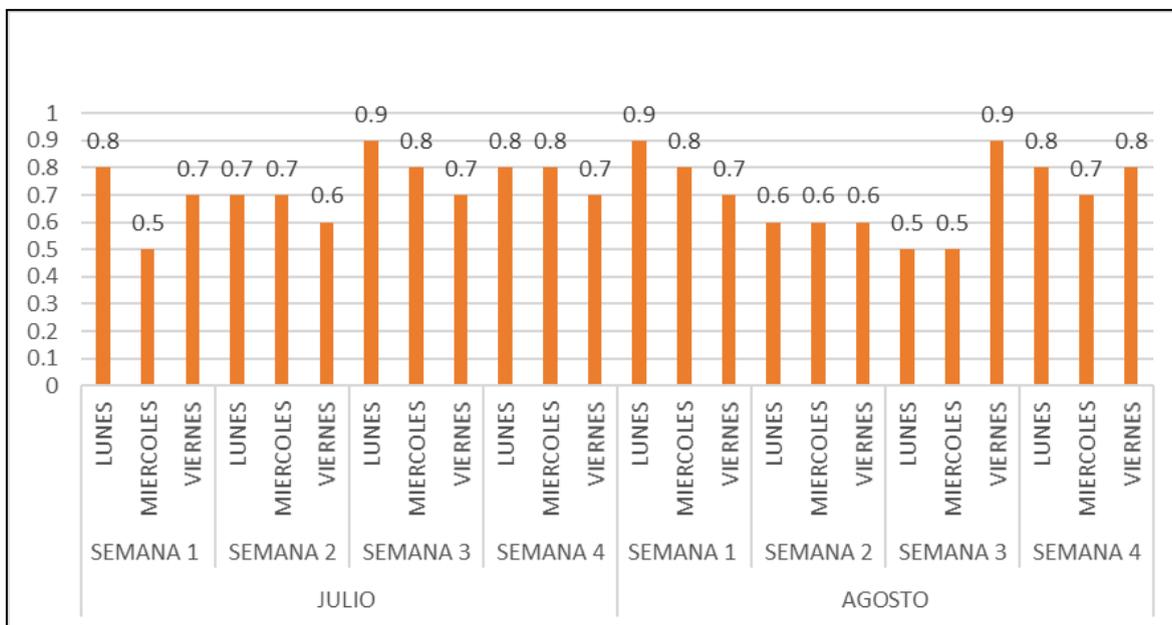


Figura 14: Partes por millón de cloro residual en el PM1.

En la figura 14 se observa que los resultados del cloro residual libre en el estudio también están dentro de los LMP (DS. N° 031-2010-SA).

El cloro residual libre, en el Punto de monitoreo N°1 – PM1 se encuentran dentro del rango permitido por los Límites Máximos Permisibles (LMP, llegando a un mínimo de 0.5 mg/L y un máximo de 0.9 mg/L durante las 24 lecturas realizadas en este punto por lo cual podemos decir que el agua es segura en este punto.

Tabla 11: Partes por millón de cloro residual libre de PM2.

JULIO											
SEMANA 1			SEMANA 2			SEMANA 3			SEMANA 4		
Lun	Miérc	Vier									
0.6	0.4	0.6	0.5	0.6	0.5	0.8	0.7	0.6	0.7	0.7	0.6
AGOSTO											
SEMANA 1			SEMANA 2			SEMANA 3			SEMANA 4		
Lun	Miérc	Vier									
0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.8	0.7	0.6	0.7

En la tabla 11, se presentan los resultados obtenidos de cloro residual libre, en función al punto de monitoreo N° 2 – PM2, fue realizado a partir del 3 de julio al 1 de setiembre de 2023 el cual se hizo 3 monitoreos por semanas, llegando a un total de 24 datos de cloro total.

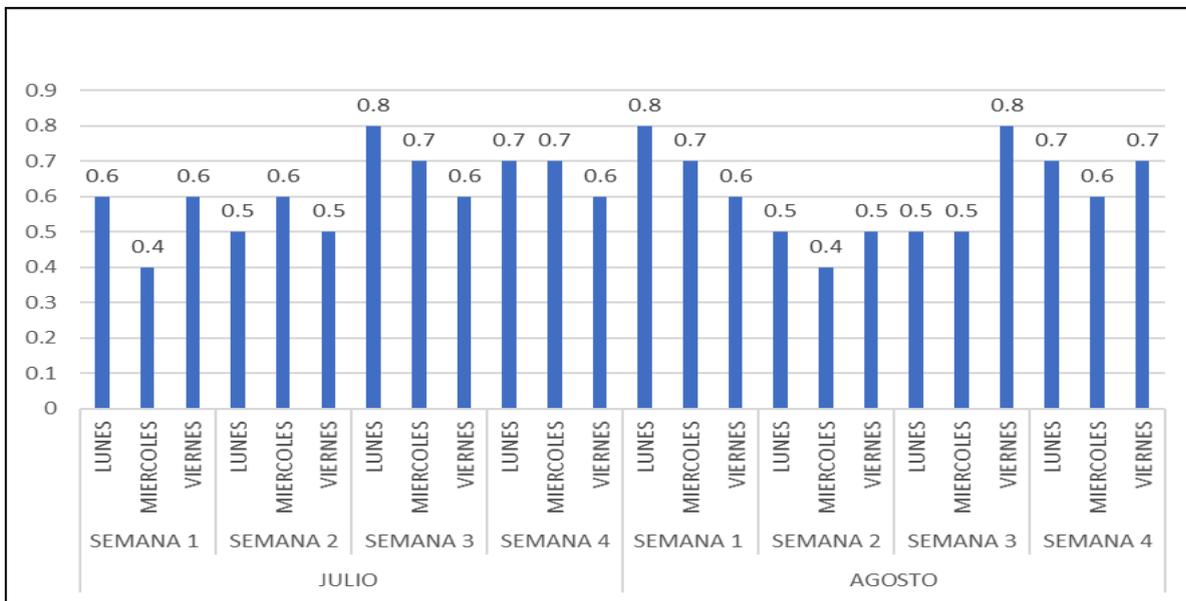


Figura 15: Partes por millón de cloro residual en el PM2.

En la figura 15, podemos observar que los los resultados del cloro residual libre en el estudio no están dentro de los LMP (DS. N° 031-2010-SA).

El cloro residual libre, en el Punto de monitoreo N°2 – PM2 no se encuentran dentro del rango permitido por los Límites Máximos Permisibles (LMP), llegando a un mínimo de 0.4 mg/L y un máximo de 0.8 mg/L durante las 24 lecturas realizadas en este punto por lo cual podemos decir que el agua no es segura en este punto.

Tabla 12: Partes por millón de cloro residual libre de PM3.

JULIO											
SEMANA 1			SEMANA 2			SEMANA 3			SEMANA 4		
Lun	Miérc	Vier									
0.5	0.04	0.5	0.4	0.5	0.4	0.7	0.6	0.5	0.5	0.6	0.5
AGOSTO											
SEMANA 1			SEMANA 2			SEMANA 3			SEMANA 4		
Lun	Miérc	Vier									
0.6	0.5	0.4	0.3	0.3	0.5	0.4	0.4	0.7	0.7	0.5	0.6

En la tabla 12, se presentan los resultados obtenidos de cloro residual libre, en función al punto de monitoreo N° 3 – PM3, fue realizado a partir del 3 de julio al 1 de setiembre del 2023 el cual se hizo 3 monitoreos por semanas, llegando a un total de 24 datos de cloro total.

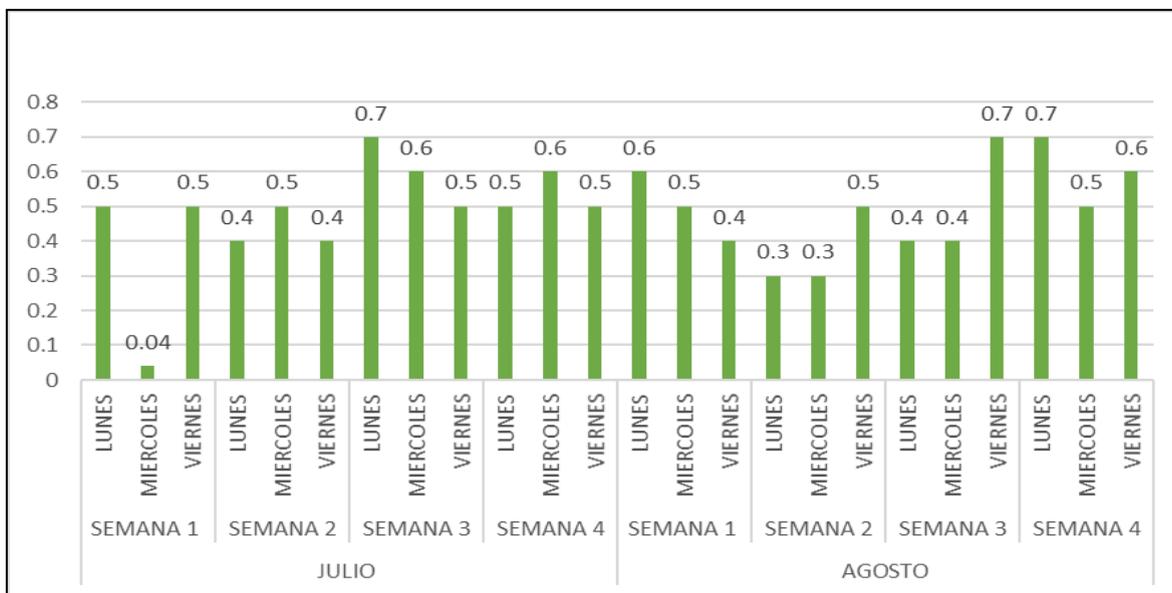


Figura 16: Partes por millón de cloro residual en el PM3.

En la figura 16, podemos observar que los los resultados del cloro residual libre en el estudio no están dentro de los LMP (DS. N° 031-2010-SA).

El cloro residual libre , en el Punto de monitoreo N°3 – PM3 no se encuentran dentro del rango permitido por los Límites Máximos Permisibles (LMP), llegando a un mínimo de 0.04 mg/L y un máximo de 0.7 mg/L durante las 24 lecturas realizadas en este punto por lo cual podemos decir que el agua no es segura en este punto.

Tabla 13: Resultados estadísticos descriptiva.

	MÍNIMO	MÁXIMO	MEDIA	MEDIANA	MODA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
P1	0.50	0.90	0.71	0.70	0.80	0.12
P2	0.40	0.80	0.61	0.60	0.60	0.12
P3	0.04	0.70	0.49	0.50	0.50	0.15

4.3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la investigación de Cabellos y Cubus (2021) mostró que la concentración promedio de cloro total en las tuberías de distribución de las dos plantas de tratamiento de agua fue de 0,75 mg/L y 0,59 mg/L, respectivamente. Esto demuestra que no están dentro de los límites permitidos puesto que la norma especifica que el contenido total de cloro debe ser inferior o igual a 0,5 mg/l. El valor elevado es mínimo, por lo cual se recomienda mejorar la concentración de cloro para tener mejores resultados

Núñez (2019), en marzo de 2020 recolectó 60 muestras de agua potable de 10 ml de grifos de la ciudad de Acobamba. La investigación reveló que los compuestos de cloro estaban dentro de los límites máximos permitidos, pero los niveles eran mínimos, lo que hacía que el agua no fuera apta para el consumo humano. En estos casos se recomienda realizar cambiar la concentración de cloro para obtener los resultados de agua potable para la población beneficiaria. Por otro lado, nuestra investigación muestra que el contenido total de cloro de estos tres puntos el valor mínimo es 0,16 mg/l y como máximo 0,55 mg/l, y los parámetros están en el rango de DS. No. 031-2010-SA.

La pesquisa de Escalante (2020), determina la cantidad de Cloro residual en la red de distribución de agua potable de los anexos del distrito de Matucana- octubre 2020, se tomaron 20 muestras de la red de agua de los distritos de Huaripache, Los olivos, Cacachaqui, Moyoc y Huariquiña y los resultados mostraron que la concentración de cloro residual no excede los límites permisibles en la red de distribución de agua potable en la extensión Matucana y también encontraron en mínimas cantidades.

Huamán (2022) reporta niveles de cloro residual de 0.0083 mg/L en la zona de Prolongación los Ficus y 0.0117 mg/L en los asentamientos humanos de Los Sauces, con variaciones entre 0.00 y 0.02 mg/L en ambas zonas. El estudio concluyó que el balance de cloro en estas dos sectores no cumple con el D.S. para el LMP mínimo especificado de 0,5 mg/L. No. 031-2010-SA. No hay una diferencia significativa en el cloro residual entre los dos sectores y, debido a la menor concentración de cloro en cada sector, no hay una diferencia significativa en el cloro residual en las áreas cercanas, medias y alejadas del pozo entubado; Si bien existen algunos estudios que muestran un cumplimiento parcial de los estándares de ciertos sectores, como lo reportan Escalante (2020), Nuñez (2019); Por lo tanto, es importante y recomendable tomar todas las precauciones para garantizar que el nivel que ingresa al hogar sea de al menos 0,5 mg/L para garantizar la salud de los usuarios. En nuestro caso, el análisis de cloro libre residual de las setenta y dos muestras, determinó que solo PM1 tenía un contenido máximo de cloro libre residual de 0.9 mg/l, correspondiente al límite máximo permisible, mientras que los otros sitios de muestreo de PM2 y PM3 tenían un valor mínimo de 0.40 mg/l, el valor máximo es 0.50 mg/l, el cual no cumple con los parámetros del DS N° 031-2010-SA, $\geq 0,5$ mg/l.

Los lineamientos técnicos de la Organización Mundial de la Salud (2009) mencionan que los sistemas de tuberías a menudo tienen fugas, por lo que a medida que cae la presión del agua, el agua contaminada puede ingresar a través de grietas en las paredes de las tuberías, causando que los residuos de cloro disminuya al interactuar con los contaminantes. Por lo tanto, podemos concluir que podría existir un defecto en la red de distribución en los puntos donde los valores de cloro libre son inferiores o la mala cloración y calibración que realiza JASS del distrito de Paucarcolla.

4.4. PRUEBA DE HIPÓTESIS

La prueba de la Hipótesis nula e hipótesis alternas considerando como Hipótesis nula (H_0), e Hipótesis alternativa (H_a) por lo dicho se pretenden probar; elegidas comprobando la veracidad o falsedad de las hipótesis planteadas en esta investigación.

4.4.1. HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1.

Según los resultados

El cloro total es menor o igual a 5.0 mg/l en la red de distribución de agua potable del Distrito de Paucarcolla; como se puede observar en la tabla número 6 de la investigación que cumple con el límite máximo permisible D.S. N° 031-2010-SA del reglamento de calidad de agua para consumo humano ya que en la figura N°10 se observa la variación del cloro total como mínimo 0.16 mg/l y en figura N° 11 se observa como máximo 0.55 mg/l de cloro total donde se encuentran dentro de los límites máximos permisibles pero en mínimas cantidades.

Por lo tanto: La aceptación de la hipótesis nula (H_0), se rechaza la hipótesis alterna(H_1).

4.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2.

El cloro residual libre es mayor o igual a 0.5mg/l en la red de distribución de agua potable del Distrito de Paucarcolla; como se puede observar en la tabla 11 que no cumple con los límites máximos permisibles D.S N° 031-2010 SA, ya que en la figura N°16 se observa el cloro residual libre como mínimo 0.4mg/l y en la figura N°14 se observa como máximo 0.9 mg/l de cloro residual libre no se encuentran dentro de los límites máximos permisibles ya que no es apta para el consumo humano.

Por lo tanto: rechazo de la hipótesis nula (H_0), se acepta la hipótesis alterna(H_1)

CONCLUSIONES

PRIMERA: De las setenta y dos muestras analizadas, la concentración de cloro total en la red de distribución de agua potable del Distrito de Paucarcolla se observa que, cumplen con los Límites Máximos Permisibles (LMP), el cloro total es menor o igual a 0.5 mg/L, por lo que, los niveles de concentración están dentro de los parámetros dispuestos por el DS. N° 031-2010-SA.

SEGUNDA: En el análisis del cloro residual libre de las setenta y dos (72) muestras, se puede concluir que solo en el PM1, cumple con los Límites Máximos Permisibles (LMP), los PM2 y PM3 no cumplen con los parámetros DS. N° 031-2010-SA, de ≥ 0.5 mg/L.

TERCERA: La concentración de los compuestos clorados en la red de distribución de agua potable del distrito de Paucarcolla es baja y no cumplen con los límites máximos permisibles; por lo tanto, el proceso de cloración en la red de distribución de agua potable del distrito de Paucarcolla es deficiente, puesto que, los valores encontrados durante el monitoreo de los compuestos clorados son bajos en comparación a los parámetros dispuestos por el DS. 031- 2010-SA, por lo tanto, no garantizan la calidad del agua potable.

RECOMENDACIONES

PRIMERA: Sensibilizar y capacitar a la junta directiva de la JASS ya que ellos son los que suministran el hipoclorito de calcio al tanque de cloración y la calibran para su desinfección, para así garantizar una buena cloración.

SEGUNDA: A la municipalidad distrital de Paucarcolla tomar mayor interés en el tratamiento del agua potable en la red de distribución del reservorio para evitar enfermedades gastrointestinales.

TERCERA: Gestionar la adquisición de aditivos para el control y administración del cloro en las viviendas, asegurar la calidad microbiológica del cloro y realizar programas de capacitación sobre su uso y mantenimiento. Además, favor de realizar estudios similares en otras zonas del área de Paucarcolla. Esto se debe a que las mediciones del agua potable pueden ser diferentes y en las mismas condiciones.

BIBLIOGRAFÍA

- Acciona. (20 de enero de 2023). disponible en:
https://www.acciona.com/es/soluciones/agua/areasactividad/potabilizacion/?_adn=02021864894
- Aguilar Prieto, P., Cepero Martin, J. y Coutin Marie, G. (2000). La calidad del agua de consumo y las enfermedades diarreicas en Cuba, 1996- 1997. Revista Panamericana de Salud Pública. 7(5), 313- 318.
<https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/pah33048>.
- Antezana-Gavilán, R (2020). *Concentración de compuestos de cloro en la red de distribución de agua potable de la ciudad de Acobamba, provincia de Huancavelica. (Tesis de graduación)*. Universidad Nacional De Huancavelica. Huancavelica, Perú.
- Ávila Perez, C. (2013). Protocolo de validación para la determinación de cloro libre en agua con n,n-dietil-fenilendiamina (Tesis de pre grado), Universidad Nacional Autónoma de México. Repositorio Institucional de la UNAM.
<https://repositorio.unam.mx/contenidos/156004>.
- Barreto, L. (s.f.). ¿Sabes qué son los sistemas de abastecimiento de agua?
<https://sswm.info/es/gass-perspective-es/acerca-de-estaherramienta/%C2%BFsa%20besqu%C3%A9-son-los-sistemas-de-abastecimiento-de-agua%3F>
- Barrientos- Berrio, R & Huacan-Jiménez, M (2021) *Aplicación de Hipoclorito de Calcio y su Efecto en el Cloro Residual a Diferentes Distancias, Poblado de Calacoa, Moquegua, 2021*. (Tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo. Lima, Perú.
- Benítez-Lescano, D (2021) Sistema de cloración automático para la junta administradora de agua potable regional Oriental Mulaló-Joseguango Bajo-Aláquez . (Tesis de pre grado). Universidad Técnica de Ambato. Ambato, Ecuador
- Cabellos-Angulo, B & Cubas-Díaz, J. (2021). *Estudio de Cloro Libre y Total en la Red de Distribución de Agua de las Plantas Potabilizadoras de Agua Potable Santa Apolonia y El Milagro de la Ciudad de Cajamarca – 2021. (Tesis de licenciatura)* Universidad Privada del Norte. Cajamarca – Perú.

- Cáceres López, O. (1990). Desinfección del agua. Ministerio de salud y Organización Panamericana de la Salud. Perú.
- Cárdenas Jaramillo, D. L., y Patiño Guaraca, F. E. (2010). *Estudios y diseños definitivos del sistema de agua potable de la comunidad de Tutucán, cantón Paute, provincia del Azuay* (Tesis de pregrado), Universidad Nacional de Cuenca Repositorio Institucional - Universidad de Cuenca. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/72>
- Carrasco, S. (2006). Metodología de la Investigación Científica. San Marcos.
- Clemente Ninalaya, T. R. (2014). Mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable y del sistema de alcantarillado de la ciudad de Huanta [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio UNI. <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/12068>
- Dirección General de Salud Ambiental. (2011). Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Biblioteca Central del Ministerio de Salud.
- Escalante-Chuñocca, P (2020). *Determinación de Cloro residual en la red de distribución de agua potable de los anexos del distrito de Matucana- octubre 2020*. Universidad Roosevelt. Lima, Perú.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la Investigación. Journal of Chemical Information and Modeling.
- García-Avila, F. (2019). *Modelo de decaimiento de cloro libre en la red de distribución de agua potable en la ciudad de Azogues, Ecuador* (Tesis de doctorado) Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, Perú.
- Huaman-Norabuena, L (2022). Evaluación de cloro residual del agua potable en domicilios de dos sectores del distrito de Paramonga, 2021 (Tesis de pregrado). Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho – Perú.
- Huamani-Huamán, W (2019). *La calidad del agua potable, en la salud de los habitantes del centro poblado de Chopccapampa- Paucará –Acobamba - Hvca, 2018*. (Tesis de pregrado) Universidad Alas Peruanas, Huancavelica – Perú.

Huilcas Noa, C. R., y Taipe Alanya, I. (2019). Cloro residual libre en agua potable y los casos de enfermedades diarreicas agudas(EDAS) en niños menores de 5 años en el área urbana del distrito de Yauli (Tesis de pregrado)Repositorio Institucional - Universidad Nacional de Huancavelica.
<http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/2987>.

Inca- Lujan, H & Ulloa Flores, S (2018). *Modelamiento y simulación de la concentración de cloro residual en la red del agua del caserío de pueblo nuevo – Santiago de Chuco (Tesis de pregrado)* Universidad Nacional de Trujillo, Perú.

Ley N° 30588 .Ley de reforma constitucional que reconoce el derecho de acceso al agua como derecho constitucional.
<https://sinia.minam.gob.pe/normas/ley-reforma-constitucional-que-reconoce-derecho-acceso-agua-derecho>

López del Pino, S., Martín Calderón, S., & López de las Huertas Martínez, M. (2015). Análisis de agua potable y residual. España: Elearning S.

Llenque Martínez, J. (2017). Descripción y análisis del servicio de agua potable en la localidad Villa Cancas, distrito de Canoas de Punta Sal empleando software aplicativo Watercad [Tesis de pregrado, Universidad Alas Peruanas]. Repositorio UAP. <https://hdl.handle.net/20.500.12990/1777>.

Manual práctico de análisis de agua. 4ta edición. Fundación nacional de salud. p.56. Brasilia. 2013 disponible en:
http://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_practico_analisis_agua_4_ed.pdf.

Marega, F. (2021). Diseño de una Estación de Cloración de Agua Potable (tesis de pre grado). Repositorio Institucional Abierto – Universidad Tecnológica Nacional.
<http://hdl.handle.net/20.500.12272/5509>

Martínez Andrés, C. J. (2019). Potabilización del agua. España: Elearning S.L.

Ministerio de Medio Ambiente. (2000). Libro Blanco del agua en España. Jacaryan S.A. Disponible en:

<https://www.cedex.es/NR/ronlyres/7D08175D-29A4-40F9-A0CB-E70AB46EA8C9/126193/Indice.pdf>

Ministerio de Salud. (2011). Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Biblioteca Nacional del Perú N°2011-02552.

Nuevo, D. (17 de abril de 2018). Cloración en tratamientos de aguas.

TECPA. Obtenido de <https://www.tecpa.es/cloracion-tratamiento-aguas/>.

Núñez-Escobar, E (2019). *Concentración de compuestos clorados en la red de distribución de agua potable del reservorio N° 2 de la planta el milagro en la ciudad de Cajamarca – 20* (Tesis de pregrado) Universidad Privada Antonio Guillermo. Cajamarca, Perú

Ordóñez- Aguirre, G & Quiroz-Silva, B (2021) Determinación de la concentración de cloro libre residual mediante técnicas electroquímicas, 2021. (Tesis de pre grado). Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca. Cuenca, Ecuador

Organización Mundial de la Salud. (2013). Guías para la Calidad de Agua, para consumo Humano

Panta-Coello, K (2021) Evaluación De La Calidad Del Agua Potable Mediante Las Características Físico Químicas Y Microbiológicas Desde Abril A Junio Del 2021. (Tesis de pre grado). Universidad Agraria del Ecuador. Guayaquil, Ecuador.

Pérez, R., & Ramos, G. (2018). Dosis de cloro y cloro residual libre en el sistema de 58 agua potable del sector de Puyhúan Grande del distrito y provincia de Huancavelica. Repositorio Institucional - UNH, 166. Retrieved from: <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/2181>

Ramírez-Choquehuanca, F (2020). *Determinación de la calidad del agua potable en el distrito de Paucarcolla-Puno-2019*. (Tesis de pregrado) Universidad Privada San Carlos. Puno, Perú.

Ramírez Quirós, F. (2005). Desinfección del agua con cloro y cloraminas. Técnica Industrial. 260.

Rodriguez Vidal, F. J. (2003). Procesos de Potabilización del agua e influencia del tratamiento de Ozonización. Madrid: Fernández Ciudad S.L.

- SUNASS. (2004). La Calidad de Agua Potable. Biblioteca Nacional del Perú 1501052004-8552.
- Vega, G. (2019) Determinación del abatimiento del cloro en función al coeficiente de reacción en pared de tubería, en las redes de distribución de agua potable de la localidad de San Miguel de Monterrey [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo]. Repositorio Institucional UNASAM. <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/4146>
- Tomaylla, N. (2017). Diseño, construcción y evaluación de un sistema de cloración por goteo en la desinfección de agua para consumo de la comunidad de Capillapata - Los Morochucos - Cangallo, Ayacucho - 2016, 52.
- Weber, W. (2003). Control de Calidad del Agua: Procesos fisicoquímicos. Barcelona: Reverté,S.

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia

CONCENTRACIÓN DE COMPUESTOS CLORADOS EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL DISTRITO DE PAUCARCOLLA - 2023

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	TÉCNICA DE PROCESAMIENTO DE DATOS
<p>GENERAL</p> <p>¿Cuál es la concentración de los compuestos clorados en la red de distribución de agua potable del distrito de Paucarcolla -2023?</p> <p>ESPECÍFICOS</p> <p>¿Cuál es la concentración de cloro total en la red de distribución de agua potable del distrito de Paucarcolla-2023?</p> <p>¿Cuál es la concentración de cloro residual libre en la red de distribución de agua potable del distrito de</p>	<p>GENERAL</p> <p>Evaluar la concentración de los compuestos clorados en la red de distribución de agua potable del distrito de Paucarcolla -2023.</p> <p>ESPECÍFICOS</p> <p>Determinar la concentración de cloro total en la red de distribución de agua potable del distrito de Paucarcolla, comparar y evaluar con los límites máximos permisibles del DS.N° 031-2010-SA.</p>	<p>GENERAL</p> <p>La concentración de los compuestos clorados en la red de distribución de agua potable del distrito de Paucarcolla no cumplen con los límites máximos permisibles del DS. N° 031-2010-SA.</p> <p>ESPECÍFICO</p> <p>La concentración de cloro total en la red de distribución de agua potable</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>Compuesto clorados.</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>Agua de red para el consumo humano.</p>	<p>Dosis de cloro total ≤ 5 mg/L</p> <p>Dosis de cloro residual libre ≥ 0.5 mg/L</p>	<p>- Comparador de cloro</p> <p>-Medidor de cloro libre o residual HI 701</p>	<p>Tipo de investigación aplicada, nivel de investigación descriptivo y método inductivo, diseño de investigación no experimental, transversal.</p>

<p>Paucarcolla y su comparación con los límites máximos permisibles del DS. N° 031-2010-SA ?</p>	<p>Determinar la concentración de cloro residual libre en la red de distribución de agua potable del distrito de Paucarcolla y comparar con los límites máximos permisibles del DS. N° 031-2010-SA.</p>	<p>del distrito de Paucarcolla no cumplen con los límites máximos permisibles del DS N° 031-2010-SA. La concentración de cloro residual libre en la red de distribución de agua potable del distrito de Paucarcolla no cumplen con los límites máximos permisibles del DS N° 031-2010-SA</p>				
--	---	---	--	--	--	--

Nota: elaboración propia.

Anexo 02: Instrumentos para recolectar datos.

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS:



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PAUCARCOLLA

REPORTE DE CONTROL DE CLORO RESIDUAL Y CLORO TOTAL



I. UBICACION									
Localidad / Anexo: PAUCARCOLLA									
Distrito PAUCARCOLLA			Provincia PUNO			Fecha / /			
Departamento PUNO									
Establecimiento de Salud CENTRO DE SALUD DEL DISTRITO DE PAUCARCOLLA									
II. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO									
a) Administrador del sistema de abastecimiento de agua									
Municipalidad PAUCARCOLLA JASS PAUCARCOLLA									
b) Tipo de Sistema de Abastecimiento de agua ¹ :									
1. Tipo de Sistemas: 1) Gravedad simple, 2) Gravedad con Tratamiento, 3) Bombeo sin tratamiento, 4) Bombeo con tratamiento									
c) Nombre de la fuente principal/captación: (Pregunta 105c (A) DATASS):									
III. MEDICION DEL CLORO RESIDUAL EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO									
N°	Ubicación del punto de muestreo ²	Punto de toma de la muestra ³	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Cloro Residual (mg/L) >= 0.5 ppm	Cloro Total (mg/L) < 0.5 ppm	Datos del usuario		
							Número de DNI	Nombres y Apellidos	Firma del usuario
1	Red	Grifo/viv.(1era viv)	03/07/2023	8:30	0.8	0.48	70167582	Andrés Coito Ramírez	[Firma]
2	Red	Grifo/viv.(viv.intermedia)		7:05	0.6	0.35	43852477	Hermelinda Godoy	[Firma]
3	Red	Grifo/viv.(ultima .viv)		7:40	0.5	0.31	02364639	Isac Molino Pari	[Firma]
4	Red	Grifo/viv.(1era viv)	05/07/2023	8:00	0.5	0.41	70167582	Andrés Coito Ramírez	[Firma]
5	Red	Grifo/viv.(viv.intermedia)		8:30	0.4	0.34	43852477	Hermelinda Godoy	[Firma]
6	Red	Grifo/viv.(ultima .viv)		7:10	0.4	0.31	02364639	Isac Molino Pari	[Firma]
7	Red	Grifo/viv.(1era viv)	07/07/2023	8:35	0.7	0.36	70167582	Andrés Coito Ramírez	[Firma]
8	Red	Grifo/viv.(viv.intermedia)		8:50	0.6	0.32	43852477	Hermelinda Godoy	[Firma]
9	Red	Grifo/viv.(ultima .viv)		9:20	0.5	0.29	02364639	Isac Molino Pari	[Firma]
10	Red	Grifo/viv.(1era viv)	10/07/2023	8:00	0.7	0.26	70167582	Andrés Coito Ramírez	[Firma]
11	Red	Grifo/viv.(viv.intermedia)		8:40	0.5	0.23	43852477	Hermelinda Godoy	[Firma]
12	Red	Grifo/viv.(ultima .viv)		7:30	0.4	0.22	02364639	Isac Molino Pari	[Firma]
13	Red	Grifo/viv.(1era viv)	12/07/2023	8:10	0.7	0.35	70167582	Andrés Coito Ramírez	[Firma]
14	Red	Grifo/viv.(viv.intermedia)		8:50	0.6	0.15	43852477	Hermelinda Godoy	[Firma]
15	Red	Grifo/viv.(ultima .viv)		7:30	0.5	0.41	02364639	Isac Molino Pari	[Firma]
16	Red	Grifo/viv.(1era viv)	14/07/2023	8:05	0.6	0.42	70167582	Andrés Coito Ramírez	[Firma]
17	Red	Grifo/viv.(viv.intermedia)		8:35	0.5	0.36	43852477	Hermelinda Godoy	[Firma]



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PAUCARCOLLA



18	Red	Grifo/viv.(ultima .viv)		7:27	0.4	0.36	02364639	Isaac molino Pari	<i>[Signature]</i>
19	Red	Grifo/viv.(1era viv)	17/07/2023	8:00	0.9	0.13	70167582	Andres coito Ramirez	<i>[Signature]</i>
20	Red	Grifo/viv.(viv.intermedia)		8:35	0.8	0.41	43852477	Hermelinda Gadoy	<i>[Signature]</i>
21	Red	Grifo/viv.(ultima .viv)		9:20	0.7	0.37	02364639	Isaac molino Pari	<i>[Signature]</i>
22	Red	Grifo/viv.(1era viv)	19/07/2023	8:15	0.8	0.40	70167582	Andres coito Ramirez	<i>[Signature]</i>
23	Red	Grifo/viv.(viv.intermedia)		8:40	0.7	0.39	43852477	Hermelinda Gadoy	<i>[Signature]</i>
24	Red	Grifo/viv.(ultima .viv)		9:35	0.6	0.35	02364639	Isaac molino Pari	<i>[Signature]</i>
25	Red	Grifo/viv.(1era viv)	21/07/2023	8:00	0.7	0.37	70167582	Andres molino Pari	<i>[Signature]</i>
26	Red	Grifo/viv.(viv.intermedia)		8:36	0.6	0.25	43852477	Hermelinda Gadoy	<i>[Signature]</i>
27	Red	Grifo/viv.(ultima .viv)		9:15	0.5	0.19	02364639	Isaac molino Pari	<i>[Signature]</i>
28	Red	Grifo/viv.(1era viv)	24/07/2023	8:00	0.8	0.36	70167582	Andres coito Ramirez	<i>[Signature]</i>
29	Red	Grifo/viv.(viv.intermedia)		8:40	0.7	0.26	43852477	Hermelinda Gadoy	<i>[Signature]</i>
30	Red	Grifo/viv.(ultima .viv)		9:29	0.5	0.17	02364639	Isaac molino Pari	<i>[Signature]</i>
31	Red	Grifo/viv.(1era viv)	26/07/2023	8:40	0.8	0.30	70167582	Andres coito Ramirez	<i>[Signature]</i>
32	Red	Grifo/viv.(viv.intermedia)		9:39	0.7	0.27	43852477	Hermelinda Gadoy	<i>[Signature]</i>
33	Red	Grifo/viv.(ultima .viv)		10:10	0.6	0.20	02364639	Isaac molino Pari	<i>[Signature]</i>
34	Red	Grifo/viv.(1era viv)	28/07/2023	8:09	0.7	0.34	70167582	Andres coito Ramirez	<i>[Signature]</i>
35	Red	Grifo/viv.(viv.intermedia)		8:41	0.6	0.30	43852477	Hermelinda Gadoy	<i>[Signature]</i>
36	Red	Grifo/viv.(ultima .viv)		9:43	0.5	0.21	02364639	Isaac molino Pari	<i>[Signature]</i>
37	Red	Grifo/viv.(1era viv)	07/08/2023	8:00	0.9	0.50	70167582	Andres coito Ramirez	<i>[Signature]</i>
38	Red	Grifo/viv.(viv.intermedia)		8:31	0.9	0.45	43852477	Hermelinda Gadoy	<i>[Signature]</i>
39	Red	Grifo/viv.(ultima .viv)		9:17	0.6	0.31	02364639	Isaac molino Pari	<i>[Signature]</i>
40	Red	Grifo/viv.(1era viv)	09/08/2023	8:00	0.8	0.42	70167582	Andres coito Ramirez	<i>[Signature]</i>
41	Red	Grifo/viv.(viv.intermedia)		8:30	0.7	0.40	43852477	Hermelinda Gadoy	<i>[Signature]</i>
42	Red	Grifo/viv.(ultima .viv)		9:00	0.5	0.33	02364639	Isaac molino Pari	<i>[Signature]</i>
43	Red	Grifo/viv.(1era viv)	11/08/2023	8:00	0.7	0.42	70167582	Andres coito Ramirez	<i>[Signature]</i>



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PAUCARCOLLA



44	Red	Grifo/viv.(viv.intermedia)		8:30	0,6	0,39	43852477	Hermelinda Godoy	
45	Red	Grifo/viv.(ultima .viv)		7:10	0,4	0,34	02364639	Isac Molino Pari	
46	Red	Grifo/viv.(1era viv)	14/08/2023	9:00	0,6	0,38	70167582	Andres coito Ramirez	
47	Red	Grifo/viv.(viv.intermedia)		7:30	0,5	0,31	43852477	Hermelinda Godoy	
48	Red	Grifo/viv.(ultima .viv)		10:05	0,3	0,29	02364639	Isac molino Pari	
49	Red	Grifo/viv.(1era viv)	16/08/2023	8:00	0,6	0,37	70167582	Andres coito Ramirez	
50	Red	Grifo/viv.(viv.intermedia)		8:33	0,4	0,20	43852477	Hermelinda Godoy	
51	Red	Grifo/viv.(ultima .viv)		7:27	0,3	0,16	02364639	Isac molino Pari	
52	Red	Grifo/viv.(1era viv)	18/08/2023	8:00	0,6	0,28	70167582	Andres coito Ramirez	
53	Red	Grifo/viv.(viv.intermedia)		8:40	0,5	0,28	43852477	Hermelinda Godoy	
54	Red	Grifo/viv.(ultima .viv)		7:51	0,4	0,20	02364639	Isac molino Pari	
55	Red	Grifo/viv.(1era viv)	21/08/2023	8:06	0,5	0,51	70167582	Andres coito Ramirez	
56	Red	Grifo/viv.(viv.intermedia)		8:41	0,5	0,47	43852477	Hermelinda Godoy	
57	Red	Grifo/viv.(ultima .viv)		10:00	0,4	0,42	02364639	Isac molino Pari	
58	Red	Grifo/viv.(1era viv)	23/08/2023	8:00	0,9	0,50	70167582	Andres coito Ramirez	
59	Red	Grifo/viv.(viv.intermedia)		8:30	0,8	0,45	43852477	Hermelinda Godoy	
60	Red	Grifo/viv.(ultima .viv)		7:07	0,7	0,40	02364639	Isac Molino Pari	
61	Red	Grifo/viv.(1era viv)	25/08/2023	8:40	0,8	0,47	70167582	Andres coito Ramirez	
62	Red	Grifo/viv.(viv.intermedia)		9:36	0,7	0,40	43852477	Hermelinda Godoy	
63	Red	Grifo/viv.(ultima .viv)		10:19	0,7	0,39	02364639	Isac Molino Pari	
64	Red	Grifo/viv.(1era viv)	28/08/2023	8:10	0,7	0,41	70167582	Andres coito Ramirez	
65	Red	Grifo/viv.(viv.intermedia)		8:41	0,6	0,39	43852477	Hermelinda Godoy	
66	Red	Grifo/viv.(ultima .viv)		9:27	0,5	0,24	02364639	Isac molino Pari	
67	Red	Grifo/viv.(1era viv)	30/08/2023	8:00	0,8	0,39	70167582	Andres coito Ramirez	
68	Red	Grifo/viv.(viv.intermedia)		8:36	0,7	0,36	43852477	Hermelinda Godoy	

MUNICIPALIDAD DISTRICTAL DE PAUCARCOLLA

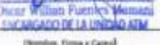
69	Red	Grifo/viv.(ultima .viv)		9:21	0,6	0.33	02544639	Isac molino Pari	<i>[Signature]</i>
70	Red	Grifo/viv.(1era viv)	01/09/2023	9:10	0,8	0.50	70162582	Andrés Cello Ramirez	<i>[Signature]</i>
71	Red	Grifo/viv.(viv.intermedia)		9:40	0,7	0.49	4385242	Hermelinda Godoz	<i>[Signature]</i>
72	Red	Grifo/viv.(ultima .viv)		10:36	0,6	0.47	06324638	Isac molino Pari	<i>[Signature]</i>

Técnico en salud Ambiental de la IPRESS y/o
Fiscal de la DC y/o Promotor de Salud del
Centro Poblado u Operador:

[Signature]

 (Nombre, Firma y Cargo) N° Celular

Responsable del Monitoreo (Área Técnica
Municipal / Monitor:

[Signature]

 (Nombre, Firma y Cargo) N° Celular

(firma)

NOTA: La evidencia visual de las muestras recolectadas.

Fuente. <https://es.scribd.com/document/419861965/Monitoreo-de-Cloro#>

Anexo 03: Gestiones de mejora de la calidad de agua potable.

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Puno 22 de junio del 2023

Sr. OSCAR VILLALTA FLORES
Presidente de la JASS -Paucarcolla

ASUNTO: Verificar la dosificación de cloro total y cloro residual en el agua potable de las viviendas del Distrito de Paucarcolla.

De mi consideración:

Me es grato dirigirme a usted para saludarle cordialmente y a la vez recurrir a su persona como el presidente de la JASS -Paucarcolla. Comentándole que el D.S. N° 031-2010-SA, es el Reglamento de calidad del Agua para el consumo Humano nos dice que el límite máximo permisible Cloro libre residual es mayor o igual al 0.5ml/l y el cloro total menor o igual al 0.5ml/l.

Y no habiendo percibido organolépticamente la dosificación de cloro en el agua potable que llega a nuestros domicilios, solicitamos a su despacho verificar si la dosificación de cloro residual y cloro total esta en el rango aceptable, ya que su ausencia podría ocasionar enfermedades (diarreicas, parasitosis y dérmicas) de nuestros niños, adultos y adultos mayores.

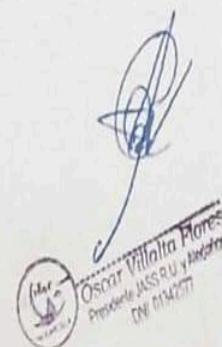
Sin otro particular, agradezco de antemano la atención prestada a la presente solicitud y quedando a su disposición ante cualquier comentario.

Atentamente



47364181

Mary Anyela Mamani Mamani



Oscar Villalta Flores
Presidente JASS PU y Paucarcolla
DNI 8194277



Figura 17: Visita al área técnica municipal del distrito de Paucarcolla para más información.

Nota: elaboración propia.



Figura 18: Visita al área técnica municipal del distrito de Paucarcolla para más información.

Nota: elaboración propia.



Figura 19: Realizando visita a la primera vivienda del sector seleccionado del distrito de Paucarcolla.

Nota: elaboración propia.



Figura 20: Realizando muestra de agua de la primera vivienda en el distrito de Paucarcolla.

Nota: elaboración propia.



Figura 21: Realizando muestra de cloro residual de la vivienda intermedia en el distrito de Paucarcolla.

Nota: elaboración propia.



Figura 22: Realizando muestra de cloro total de la vivienda intermedia en el distrito de Paucarcolla.

Nota: elaboración propia.



Figura 23. Realizando muestra de cloro residual de la última vivienda en el distrito de Paucarcolla.

Nota: elaboración propia.



Figura 24. Registrando los resultados de la muestra en el distrito de Paucarcolla.

Nota: elaboración propia.



Figura 25. Registrando los resultados de la muestra en el distrito de Paucarcolla.

Nota: elaboración propia.