

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL



TESIS

**Cloro residual en el agua de consumo humano con relación a las
enfermedades diarreicas agudas de los pobladores del
distrito de Huayllay, Pasco - 2021**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Ambiental

Autor:

Bach. Kevin Antonio ZARATE CRISTOBAL

Asesor:

Dr. Luis Alberto PACHECO PEÑA

Cerro de Pasco – Perú – 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL



TESIS

**Cloro residual en el agua de consumo humano con relación a las
enfermedades diarreicas agudas de los pobladores del
distrito de Huayllay, Pasco - 2021**

Sustentado y aprobado ante los miembros del jurado:

Mg. Lucio ROJAS VÍTOR
PRESIDENTE

Msc. Edgar Walter PEREZ JUZCAMAYTA
MIEMBRO

Ing. Miguel Ángel BASUALDO BERNUY
MIEMBRO

DEDICATORIA

A mi papá y mamá, por todo su apoyo y dedicación.

AGRADECIMIENTO

A mamá, por todo su apoyo y dedicación, a papa que me dejó en mitad del camino, pero desde el cielo me sigue guiando y a todos los que fueron parte del proceso, de todo corazón gracias.

RESUMEN

En el Perú, las poblaciones han tenido un crecimiento incontrolado y desordenado de sus calles y viviendas, no contando en muchos casos con los principales servicios básicos para una habitabilidad de los miembros del núcleo familiar. Los sistemas de abastecimiento de agua, es un claro ejemplo de ello, principalmente en nuestra provincia, que tiene infraestructura de dotación de este servicio con deficientes condiciones y en un estado vetusto.

En este sentido la presente investigación ha sido desarrollada el 2021, persiguiendo como objetivo el de evaluar la relación entre el cloro residual en el agua de consumo humano y las enfermedades diarreicas agudas de los pobladores del distrito de Huayllay durante el 2021.

Se ha empleado la técnica del muestreo puntual para el análisis de cloro residual libre y la técnica de observación estructurada y documental para registrar y cuantificar los casos de enfermedades diarreicas agudas en los pobladores del área en estudio.

La principal conclusión a la que se ha arribado es que existe una relación inversa entre el cloro residual en el agua de consumo humano y las enfermedades diarreicas agudas de los pobladores del distrito de Huayllay durante el 2021, con un promedio mínimo anual de 0.53 mg/L de cloro residual y 84 casos de pobladores con enfermedades diarreicas agudas; lo que implica que si el nivel de cloro residual es mayor se deben de presentar menos casos de pobladores con enfermedades diarreicas agudas.

Palabras Clave: Cloro residual, enfermedades diarreicas agudas, distrito de Huayllay

ABSTRACT

In Peru, the populations have had an uncontrolled and disorderly growth of their streets and houses, not counting in many cases with the main basic services for habitability of the members of the family nucleus. The water supply systems are a clear example of this, mainly in our province, which has infrastructure providing this service with deficient conditions and in an outdated state.

In this sense, the present investigation has been developed in 2021, pursuing the objective of evaluating the relationship between residual chlorine in water for human consumption and acute diarrheal diseases of the inhabitants of the Huayllay district during 2021.

The punctual sampling technique has been used for the analysis of free residual chlorine and the structured and documentary observation technique to record and quantify the cases of acute diarrheal diseases in the inhabitants of the study area.

The main conclusion that has been reached is that there is an inverse relationship between residual chlorine in water for human consumption and acute diarrheal diseases of the residents of the Huayllay district during 2021, with a minimum annual average of 0.53 mg/ L of residual chlorine and 84 cases of residents with acute diarrheal diseases; which implies that if the level of residual chlorine is higher, there should be fewer cases of residents with acute diarrheal diseases.

Palabras Clave: Residual chlorine, acute diarrheal diseases, Huayllay population

INTRODUCCIÓN

Esta investigación ha sido realizada en el distrito de Huayllay, provincia y región de Pasco, para conocer la relación que puede existir entre nuestras variables de estudios como son el cloro residual de los sistemas de abastecimiento de agua y los casos presentados de pobladores con enfermedades diarreicas agudas.

La tesis está constituida en cuatro capítulos, descritos a continuación: en el capítulo I se presenta la situación problemática a investigar y los propósitos de la investigación; en el capítulo II se presentan los antecedentes y bases teóricas que se ha utilizado en esta investigación; en el capítulo III presentamos los métodos y técnicas de investigación; y finalmente, en el capítulo IV detallamos los resultados de los datos procesados a lo largo de la investigación. Posteriormente, se describe las conclusiones arribadas al concluir la investigación y algunas recomendaciones que permitirán establecer otras investigaciones y acciones futuras en favor de esta situación problemática.

La principal conclusión a la que existe una relación inversa entre las dos variables en estudio, recomendando actuar sobre la variable independiente para reducir los valores de la variable dependiente.

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema.....	1
1.2. Delimitación de la investigación.....	4
1.3. Formulación del problema.	5
1.3.1. Problema general.....	5
1.3.2. Problemas específicos.	5
1.4. Formulación de objetivos.....	5
1.4.1. Objetivo general.....	5
1.4.2. Objetivos específicos.	5
1.5. Justificación de la investigación.	5
1.6. Limitaciones de la investigación.....	7

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio	8
2.1.1 Antecedentes locales.	8

2.1.2	Antecedentes nacionales.	9
2.1.3	Antecedentes internacionales	14
2.2.	Bases teóricas – científicas.	16
2.2.1.	Agua Potable	17
2.2.2.	Calidad del agua potable.	18
2.2.3.	Abastecimiento de agua a las comunidades.	19
2.2.4.	Tratamiento para obtener el agua potable.	20
2.2.5.	El Cloro.	21
2.2.6.	Cloro en el agua potable.	23
2.2.7.	Cloro libre y cloro residual.	24
2.2.8.	Tiempo y análisis del agua.	26
2.2.9.	Reglamento de la calidad del agua para consumo humano.	26
2.2.10.	Enfermedades relacionadas con el consumo de agua.	27
2.3.	Definición de términos básicos.	29
2.4.	Formulación de hipótesis.	32
2.4.1.	Hipótesis general.	32
2.4.2.	Hipótesis específicas.	32
2.5.	Identificación de variables.	33
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores.	33

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de Investigación.....	34
3.2.	Nivel de investigación.....	35
3.3.	Métodos de investigación.....	35
3.4.	Diseño de la investigación.	36

3.5. Población y muestra.	36
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	37
3.6.1. Técnicas de recolección de datos.	37
3.6.2. Instrumentos de recolección de datos.	37
3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.	38
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.	38
3.9. Tratamiento estadístico.	38
3.10. Orientación ética filosófica y epistémica	39

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo	40
4.1.1 Zona de estudio.	40
4.1.2 Toma de muestras de agua.	42
4.1.3 Medición del cloro residual.....	42
4.1.4 Identificación de casos de enfermedades diarreicas agudas.	43
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados.	44
4.2.1 Variación del cloro residual libre en los sistemas de agua por reservorio. ...	44
4.2.2 Niveles mínimos de cloro residual de los sistemas de agua por reservorio. 55	
4.2.3 Estadística descriptiva de cloro residual en los sistemas de agua por reservorio.	58
4.2.4... Variación de enfermedades diarreicas agudas en los pobladores del distrito de Huayllay.	59
4.2.5 Total de pobladores con EDAs de los sistemas de agua por reservorio.	69
4.3. Prueba de hipótesis.....	69
4.4. Discusión de resultados.....	72

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

De acuerdo al Banco Mundial, en la actualidad y a nivel mundial, existen aproximadamente dos mil millones de habitantes no cuentan con acceso al agua potable gestionados eficientemente, tres mil seiscientos millones de habitantes no tienen acceso a servicios de saneamiento seguros y dos mil trescientos millones de habitantes no cuentan con instalaciones para el aseo personal básico. Los factores que han convertido al agua en un riesgo para el progreso económico, la erradicación de la pobreza y el desarrollo sostenible de muchas ciudades; son justamente la existencia de brechas para acceder al abastecimiento de agua y saneamiento seguro, el crecimiento demográfico descontrolado, el uso intensivo de agua en diversas actividades industriales, la variabilidad de las precipitaciones por el cambio climático y la contaminación actual (2022, párr. 2).

Acceder a agua segura es primordial para resguardar la salud de las personas, tal es así que el 2010, las Naciones Unidas la han reconocido como un derecho humano esencial. Bajo ese mismo contexto, la Organización Mundial de

la Salud, determino que cada persona necesita diariamente entre 50 y 100 litros de agua para poder cubrir sus necesidades más básicas. Además, el agua potable para consumo humano no debe contener agentes extraños que puedan afectar la salud de las personas (OMS, 2008).

Nuestro país no es ajeno a esta problemática, tal es así que para Villena la calidad del agua potable y de las fuentes están muy asociadas, debido a estar fuertemente expuestas a metales de origen natural y antropogénicas y a la insipiente tecnología en los procesos de su depuración y tratamiento por parte de las empresas de saneamiento. Concluye que: “La vigilancia de la calidad del agua desde la fuente hasta el consumo humano debe ser una prioridad de política y una efectiva estrategia para consolidar acciones hacia el desarrollo sostenible” (2018, pág. 308).

Para Carvajal et al. (2019): “El agua de consumo humano debe contener minerales como yodo, flúor y cloro, en cantidades permitidas, para evitar enfermedades como el hipotiroidismo, caries dental y enfermedades infecciosas gastro intestinales respectivamente” (p. 6). Además, la ingesta de entre dos a tres litros de agua diariamente, asegura el buen funcionamiento del organismo y, sobre todo, de los riñones.

Para mejorar la calidad de agua de consumo humano se utiliza el cloro, el cual es el agente desinfectante más utilizado a nivel mundial debido a su carácter fuertemente oxidante, su comprobada inocuidad a las concentraciones utilizadas, y a la facilidad de controlar y comprobar unos niveles adecuados. De acuerdo al boletín electrónico de Acquo Tecnología Perú (s.f): “Es fundamental mantener en las redes de distribución pequeñas concentraciones de cloro libre residual, desde las potabilizadoras hasta las acometidas de los consumidores, para asegurar que el agua ha sido convenientemente desinfectada” (párr. 1). Sin embargo, también se

señala que: “la ausencia de cloro libre residual no implica la presencia de contaminación microbiológica” (párr. 3).

En nuestro país, contamos con el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, aprobado con Decreto Supremo N° 031-2010-SA, por el cual se establece las disposiciones generales con relación a la gestión de la calidad del agua para consumo humano, con la finalidad de garantizar su inocuidad, prevenir los factores de riesgos sanitarios, así como proteger y promover la salud y bienestar de la población.

De acuerdo al Estudio de Desempeño Ambiental elaborado por el Ministerio del Ambiente (2015):

No se cuenta con estudios sobre la calidad ambiental de las aguas utilizadas en las actividades económicas y poblacionales vinculadas a la salud de las personas, pero el Estado viene realizando esfuerzos para disminuir el riesgo a las enfermedades de la población; sobre todo las que se encuentran asociadas al agua para uso poblacional. Se identifica que las atenciones por enfermedades diarreicas (EDA) aumentan en poblaciones que no cuentan con acceso o tienen acceso limitado al agua, con lo que se concluye la importancia de seguir invirtiendo en saneamiento básico en todo en el país, para enfrentar esta problemática en salud (pág. 392).

De la misma forma, el mismo documento indica que: “la salud puede verse comprometida cuando agentes externos como bacterias, virus, parásitos o tóxicos contaminan el agua potable, ya sea en la fuente o en el sistema de abastecimiento de agua, las cuales contribuyen a la aparición y propagación de enfermedades diarreicas agudas” (pág. 393).

Esta investigación pretende evaluar la relación existente entre el cloro residual en el agua que consumen los pobladores del área urbana del distrito de Huayllay y la existencia de enfermedades diarreicas agudas por la ingesta del mismo, basándonos en la información producto del trabajo de campo realizado.

1.2. Delimitación de la investigación.

Para la realización de esta investigación, ha sido necesario establecer los límites respecto al espacio, tiempo, universo y contenido, tal como puede apreciarse en la siguiente tabla:

Tabla 1

Delimitación de la investigación.

Tipo	Límite
Delimitación espacial	Distrito de Huayllay, Provincia y Región de Pasco.
Delimitación temporal	Los datos que se han trabajado, pertenecen al periodo comprendido entre los meses de mayo a diciembre del año 2021. Se obvia los 4 primeros meses ya que no se realizó monitoreo y/o control de cloro residual en el distrito,
Delimitación del universo	Datos obtenidos de la Dirección Regional de Vivienda, Construcción y Saneamiento del Gobierno Regional de Pasco y del Centros Asistencia Médico del MINSA del distrito.
Delimitación del contenido	Principales conceptos de saneamiento ambiental y contaminación del agua.

Elaboración propia.

1.3. Formulación del problema.

1.3.1. Problema general

¿Qué relación existe entre el cloro residual en el agua de consumo humano y las enfermedades diarreicas agudas de los pobladores del distrito de Huayllay durante el 2021?

1.3.2. Problemas específicos.

- a) ¿Cuánto es la concentración del cloro residual en el agua de consumo humano del distrito de Huayllay durante el 2021?
- b) ¿Cuántos casos de enfermedades diarreicas agudas se han presentado mensualmente en el distrito de Huayllay durante el 2021?

1.4. Formulación de objetivos.

1.4.1. Objetivo general

Evaluar la relación entre el cloro residual en el agua de consumo humano y las enfermedades diarreicas agudas de los pobladores del distrito de Huayllay durante el 2021.

1.4.2. Objetivos específicos.

- a) Determinar la concentración del cloro residual en el agua de consumo humano del distrito de Huayllay durante el 2021.
- b) Cuantificar los casos de enfermedades diarreicas agudas se han presentado mensualmente en el distrito de Huayllay durante el 2021.

1.5. Justificación de la investigación.

El cloro residual es el sobrante de dicho elemento que queda disponible en el agua, después de que reaccione en el proceso de desinfección. De allí la

importancia de esta investigación porque, a través de ella, se podrá determinar la presencia de cloro en el agua de consumo humano, debido a que este halógeno asegura que las aguas han sido debidamente desinfectadas y por ende disminuye la vulnerabilidad de los pobladores a adolecer de enfermedades diarreicas agudas.

De la misma manera, esta investigación es conveniente para los responsables del manejo de agua de consumo humano en el distrito, pueden planificar mejor su dotación a través de la red de abastecimiento que manejan, y al mismo tiempo, los responsables del sistema de salud pueden ocuparse de casos menores por enfermedades diarreicas.

Es necesario, verificar el cumplimiento de los límites máximos permisibles de cloro en agua de consumo humano de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano y de esa forma poder disminuir el número de pobladores expuestas a enfermedades diarreicas aguda; esto refiere a la justificación social de nuestra investigación.

Como justificación teórica y práctica mencionaremos que podremos aplicar los conocimientos del saneamiento ambiental en lo que respecta a la calidad de agua para consumo humano y buscar la relación con el número de casos de personas con enfermedades diarreicas aguda haciendo uso del tratamiento estadístico de datos.

Por otro lado, la presente investigación es importante debido a que el cloro residual es el responsable de mantener la higiene del agua potable y a su vez, es un factor de seguridad garantizada del agua a ser consumida. Niveles bajos de cloro residual podrían alertar a la entidad responsable frente a la población que consume el agua.

1.6. Limitaciones de la investigación.

La poca disponibilidad de equipos de medición de calidad de agua de consumo humano ha sido la principal limitante para el desarrollo de esta investigación. Sin embargo, a través de la Dirección Regional de Vivienda, Construcción y Saneamiento de Pasco se pudo disponer de estos equipos; lo cual permitió la toma de datos para una de nuestras variables investigativas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

Nuestra investigación toma como referencia diversos antecedentes en el ámbito nacional e internacional; los cuales citamos a continuación:

2.1.1 Antecedentes locales.

El repositorio de nuestra universidad, nos permite tomar como referencia la tesis intitulada *“Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local en la población de la localidad de San Antonio de Rancas, del distrito de Simón Bolívar, provincia y región Pasco – 2018”*, que se resume en:

El estudio se realizó en la localidad de San Antonio de Rancas, distrito de Simón Bolívar, con objetivo de realizar el análisis físico, químico y microbiológico del agua de consumo humano y la percepción local de la población. Para esto se tomó como referencia el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano: DS N° 031 – 2010 – SA del Ministerio de Salud y “Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua” DS N° 004-2017-MINAM, Categoría 1:

Poblacional y Recreacional Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable. De las actividades realizadas para el análisis de agua se tomaron 2 puntos de muestreo los cuales incluye el reservorio de agua y la pileta de una vivienda, para cada sitio de muestreo se recolectó 3 muestras para el análisis físicos, químicos y microbiológicos respectivamente. Para la percepción local de agua de consumo se realizó una encuesta a la población de la localidad de San Antonio de Rancas. Finalizada la investigación podemos determinar que la calidad del agua que consume la población de la localidad de San Antonio de Rancas no es apta para consumo humano, ya que los parámetros de coliformes fecales y totales no cumplen con los Límites Máximos Permisibles establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (D.S N°031-2010-SA), asimismo la percepción local de los pobladores mencionan que esta satisfechos con la cantidad de agua que llega a sus viviendas pero no conocen de la calidad de esta (Atencio, 2018).

2.1.2 Antecedentes nacionales.

El repositorio de la Universidad de Huancavelica, nos permite referenciar la tesis *“Concentración de compuestos clorados en la red de distribución de agua potable en la ciudad de Acobamba, Huancavelica”*, que se resume en:

En la tesis se tuvo el principal objetivo de evaluar la concentración de compuestos clorados en la red de distribución de agua potable de la ciudad de Acobamba, y compararlos con los límites máximos permisibles del DS. N° 031-2010SA. La hipótesis que se plantea como posible respuesta es la concentración de compuestos clorados en la red de distribución de agua potable de la ciudad de Acobamba, no cumplen con los límites máximos permisibles del DS. N° 031-2010-

SA. Se realizó el método de investigación inductivo - deductivo, a través del diseño de investigación no experimental – tipo transversal. Los instrumentos de recolección de datos fueron el comparador de cloro (cloro total) y clorímetro tipo disco (cloro residual libre), ficha de recojo de datos y el DS. N° 031-2010-SA. Para la técnica y procesamiento de análisis de datos se utilizó la prueba de Z a través del cálculo directo y la comprobación con el software Minitab 18, también Microsoft Excel 2016 para realizar las gráficas y otros cálculos. Los resultados obtenidos fueron que la concentración de los compuestos clorados se encuentra en niveles por debajo de los LMP establecidos en el DS. N° 031-2010-SA. Los cuales son ≤ 5 mg/L para cloro total y ≥ 0.5 mg/L para cloro residual libre. En conclusión, la concentración de los compuestos clorados en la red de distribución de agua potable de la ciudad de Acobamba para el cloro total está dentro de los límites máximos permisibles, pero en cantidades mínimas, por lo tanto, el agua es apta para consumo humano, pero no garantiza una buena calidad de agua potable a la ciudad de Acobamba por la inadecuada cloración, por otro lado, el cloro residual libre no cumple con los límites máximos permisibles, por lo tanto, el agua no es apta para el consumo humano (Antezana, 2020).

De la misma manera, y en el mismo repositorio institucional, se cuenta con la tesis intitulada “Dosis de cloro y cloro residual libre en el sistema de agua potable del sector de Puyhúan Grande del distrito y provincia de Huancavelica” que se resumen en lo siguiente:

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la concentración de dosis de cloro presente en el reservorio suministrada por la Junta administradora de Servicio de Saneamiento (JASS) y el cloro residual libre presente en las redes

de distribución domiciliarias, comparando con el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano D.S. N° 031-2010-SA en el sector de Puyhúan Grande del distrito y provincia de Huancavelica. Los materiales utilizados fueron equipo clorímetro, pipetas, celdas para tomas de muestras, probeta, GPS, Cámara, Reactivos de cloro residual libre, etc., el método es inductivo deductivo, La concentración de la dosis de cloro presente para la preparación de la solución madre, se obtuvo mediante las mediciones del volumen, tanque clorador, aforo de caudal de la solución madre, aforo de caudal del reservorio y la cantidad de Hipoclorito de calcio. Para la medición del cloro residual libre presente en las redes de distribución se recolecto datos de 132 viviendas al azar de una población total de 200 viviendas, con un nivel de confianza del 95%, de acuerdo a los resultados obtenidos no tienen en cuenta los factores indispensables en la preparación de la solución madre como el aforo constante del caudal, la cantidad adecuada de Hipoclorito de Calcio, el tiempo de retención y tiempo de contacto. Cabe mencionar que no cuentan con un personal técnico estable para el mantenimiento y vigilancia de la calidad de agua en el reservorio y su distribución, en la obtención y medición del cloro residual libre en la redes de distribución domiciliaria utilizan métodos inadecuados no concordante con el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano D.S. N° 031-2010-SA, el reglamento especifica que el 90% de viviendas vigiladas deben contener de 0.5 a 5 mg/L de cloro residual libre mientras que el 10% restante debe contener los 0.3 mg/L mínimo de cloro residual libre, los resultados obtenidos demuestran que la dosificación no es correcta para el volumen de ingreso de agua al reservorio, dado que el cloro libre residual en el reservorio es mínimo 0.4 mg/L y máximo 0.5 mg/L, y en las redes de distribución el mínimo es

0 mg/L y el máximo encontrado fue 0.39 mg/L, con ello se concluye que no se cumple con lo recomendado por el reglamento de calidad de agua de consumo humano (Pérez & Ramos, 2018).

También, se ha considerado al artículo publicado en la Revista de Investigaciones Altoandinas, bajo el título de *“Distribución temporal de las enfermedades diarreicas agudas, su relación con la temperatura y cloro residual del agua potable en la ciudad de Puno, Perú”*, el que se resume en:

El consumo de agua potable es vital para el vivir diario de los seres humanos, y consecuentemente una inadecuada calidad del mismo conlleva a la transmisión de enfermedades. En ese sentido, el objetivo de la presente investigación fue analizar la distribución temporal de las Enfermedades Diarreicas Agudas (EDAs) y su relación con la temperatura y cloro residual del agua potable, en la ciudad de Puno, Perú. La investigación es de tipo descriptiva y explicativa, con un tipo de diseño de investigación no experimental y longitudinal. Se utilizó los datos obtenidos de la Red de Salud de la región de salud Puno y de la Empresa Municipal de Saneamiento, EMSA Puno. Se logró identificar que el cloro residual en el sistema de distribución de agua está por encima de 0.5 mg/l. La correlación cruzada realizada nos señala que las variaciones históricas de las EDAs están asociadas a la temperatura. Por consiguiente, las EDAs no son causadas directamente por el agua distribuida por la empresa proveedora de servicio de agua potable, debiendo existir otros factores en su casuística endémica. (Ferró y otros, 2019)

Así mismo, consideramos a la tesis intitulada “*Determinación de Cloro residual en la red de distribución de agua potable de los anexos del distrito de Matucana - Octubre 2020*”, cuyo extracto es el siguiente:

El estudio fue determinar la cantidad de cloro residual en la red de distribución de agua potable de los anexos del distrito de Matucana durante el 2020; las metodologías usadas fueron la observacional y descriptiva, siendo la población los puntos de recolección de agua y con cuatro muestras existentes por cada anexo. Los resultados mostraron que el promedio de cloro residual de las cuatro muestras existentes por cada anexo es como sigue: Huaripeña de 0,20 mg/l, Los Olivos de 0,23 mg/l, Cacachaqui 0,30 mg/l, Moyoc 0,03 ml/l y Huariquiña 0,35 mg/l. Con dichos resultados, podemos afirmar que la concentración de cloro residual, no sobrepasa los límites permitidos en la red de distribución de agua potable de los anexos del distrito de Matucana en el mes de octubre 2020 (Escalante, 2020).

Finalmente, tenemos como antecedente nacional a la investigación intitulada “*Determinación de cloro residual en agua de consumo humano del Centro Poblado La Palma, distrito San Bernardino, 2019*”, resumida en lo siguiente:

La contaminación del agua es un problema global, por lo que es necesario identificar a que categoría de agua pertenece para poder tratarla según D.S. N° 004-2017-MINAM. El centro poblado La Palma cuenta con un sistema de cloración por goteo, donde se utiliza hipoclorito de calcio al 70% en un tanque de agua Rotoplas 600L el cual abastece a 25 familias; debido a ello se tuvo por conveniente evaluar la concentración de cloro residual presente en el agua de consumo humano en la línea de distribución inicial, intermedia y final de dicho lugar, así mismo

determinar si se cumple o no con el D.S. N° 031-2010-S.A. Para el desarrollo de la investigación se utilizaron equipos calibrados, mostrados en el punto 2.4. A su vez se recolectaron 24 muestras durante septiembre, octubre y noviembre del 2019. Respecto a los resultados obtenidos, expuestos en la tabla 12, se infiere que la solución madre utilizada para la cloración no es la adecuada, y los responsables del manejo del sistema de agua potable no conocen el procedimiento para preparar la solución madre como: el aforo constante del caudal, los gramos adecuados de hipoclorito de calcio al 70% y el tiempo de retención del desinfectante (Díaz & Ríos, 2020).

2.1.3 Antecedentes internacionales

Como antecedente internacional, citaremos en primera instancia la tesis *“Niveles de cloro residual libre en la red de distribución de agua potable en una institución de educación superior en la ciudad de Cali en el año 2019”*, que se resume en lo siguiente:

El presente trabajo de investigación se realizó por siete semanas, una toma de registros diarios de niveles de cloro residual libre, en cuatro puntos estratégicos dentro de la red de acueducto en una institución pública de educación superior, dichos registros se tomaron para determinar la potabilidad del agua en las zonas de mayor consumo y uso de este recurso. Se establecieron los niveles de cloro residual libre con el reactivo DPD (Dietil-P-Fenil-enDiamina) en gotas, que al ser mezclado con 10 mL de agua dentro de un medidor de dos celdillas que reaccionaron inmediatamente, dando una coloración determinada para cada muestra, cada resultado se comparó con los colores patrones impresos en el medidor, obteniendo los valores numéricos de cloro residual libre por muestra. Dichos valores se

tabularon y graficaron, se obtuvieron los siguientes valores promedio de cloro residual libre de los cuatro puntos de registros: 1.1, 1.0, 0.99, 0.90, mg/L partiendo desde el punto de la red interna más cercano a la entrada de alimentación, hasta los puntos más lejanos, respectivamente. Finalmente, como la Resolución 2115 de 2007 contempla que para que el agua sea potable, los niveles de cloro residual libre deben estar entre 0,3 y 2 mg /L, se concluyó que los valores obtenidos en el presente estudio sí pertenecen a dicho rango, independientemente si el agua en las zonas estudiadas se utilizó para alimentación, recreación o consumo diario (Tinoco, 2019).

Finalmente, se ha considerado como antecedente, a la tesis *“Cuantificación de cloro residual en agua potable y su inhibición con tiosulfatos”*, que es resumido en:

La cobertura de agua potable en Bolivia llega al 86 %, Todos conocemos la importancia del agua en la vida de cualquier ser vivo del planeta. Por ello, su calidad es un tema de alta importancia cada vez más por motivos como la salud de la población, el desarrollo económico nacional y la calidad ambiental de los ecosistemas, pese a que tanto el agua como el saneamiento son derechos humanos reconocidos por las Naciones Unidas. Por eso la importancia de estudiar la calidad de agua potable. El presente trabajo fue realizado en el Laboratorio de Calidad Ambiental LCA de la UMSA Donde se llevó a cabo la implementación y cuantificación de cloro residual en agua potable de con N,N-dietil-p-fenilendiamina (DPD). Se implementó la metodología para la determinación de Cloro residual en agua potable, los resultados muestran linealidad para la determinación de cloro residual en el rango de 0,1 ppm a 2.5 ppm de cloro,

mostrando la ecuación $Y = 0.832x + 0.073$ y un coeficiente de correlación del 0.9935. Las medidas de cloro residual en las piletas de agua potable dentro del laboratorio mostro que se tienen concentraciones muy bajas de cloro residual comprendiendo valores desde 0 hasta 0,15 ppm, evidenciando la falta de cloración en esta parte de la red, ya que según la OMS debería tener como mínimo 0,2-0,15 ppm de cloro residual para poder mantener el agua desinfectada, destruir los microorganismos presentes, y quede el resto de cloro residual para que tenga acción germicida. Los datos nos revelan que existe una falta de control de calidad de agua potable adecuado y falta de análisis completos para caracterizar la potabilidad de agua de red (Luque, 2018).

2.2. Bases teóricas – científicas.

El agua es el líquido esencial para la vida en el planeta y; por ello, todos debemos de disponer de un abastecimiento accesible, seguro y satisfactorio. El acceso adecuado al agua de consumo humano es acompañado de diversos beneficios para la salud.

De acuerdo a Villena (2018): “La relación de la calidad de agua con la salud, es evidente y es una prioridad sanitaria desde siempre, incluso a nivel programático desde la conferencia de Alma Ata, evento de política de salud internacional más importante realizado en 1978”. La Declaración de Alma Ata, firmado en tal conferencia, destaca que para alcanzar un mejor nivel de salud de los pueblos de debe de dar prioridad al desarrollo de adecuadas fuentes de agua potable y de salubridad básica. Para la Organización Mundial de la Salud (OMS),

además de la relación entre la calidad del agua y la salud, existe una relación muy directa entre la calidad del agua y la pobreza de una determinada zona.

Posteriormente, en el año 1992 se redacta la Declaración de Dublín en la Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente (CIAMA), estableciéndose principios rectores para atender la relación entre el agua y el desarrollo sostenible y que son vigentes hasta la actualidad y pueden conducir los esfuerzos mundiales hacia las metas de la Agenda del Desarrollo Sostenible al 2030 de las Naciones Unidas (Villena, 2018).

2.2.1. Agua Potable

Es conocido que: “el agua es parte de un sistema natural complejo; vital para el hombre y toda forma de vida, con reconocimiento generalizado de ser un bien económico de carácter público” (Sánchez, 2009).

El agua potable, denominada también agua para consumo humano, viene a ser: “el agua que puede ser consumida sin restricción; dicho término se aplica al agua que cumple con las normas de calidad promulgadas por las autoridades locales e internacionales” (Cordero & Ullauri, 2011).

El agua de consumo humano, debe ser potabilizada. En ese sentido, de acuerdo los módulos informativos del Ministerio del Ambiente, se afirma que:

La potabilización del agua tiene por finalidad reducir los contaminantes tóxicos que contiene, es decir, metales pesados (como fierro y plomo) y sustancias tóxicas (como arsénico, antimonio, cianuros, nitratos, nitritos, sulfatos, sulfitos). Además, con la potabilización se elimina el calcio y el bario. Asimismo, se disminuye la dureza del agua para uso doméstico y se preserva con cloro y flúor,

sustancias que impiden la presencia de microorganismos nocivos para la salud (Ministerio del Ambiente, 2015).

2.2.2. Calidad del agua potable.

El agua contiene muchas sustancias, de orden químico y/o biológico, disueltas o suspendidas en ella; además, contiene organismos vivos que reaccionan con muchas de esas sustancias.

De acuerdo a Sánchez (2009): “se considera al agua como potable cuando por su calidad química, física y bacteriológica, es apta para el consumo humano, y cumple con las normas de calidad establecidas en la normatividad nacional” (pág. 34).

La condición de mayor importancia y de difícil cumplimiento en los sistemas de abastecimiento de agua, es la calidad bacteriológica. Para Sanchez (2009), dichas características:

Son determinadas en laboratorios especializados y con equipos específicos, por análisis realizados en muestras de agua, se establece principalmente dos indicadores de contaminación: las colonias de bacterias coliformes totales y las de coliformes fecales. Se ha reconocido que los microorganismos del grupo coliforme, son indicadores microbianos de la calidad del Agua Potable, debido a que son fáciles de detectar. Se caracterizan por fermentar la lactosa en cultivos a 35° ó 37°C; entre ellos podemos indicar a la Escherichia coli, Citrobacter, Enterobacter y Klebsiella. (pág. 34)

Respecto a la calidad física, es exigible que el agua potable cumpla de determinadas características relacionadas al color, olor, sabor, temperatura y turbidez. Sánchez (2009) menciona que: “Estos parámetros son críticos para la

aceptación del producto por parte de la población usuaria; un olor, sabor y una temperatura desagradable, así como un color y una turbidez más allá de los límites establecidos, pueden provocar rechazo y quejas” (pág. 36).

Finalmente, Sánchez (2009) enmarca las características químicas del agua potable en:

El agua puede contener elementos como el amonio, arsénico, bario, boro, cadmio, cloruros y otras sustancias potencialmente tóxicas. Por ello debe realizarse un análisis que defina sus características químicas y su composición de acuerdo a los parámetros establecidos en la normativa y reglamentación. El pH del agua por ejemplo, es una cualidad química importante, ya que su salida de los parámetros normales, puede ocasionar daños a los consumidores y a la misma infraestructura en sí, ocasionando la corrosión de las tuberías. (pág. 36)

En esa perspectiva, la Organización Mundial de la Salud (1998) determina que: “la calidad inocua del agua suministrada a las comunidades es una consideración importante en la protección de la salud y el bienestar humanos, pero no es el único factor que afecta a los consumidores” (pag. 2). Es decir, no solo la preocupación debe centrarse en el acceso al agua sino también en otros factores como la población a abastecer y la fiabilidad del abastecimiento.

2.2.3. Abastecimiento de agua a las comunidades.

Las Naciones Unidas desde el año 1977 han adoptado el siguiente principio: “todos los pueblos, cualquiera que sea su etapa de desarrollo y su condición social y económica, tienen derecho a tener acceso al agua potable en la cantidad y de la calidad que correspondan a sus necesidades básicas”.

La evaluación del funcionamiento de un sistema de abastecimiento de agua, es dada a través de los indicadores cuantitativos que incluyen: calidad, cobertura, cantidad, continuidad y costo.

“En conjunto, estos cinco indicadores del servicio sirven de base para el establecimiento de objetivos para el abastecimiento de agua a la comunidad” (Organización Mundial de la Salud, 1998).

2.2.4. Tratamiento para obtener el agua potable.

Cuando el agua no es apta para consumo humano, es necesario la realización de un tratamiento corrector o potabilizador que puede ser físico, químico o bacteriológico.

El tratamiento físico consiste en eliminar la turbiedad, el color y las materias en suspensión que no asientan de manera cómoda. “Es necesario un tratamiento previo con un coagulante químico, a lo que sigue la decantación o clarificación y luego la filtración a través de un manto de arena u otro material inerte. Finalmente, se realiza un tratamiento de desinfección, más o menos intenso según el grado de contaminación” (Ministerio del Ambiente, 2015).

Por otro lado, el tratamiento químico esta referido a: “la corrección del pH del agua, la disminución de la dureza del agua, la eliminación de los elementos nocivos o el agregado de ciertos productos químicos, como flúor para prevenir las caries” (Ministerio del Ambiente, 2015).

Finalmente, el tratamiento bacteriológico se refiere exclusivamente a la desinfección del agua con cloro; pudiendo utilizarse: cloro puro, sales clorógenas o hipocloritos. Las separatas del MINAM (2015) mencionan que: “las dosis a utilizar generalmente se fijan en base al cloro residual, cuyo valor debe estar entre

0.05 mg/L y 0.1 mg/L, de esta manera el agua queda a cubierto de cualquier contaminación secundaria” (pág. 8).

2.2.5. El Cloro.

Ciertas sustancias químicas usadas en el tratamiento y otras sustancias por contacto con el sistema abastecedor pueden contaminar el agua de consumo final. Tal es así que, “algunas sustancias se añaden deliberadamente al agua durante su tratamiento (aditivos directos), y algunas de ellas (por ejemplo, sales, monómeros o residuos de polímeros coagulantes) pueden quedar involuntariamente retenidas en el agua tratada” (Organización Mundial de la Salud, 2018). Ejemplo de ellos son: la cloramina y el cloro; que son aditivos añadidos de modo deliberado y su presencia residual producto de la desinfección genera efectos beneficiosos.

El cloro se produce en grandes cantidades y se utiliza en el ámbito industrial y doméstico como un desinfectante importante y como lejía. En particular, se usa ampliamente para la desinfección de piscinas y es el desinfectante y oxidante más utilizado en el tratamiento del agua de consumo humano. El cloro reacciona con el agua y forma ácido hipocloroso e hipocloritos. Las concentraciones de clorato y algunos percloratos aumentan en soluciones de hipoclorito durante el almacenamiento a temperatura ambiental alta o cuando se añade hipoclorito nuevo al hipoclorito que tiene más tiempo. No se han observado efectos adversos específicos relacionados con el tratamiento en personas y animales expuestos al cloro del agua de consumo humano (OMS, 2018, pág. 395).

A continuación, mostramos algunas características técnicas de este elemento químico:

Tabla 2

Ficha técnica del Cloro

Valor de referencia	5 mg/l (5000 µg/l)
Presencia	Está presente en la mayoría de los sistemas de abastecimiento de agua de consumo humano desinfectada, en concentraciones de 0.2 a 1 mg/l
Límite de detección	0.01 µg/l mediante HPLC tras derivación precolumna a 4-bromoacetanilida; 10 µg/l como cloro libre mediante colorimetría; 200 µg/l mediante cromatografía iónica.
Eficacia de tratamiento	Es posible disminuir eficazmente la concentración de cloro a cero (< 0.1 mg/l) mediante reducción. No obstante, es una práctica normal abastecer agua con unas pocas décimas de miligramo por litro de cloro para que actúe como desinfectante residual durante la distribución.
lo del valor de referencia	
• asignación al agua	de la IDT
• peso	de 60 kilos

• consumo	2 litros al día
Observaciones adicionales	El valor de referencia es conservador, ya que en el estudio crítico no se determinó una dosis sin efecto adverso.
	La mayoría de las personas perciben el sabor del cloro cuando su concentración es la del valor de referencia.

Fuente: (Organización Mundial de la Salud, 2018)

2.2.6. Cloro en el agua potable.

Es posible mejorar la calidad del agua para consumo mediante la decantación, el filtrado y la desinfección. De acuerdo a la OMS (2009): “la eliminación de los organismos patógenos y la desinfección se pueden lograr de muchas formas, pero la más común es mediante la adición de cloro; sin embargo, el cloro sólo actúa de forma correcta si el agua está limpia”. Bajo ese enfoque, la forma de actuar del cloro es la siguiente:

Al añadir el cloro, éste purifica el agua al destruir la estructura celular de los organismos, lo cual los elimina. Sin embargo, este proceso sólo funciona si el cloro entra en contacto directo con los organismos. Si el agua contiene lodo, las bacterias se pueden esconder dentro del mismo y no son alcanzadas por el cloro.

El cloro necesita cierto tiempo para destruir todos los organismos. En agua a una temperatura mayor de 18°C, el cloro debe estar en contacto con el agua, al menos, durante 30 minutos. Si el agua está más fría, el tiempo de contacto se debe incrementar.

Por esta razón, es normal que se le añada cloro al agua apenas se introduce en el tanque de almacenamiento o en una tubería larga de distribución, para darle tiempo a que el producto químico reaccione con el agua antes de llegar al consumidor.

La efectividad del cloro también se ve afectada por el pH (acidez) del agua. La cloración no es efectiva si el pH es mayor de 7,2 o menor de 6,8 (pág. 2).

Al margen de ello, y de acuerdo a lo referido en las guías publicadas por la OMS (2018), se determina que:

La mayoría de las personas pueden detectar, mediante el olfato o el gusto, la presencia en el agua de uso y consumo humano de concentraciones de cloro bastante menores que 5 mg/l, y algunas incluso pueden detectar hasta 0.3 mg/l. El umbral gustativo del cloro es menor que su valor de referencia basado en efectos sobre la salud (pág. 262).

2.2.7. Cloro libre y cloro residual.

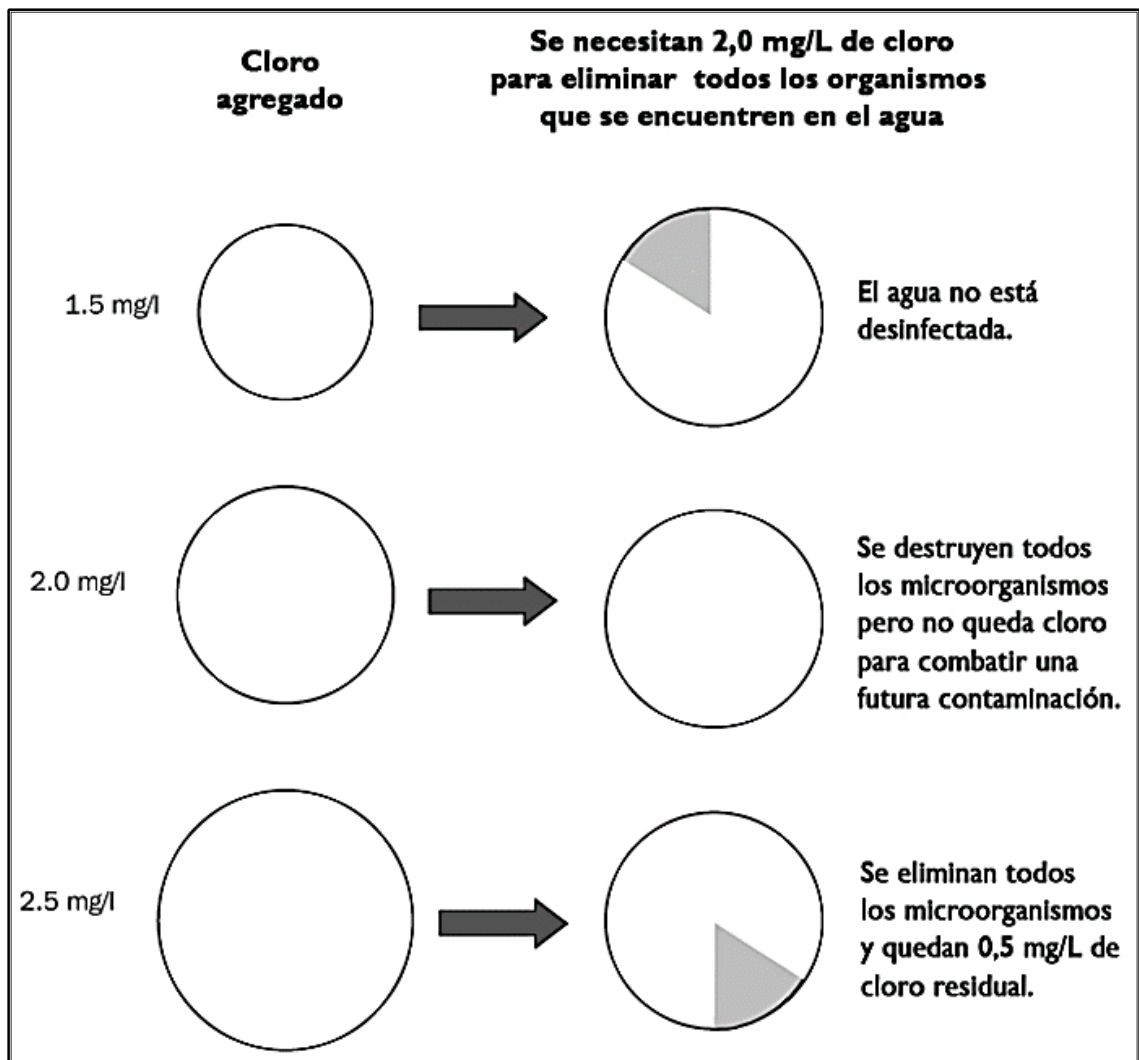
Es conocido que el cloro es un producto químico relativamente económico y de fácil disponibilidad; el cual, si es disuelto en agua limpia en cantidad adecuada, destruirá a la mayor parte de los organismos causantes de enfermedades, sin poner en peligro la salud de las personas. Sin embargo, a medida que los organismos se destruyen por su acción, el cloro también se consume. A los residuales de cloro en el agua se le llama cloro libre.

El cloro libre permanece en el agua hasta perderse en el mundo exterior o hasta usarse para contrarrestar una nueva contaminación. Esto permite demostrar que, si al analizar el agua encontramos cloro libre en ella, la mayor parte de organismos peligrosos ya fueron eliminados del agua y es seguro poder consumirla.

Dicho procedimiento, es conocido como la medición del cloro residual; tal es así que: “La medida del cloro residual en un suministro de agua es un método simple pero importante para revisar si el agua que se suministra es segura para beber” (Organización Mundial de la Salud, 2009).

Figura 1

Efecto del cloro residual.



Fuente: (Organización Mundial de la Salud, 2009)

2.2.8. Tiempo y análisis del agua.

Una de las Guías técnicas sobre saneamiento, agua y salud de la Organización Mundial de la Salud (2009) menciona que el cloro residual se determina en los siguientes puntos:

Primeramente, inmediatamente después de que se ha añadido el cloro al agua para revisar que el proceso de cloración esté funcionando; luego, en el sitio de entrega al público más cercano al punto de cloración, para verificar que los niveles de cloro residual estén dentro de los límites establecidos (entre 0,5 y 0,2 mg/L); y finalmente, en el punto más lejano de la tubería, donde probablemente los niveles de cloro residual sean los más bajos. Si los niveles de cloro se encuentran por debajo de 0,2 mg/L, es necesario añadir más cloro en un punto intermedio de la red de tuberías (pág. 2).

2.2.9. Reglamento de la calidad del agua para consumo humano.

Esta normativa ha sido emitida por la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud a través del Decreto Supremo N° 031 – 2010 – SA de fecha 26 de setiembre del 2010. Consta de 10 títulos, 81 artículos, 12 disposiciones complementarias, transitorias y finales y 5 anexos; donde se establece las disposiciones para una adecuada gestión de la calidad del agua de consumo humano que busque garantizar su inocuidad, prevenir los factores de riesgos sanitarios; protegiendo y promoviendo la salud y bienestar de la población.

Dicho reglamento, no solo establece los límites máximos permisibles para los parámetros microbiológicos, parasitológicos, organolépticos, químicos orgánicos e inorgánicos y parámetros radiactivos en el agua de consumo; sino

también asigna diversas responsabilidades a los Gobiernos Regionales en lo referido a la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano.

2.2.10. Enfermedades relacionadas con el consumo de agua.

Para muchos de nosotros, es difícil relacionar el consumo agua contaminada con la aparición de enfermedades, ya que en la actualidad podemos disponer de alternativas de desinfección domiciliaria, disminuyendo la probabilidad de padecer alguna afección o malestar por dicha causa. Sin embargo, ello no debe alejarnos de una realidad que aún hoy afecta a muchas comunidades. A continuación, la tabla 3 nos describe algunas de las enfermedades transmitidas por el consumo de agua no tratada adecuadamente.

Tabla 3

Enfermedades transmitidas por agua contaminada

Enfermedad	Descripción
Diarrea	Provoca que las personas pierdan líquido y electrolitos, lo que supone la deshidratación y lleva en algunos casos a causar la muerte en el paciente. Los niños y las niñas que padecen episodios repetidos de esta dolencia son más vulnerables ante la desnutrición y otras enfermedades.
Disentería	Provocada por bacterias, esta enfermedad causa diarrea en los pacientes. En las personas adultas rara vez sucede, aunque bien es cierto que los niños y las niñas son sus principales víctimas.

Cólera	Es una infección bacteriana aguda del intestino que provoca numerosos episodios de diarrea y vómitos intensos, los cuales, a su vez, pueden generar deshidratación aguda y provocar la muerte.
Paludismo	Es una enfermedad provocada por un parásito transmitido a través ciertos tipos de mosquitos que habitan en zonas de aguas estancadas o en sitios donde el agua no goza de la calidad suficiente.
Esquistosomiasis	Esta anomalía es causada por parásitos que penetran la piel de las personas que se están lavando o bañando en fuentes de agua contaminado, provocando infecciones que dañan el hígado, los intestinos, los pulmones y la vejiga, entre otros órganos.
Tifus	Enfermedad provocada por bacterias que causa fiebres, diarreas, vómitos e inflamación del bazo y del intestino.
Tracoma	Es una infección de los ojos provocada por las deficientes prácticas higiénicas debido a la falta de agua o la existencia de condiciones

insalubres. Los niños y las niñas son especialmente vulnerables a ella.

Fiebre tifoidea	Es una infección bacteriana causada por la ingesta de agua contaminada. Los pacientes a quienes se les diagnostica sufren dolor de cabeza, náuseas y pérdida de apetito, entre otros síntomas.
-----------------	--

Fuente: (OXFAM Intermón, 2017)

Sin embargo, el agua contaminada no es la única causa de las enfermedades que se han enumerado en la tabla anterior. Situaciones como: la cantidad de agua, la falta de saneamiento y las malas prácticas de higiene también juegan un papel importante en la aparición de las mismas.

Además, podemos añadir otras enfermedades y anomalías que se derivan del consumo de agua contaminada o en condiciones insalubres, siendo las siguientes: anemia, anquilostomiasis, arsenicosis, ascariasis, botulismo, dengue, criptosporidiosis, campilobacteriosis, toxinas cianobacteriales, encefalitis japonesa, dracunculiasis, fluorosis, giardiasis, hepatitis, anquilostomiasis, legionelosis, leptospirosis, polio, filariasis linfática, malaria, malnutrición, metahemoglobinemia, oncocercosis, tinea, escabiosis, trichuriasis, entre otras (Organización Mundial de la Salud, 2009).

2.3. Definición de términos básicos.

Agua de consumo humano: Agua apta para consumo humano y para todo uso doméstico habitual, incluida la higiene personal (DIGESA, 2011).

Bacteria: Pequeños microorganismos unicelulares, que se reproducen por la fisión de esporas (Alcocer y Tzatchkov, 2007).

Calidad del agua: Es la determinación de la calidad del agua suministrada por el proveedor, de acuerdo a los requisitos físicos, químicos, microbiológicos y parasitológicos del agua para consumo humano establecidos en el presente Reglamento (DIGESA, 2011).

Cloraminas: Derivados de amoniaco por sustitución de uno, dos o tres átomos de hidrógeno con átomos de cloro y todos los compuestos orgánicos nitrogenado (Alcocer y Tzatchkov, 2007).

Cloro combinado: Es la fracción de cloro total presente en forma de cloraminas o cloraminas orgánicas (Alcocer y Tzatchkov, 2007).

Cloro total: Es la concentración de cloro, tanto libre como combinado, que se mide tras un período de tiempo determinado en aguas sometidas a cloración (Alcocer y Tzatchkov, 2007).

Demanda: Volumen total de agua requerido por una población para satisfacer todos los tipos de consumo, incluyendo las pérdidas del sistema. En calidad del agua la demanda se define como la diferencia entre la dosis de cloro que se aplica y el cloro residual libre que existe al finalizar el tiempo de contacto. También se define como la cantidad de cloro consumido en reacción química en mg/L (Alcocer y Tzatchkov, 2007).

Desinfección: Significa el procedimiento mediante el cual se adoptan medidas sanitarias para controlar o eliminar agentes infecciosos presentes en la superficie de un cuerpo humano o animal o en equipajes, cargas, contenedores, medios de

transporte, mercancías o paquetes postales mediante su exposición directa a agentes químicos o físicos (OMS, 2016).

Dosis: La cantidad de una sustancia a la que se expone una red de distribución durante un período de tiempo. En general, cuanto mayor es la dosis, mayor es la probabilidad de un efecto nocivo o benéfico (Alcocer y Tzatchkov, 2007).

Límite máximo permisible: Son los valores máximos admisibles de los parámetros representativos de la calidad del agua (DIGESA, 2011).

Mezcla de agua: Varios elementos, compuestos o ambos, que son mezclados con el agua, durante un proceso de tratamiento de aguas (Alcocer y Tzatchkov, 2007).

Muestra: Porción representativa de las condiciones naturales de un cuerpo de agua (DIGESA, 2011).

Monitoreo: Seguimiento y verificación de parámetros físicos, químicos, microbiológicos señalados en el presente reglamento y de factores de riesgo en los sistemas de abastecimiento del agua (DIGESA, 2011).

Oxidación: Pérdidas de electrones de un elemento, ión o compuesto por la acción del oxígeno u otro agente oxidante (Alcocer y Tzatchkov, 2007).

Parámetros microbiológicos: Son los microorganismos indicadores de contaminación y/o microorganismos patógenos para el ser humano analizados en el agua de consumo humano (Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano-Perú, 2011).

Protección microbiana: Son los mecanismos de protección contra la multiplicación de microorganismos como las bacterias, algas, diatomeas, plancton, y fungís (Alcocer y Tzatchkov, 2007).

pH: Medida de la acidez o de la alcalinidad de una sustancia. Es el logaritmo negativo de la concentración de iones de hidrógeno. Una escala numérica utilizada para medir la acidez y basicidad de una sustancia (Alcocer y Tzatchkov, 2007).

Reactivos: Son las sustancias que tenemos antes que se produzca la reacción (Alcocer y Tzatchkov, 2007).

Sustancia no conservativa: Solute que presenta una variación (disminución o aumento) en su concentración, originada por la reacción (Alcocer y Tzatchkov, 2007).

Tiempo de residencia: Intervalo de tiempo que permanece un elemento de un lugar específico (Alcocer y Tzatchkov, 2007).

Vigilancia: Significa la compilación, comparación y análisis de datos de forma sistemática y continua para fines relacionados con la salud pública (OMS, 2016).

2.4. Formulación de hipótesis.

2.4.1. Hipótesis general

Existe una relación inversa entre el cloro residual en el agua de consumo humano y las enfermedades diarreicas agudas de los pobladores del distrito de Huayllay durante el 2021.

2.4.2. Hipótesis específicas.

- a) La concentración del cloro residual en el agua de consumo humano del distrito de Huayllay durante el 2021 es mayor a 0.5 mg/L (Reglamento de calidad de agua para consumo humano).
- b) Se superan más de 100 casos anuales de enfermedades diarreicas agudas en el distrito de Huayllay durante el 2021.

2.5. Identificación de variables.

Las variables de trabajo para las hipótesis formuladas son las siguientes:

Variable independiente: Cloro residual en el agua de consumo humano del distrito de Huayllay.

Variable dependiente: Enfermedades diarreicas agudas de los pobladores del distrito de Huayllay.

Variable interviniente: Reglamento de calidad de agua para consumo humano.

2.6. Definición operacional de variables e indicadores.

Tabla 4

Definición operacional de las variables de investigación

Variables	Tipo de Variable	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
Cloro residual en el agua de consumo humano del distrito de Huayllay	Independiente	Verificación del remanente de cloro en el agua después del proceso de su desinfección en el sistema de abastecimiento a las viviendas.	Ubicación de la vivienda en el abastecimiento del agua. - Cloro residual.	Concentración de cloro residual en el agua	Hoja de registro de datos
Enfermedades diarreicas agudas en los pobladores del distrito de Huayllay	Dependiente	Número mensual de casos de personas con enfermedades diarreicas agudas de acuerdo a grupo etario.	- Centros de salud - Zona de vivienda del poblador	Caso de EDA por zona Caso de EDA por centro de salud	Hoja de registro de datos

Fuente: elaboración propia.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación

De acuerdo a Hernandez et al. (2014) nuestra investigación es del tipo básica, ya que busca ampliar los conocimientos del área ambiental sin prestar interés en sus futuras aplicaciones y/o consecuencias prácticas. Dicho de otro modo, con esta investigación se determina la calidad del agua que consumen los pobladores del distrito de Huayllay respecto al parámetro de cloro residual, que puede ser de utilidad a las autoridades del ámbito local para implementar acciones de mejora en la gestión de abastecimiento de este líquido elemento de acuerdo a la reglamentación nacional.

Por otro lado, de acuerdo a Tamayo (2003) esta investigación es del tipo descriptiva, puesto que registra, analiza e interpreta la naturaleza actual de las variables en estudio. Bajo este enfoque, se trata de pormenorizar la situación problemática de relación entre las variables en estudio.

Del mismo modo, y de acuerdo al periodo temporal que se realiza, determinamos que nuestra investigación es del tipo transversal, debido a la comparación de determinadas características en un momento concreto, compartiendo todos los entes la misma temporalidad de estudio.

3.2. Nivel de investigación.

De acuerdo a Hernandez et al. (2014) nuestra investigación es de nivel correlacional, debido a que se busca establecer una relación entre las dos variables en estudio midiendo el grado de asociación que existe entre ellas haciendo uso de las pruebas estadísticas necesarias. En nuestro caso, la investigación correlacional determina el tipo de relación existente entre el cloro residual y los casos de enfermedades diarreicas agudas en los pobladores del distrito de Huayllay durante el 2021.

3.3. Métodos de investigación.

Nuestra investigación presenta un enfoque cuantitativo, lo que implica el uso del método científico donde formulamos el problema; planteamos y contrastamos nuestras hipótesis; y, arribamos a conclusiones de acuerdo a los objetivos planteados al inicio de la investigación.

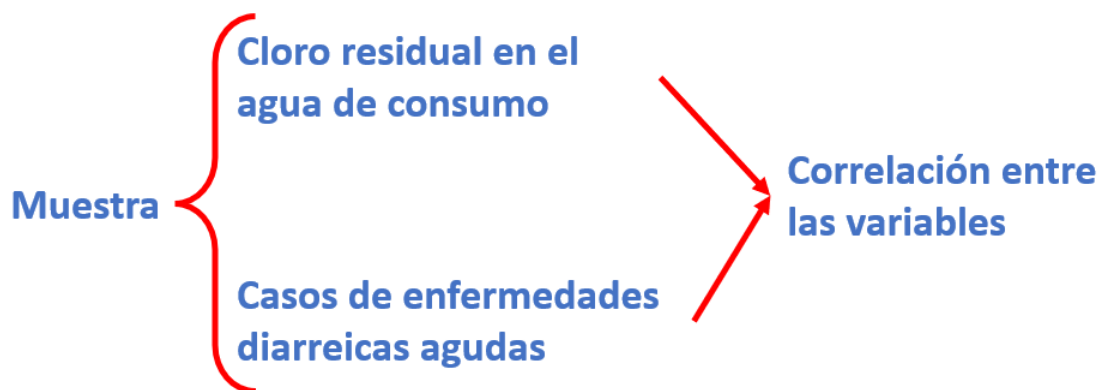
De la misma manera, podemos mencionar que se ha trabajado con un método descriptivo, que permite describir los resultados de acuerdo a como se presentan, sin ninguna manipulación o distorsión alguna (Sánchez & Reyes, 2006).

3.4. Diseño de la investigación.

Nuestra investigación presenta un diseño no experimental, puesto que no es posible la manipulación de las variables en estudio de manera intencional. Ello conlleva a que nuestro diseño está basado en analizar y estudiar los hechos posterior a su ocurrencia; correspondiendo de este modo, a los diseños transeccionales correlacionales. La figura 2 muestra nuestro diseño investigativo:

Figura 2

Diseño de la investigación



Fuente: Elaboración propia.

Este diseño permitirá al investigador realizar el análisis del comportamiento de cada variable y establecer luego el tipo de relación entre las mismas, para poder conocer su nivel de influencia en ellas.

3.5. Población y muestra.

El agua para consumo humano en el distrito de Huayllay es abastecida a través de 6 reservorios los cuales son: Reservorio San Cristóbal, Reservorio

Uchucrangra, Reservoirio 14 de setiembre, Reservoirio La Florida, Reservoirio Santa Rosa de Quives y el Reservoirio Agüita Jarunan.

Por lo tanto, para nuestra investigación nuestra población es de 769 conexiones intradomiciliarias de agua potable de los 6 reservoirios de abastecimiento (Municipalidad Distrital de Huayllay, 2019).

Bajo ese aspecto, se trabajará con una muestra no probabilística de 18 muestras de cloro residual tomadas a la salida de los reservoirios, en las conexiones intermedias de la secuencia del abastecimiento y en las conexiones al final de la secuencia del abastecimiento.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

3.6.1. Técnicas de recolección de datos.

La técnica que se ha utilizado para el diagnóstico situacional de los componentes del sistema de abastecimiento de agua de consumo fue la observación. Posteriormente, se ha empleado la técnica del muestreo puntual para el análisis de cloro residual libre y la técnica de observación estructurada y documental para registrar y cuantificar los casos de enfermedades diarreicas agudas en los pobladores del área en estudio.

3.6.2. Instrumentos de recolección de datos.

Ambas variables han consolidado sus datos en las fichas de registro respectivas, de acuerdo a las mediciones obtenidas en los puntos de monitoreo por el Fotómetro medidor de cloro residual libre y por la revisión de listas de atención y/o reportes por enfermedades diarreicas agudas.

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.

Nuestros instrumentos de recolección y análisis de datos están basados en los protocolos de monitoreo de agua potable para consumo humano y; al mismo tiempo, de acuerdo a las bases teóricas de la estadística para poder realizar el análisis de relación entre nuestras variables en estudio.

Dichos instrumentos han sido validados por el Dr. Luis Alberto Pacheco Peña, asesor de nuestra investigación.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.

Nuestra investigación ha sido realizada utilizando un análisis cuantitativo, ya que se ha trabajado básicamente términos numéricos. Estos datos se presentan en términos de escalas de medición y se extienden para una mayor manipulación estadística.

Los datos que se han obtenido en nuestra investigación han sido registrados digitalmente en hojas de cálculo y también en archivos de datos con extensión CSV fácilmente manejables por distintos softwares especializados

3.9. Tratamiento estadístico.

Posteriormente a la recolección de datos, se ha realizado diversas operaciones estadísticas que han permitido cuantificar los datos y aplicar el análisis estadístico por cada variable en estudio.

Para ello, se ha utilizado la estadística descriptiva e inferencial para poder analizar la información obtenida y la estadística no paramétrica para la

interpretación respectiva en la prueba de hipótesis correspondiente haciendo uso de software de manejo estadístico.

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

Nuestra investigación, ha respetado el Decálogo y el Reglamento del Código de Ética del Investigador aprobado en nuestra universidad con resolución de Consejo Universitario N° 0412 – 2019 – CU – UNDAC.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

4.1.1 Zona de estudio.

El distrito de Huayllay es uno de los trece distritos que pertenecen a la provincia de Pasco; limita por el norte con el distrito de Simón Bolívar, por el sur con la provincia de Junín, por el este con el distrito de Vicco y por el oeste con la provincia de Oxapampa. “La extensión territorial del distrito de Huayllay es de 630.81 Km², con una densidad poblacional de 9.3 hab/Km²” (Municipalidad Distrital de Huayllay, 2019).

A continuación, la tabla 5 y la figura 3 muestran los principales datos de ubicación del distrito de Huayllay.

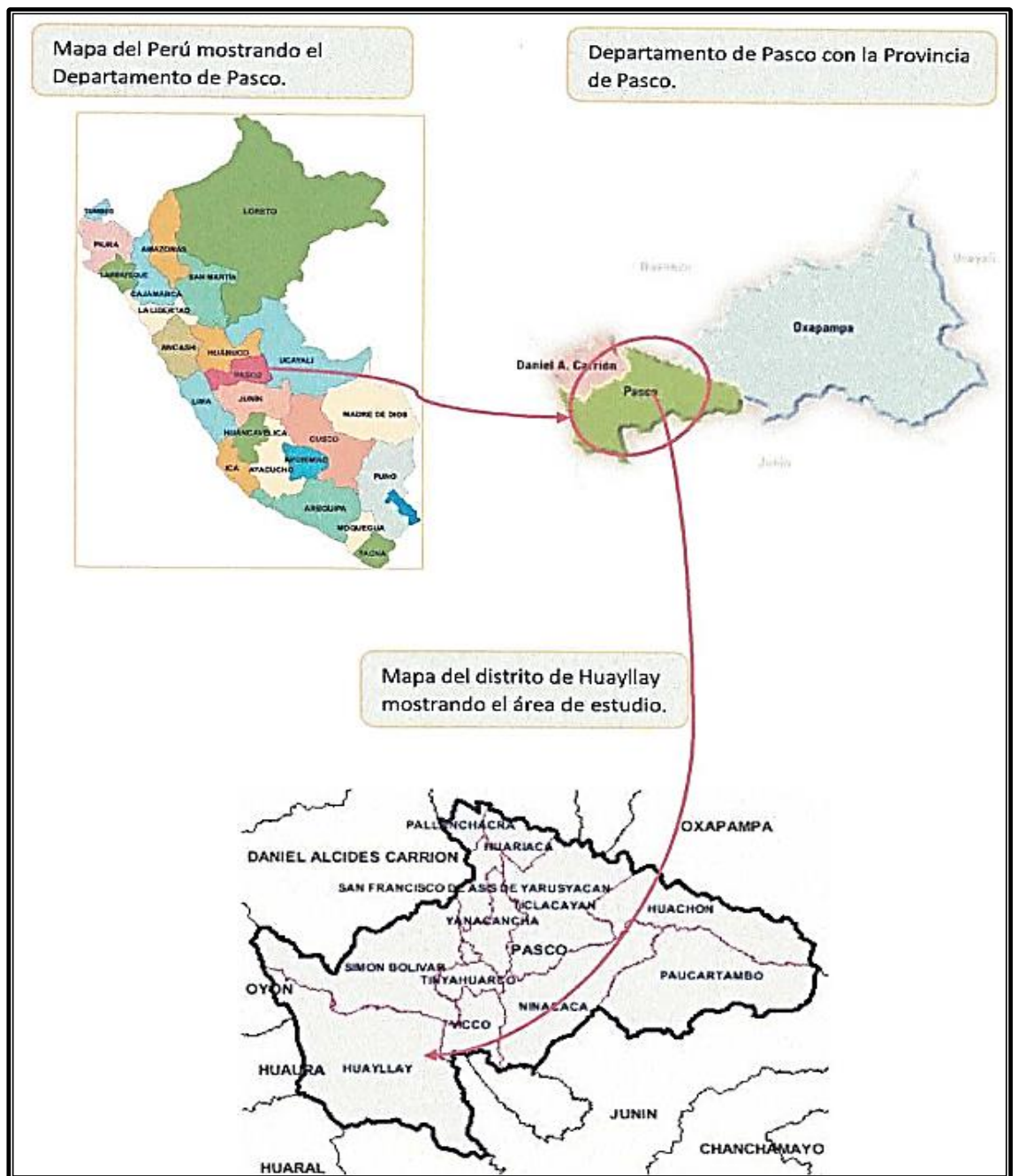
Tabla 5
Coordenadas de ubicación del distrito de Huayllay

Distrito	Coordenadas UTM		Rango altitudinal	
	Norte	Este	msnm	Región
Huayllay	350898	8783422	4312	Sierra

Fuente: (Municipalidad Distrital de Huayllay, 2021)

Figura 3

Ubicación del distrito de Huayllay



Fuente: (Municipalidad Distrital de Huayllay, 2021)

Figura 4

Plaza principal del distrito de Huayllay



Fuente: (Municipalidad Distrital de Huayllay, 2019)

4.1.2 Toma de muestras de agua.

Las muestras de agua recolectadas en las conexiones intradomiciliarias en el área urbana del distrito de Huayllay han sido realizadas siguiendo el protocolo del monitoreo de calidad de agua potable del Ministerio de Salud (R.D N°1602015/DIGESA/SA).

4.1.3 Medición del cloro residual.

En primer lugar, se identificaron las viviendas consideradas como puntos de monitoreo, las cuales han sido marcadas para facilitar su ubicación en las fechas de toma de muestras establecidas.

La medición de cloro residual se realizó empleando la técnica de muestreo puntual utilizando el equipo fotómetro de cloro residual, previamente calibrado, el cual utiliza el método colorimétrico aprobado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US EPA). Este método está caracterizado por su simpleza y rapidez en la evaluación del cloro residual libre en campo (in situ).

Figura 5

Toma de muestras para medición de cloro residual



4.1.4 Identificación de casos de enfermedades diarreicas agudas.

Inicialmente, se solicitó el reporte de casos de enfermedades diarreicas agudas al área de estadística del Centro de Salud de Huayllay, previa autorización de su director, correspondiente a los meses de realización de la investigación; y, al mismo tiempo, el acceso al archivo de historias clínicas para la revisión de las mismas.

Posterior a ello, y con ayuda del área de admisión del Centro de Salud, se determinó las procedencias de las personas que sufrieron enfermedades diarreicas agudas.

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados.

4.2.1 Variación del cloro residual libre en los sistemas de agua por reservorio.

El área urbana del distrito de Huayllay se abastece con el agua de 6 reservorios de agua, por lo cual se tuvo que hacer un reconocimiento previo de ellos.

Figura 6

Revisión de reservorios previo a la toma de datos



Fuente: imagen propia.

Los 6 reservorios que abastecen de agua a la población de Huayllay son: Reservorio San Cristóbal, Reservorio Uchucrangra, Reservorio 14 de setiembre, Reservorio La Florida, Reservorio Santa Rosa de Quives y el Reservorio Agüita Jarunan.

Los mencionados reservorios están ubicados en la imagen que se presenta en la figura 7, que se presenta a continuación.

Figura 7

Ubicación de los reservorios del distrito de Huayllay



Fuente: Google Earth

Cabe resaltar que el sistema de abastecimiento de agua de cada reservorio se tomará 3 puntos de monitoreo: en la vivienda que inicia el sistema de abastecimiento del reservorio, en la vivienda ubicada a la mitad del sistema de abastecimiento del reservorio y en la vivienda que finaliza el sistema de abastecimiento del reservorio

Por lo descrito, los puntos de monitoreo se detallan en la tabla 6, los cuales han sido codificados para su mejor identificación.

Tabla 6

Codificación de los puntos de monitoreo

Reservorio	Punto de Monitoreo	Ubicación en el sistema de abastecimiento del reservorio
14 de Setiembre	PM-01	Vivienda inicial del abastecimiento del reservorio
	PM-02	Vivienda a la mitad del abastecimiento del reservorio
	PM-03	Vivienda final del abastecimiento del reservorio
Agüita Jarunan	PM-04	Vivienda inicial del abastecimiento del reservorio
	PM-05	Vivienda a la mitad del abastecimiento del reservorio
	PM-06	Vivienda final del abastecimiento del reservorio

	PM-07	Vivienda inicial del abastecimiento del reservorio
San Cristóbal	PM-08	Vivienda a la mitad del abastecimiento del reservorio
	PM-09	Vivienda final del abastecimiento del reservorio
	PM-10	Vivienda inicial del abastecimiento del reservorio
La Florida	PM-11	Vivienda a la mitad del abastecimiento del reservorio
	PM-12	Vivienda final del abastecimiento del reservorio
Santa Rosa de	PM-13	Vivienda inicial del abastecimiento del reservorio
Quives	PM-14	Vivienda a la mitad del abastecimiento del reservorio

	PM-15	Vivienda final del abastecimiento del reservorio
	PM-16	Vivienda inicial del abastecimiento del reservorio
Uchucrangra	PM-17	Vivienda a la mitad del abastecimiento del reservorio
	PM-18	Vivienda final del abastecimiento del reservorio

Fuente: elaboración propia.

A continuación, presentamos los resultados y variaciones de la medición del cloro residual según los puntos de monitoreo establecidos en cada sistema de abastecimiento de cada reservorio.

A. Cloro residual en el sistema de abastecimiento del reservorio 14 de Setiembre

Tabla 7

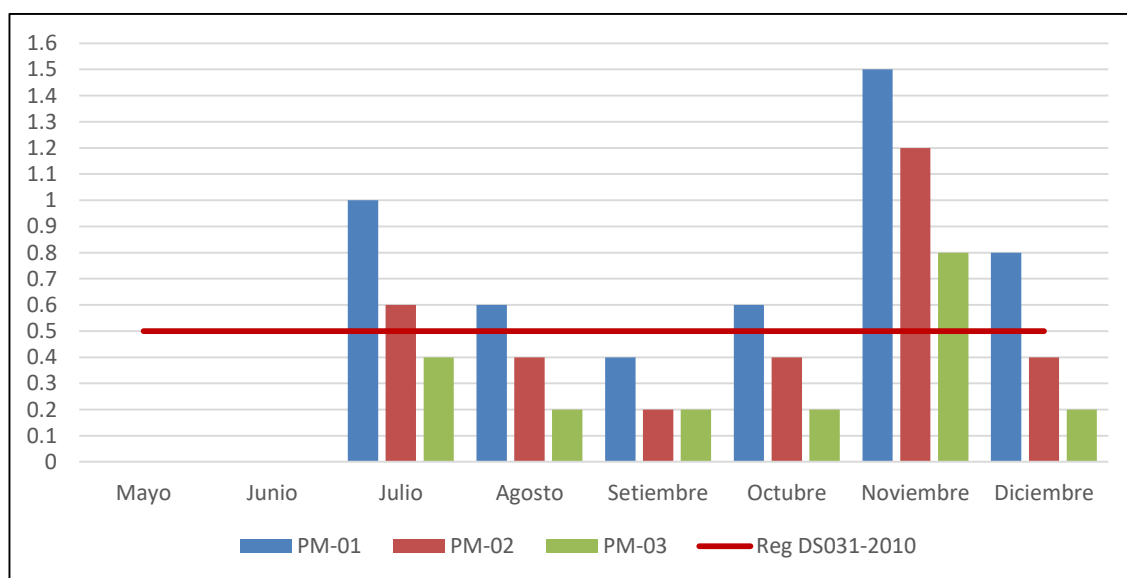
Resultados del cloro residual del sistema de abastecimiento del reservorio 14 de Setiembre en mg/L

Punto Monitoreo	2021							
	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
PM-01	0	0	1	0.6	0.4	0.6	1.5	0.8
PM-02	0	0	0.6	0.4	0.2	0.4	1.2	0.4
PM-03	0	0	0.4	0.2	0.2	0.2	0.8	0.2

Fuente: elaboración propia

Figura 8

Cloro residual del sistema de abastecimiento del reservorio 14 de Setiembre en mg/L



Fuente: elaboración propia

Como puede verse, el sistema de abastecimiento de este reservorio ha presentado valores menores a los 0.5 mg/L de cloro residual en los meses de agosto, setiembre, octubre y diciembre; principalmente en los puntos de monitoreo a la mitad y al final del sistema de abastecimiento, además de registrar valores de cero en los meses de mayo y junio, lo cual se torna preocupante.

B. Cloro residual en el sistema de abastecimiento del reservorio Agüita

Jarunan

Tabla 8

Resultados del cloro residual del sistema de abastecimiento del reservorio Agüita

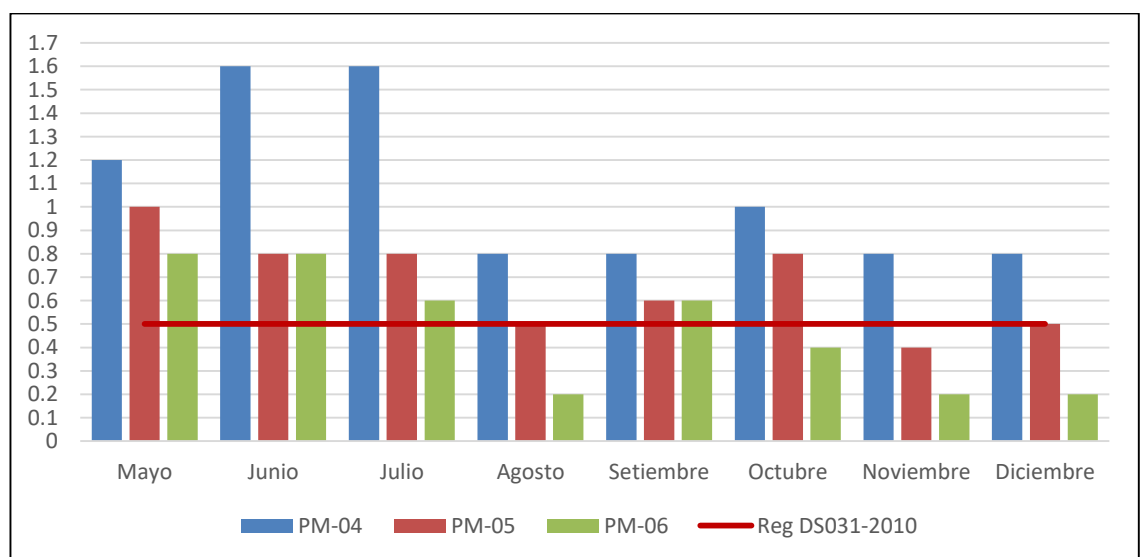
Jarunan en mg/L

Punto	2021								
	M	M	J	J	A	S	O	N	D
PM-04	1	1	1	0	0	1	0	0	0
PM-05	1	0	0	0	0	0	0	0	0
PM-06	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: elaboración propia

Figura 9

Cloro residual del sistema de abastecimiento del reservorio Agüita Jarunan en mg/L



Fuente: elaboración propia

El sistema de abastecimiento del reservorio Agüita Jarunan ha presentado valores menores a los 0.5 mg/L de cloro residual en los meses de agosto, octubre, noviembre y diciembre; pero solo mayormente en los puntos de monitoreo al final del sistema de abastecimiento de dicho reservorio.

C. Cloro residual en el sistema de abastecimiento del reservorio San Cristóbal

Tabla 9

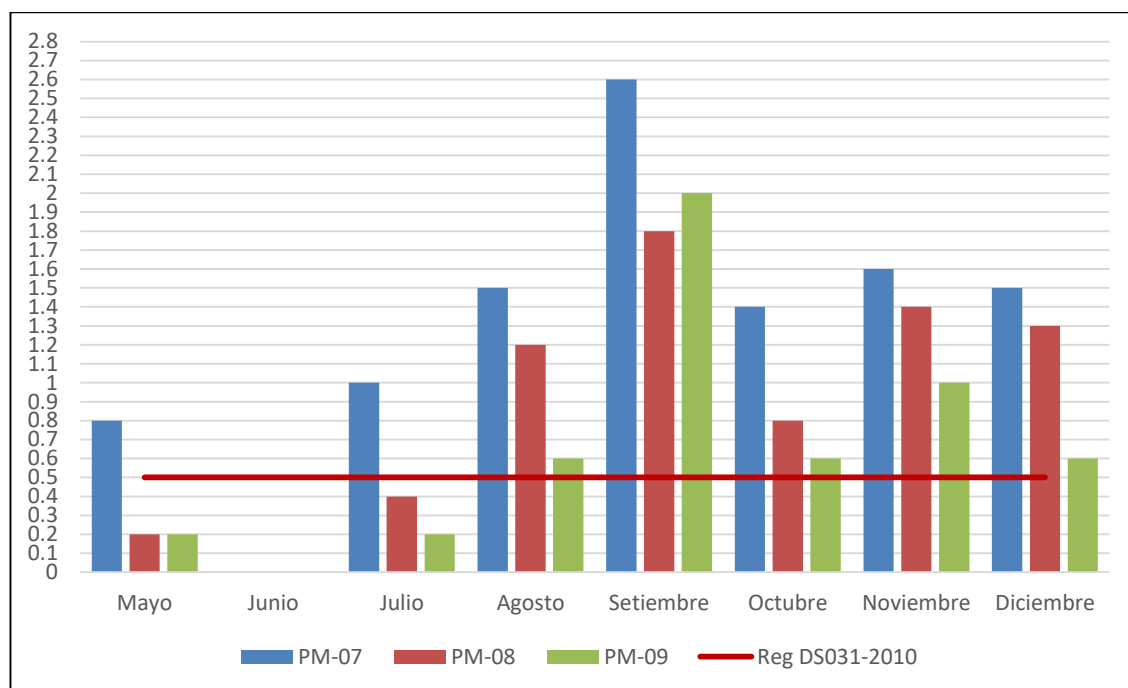
Resultados del cloro residual del sistema de abastecimiento del reservorio San Cristóbal en mg/L

Punto	2021								
	M	M	J	J	A	S	O	N	D
PM-07	0	0	1	1	2	1	1	1	1
PM-08	0	0	0	1	1	0	1	1	1
PM-09	0	0	0	0	2	0	1	0	0

Fuente: elaboración propia

Figura 10

Cloro residual del sistema de abastecimiento del reservorio San Cristóbal en mg/L



Fuente: elaboración propia

Para el caso del sistema de abastecimiento del reservorio San Cristóbal se han presentado valores menores a los 0.5 mg/L de cloro residual en los meses de junio y julio; lo preocupante es que en el mes de junio se ha tenido nula presencia de cloro residual en los tres puntos de monitoreo.

D. Cloro residual en el sistema de abastecimiento del reservorio La Florida

Tabla 10

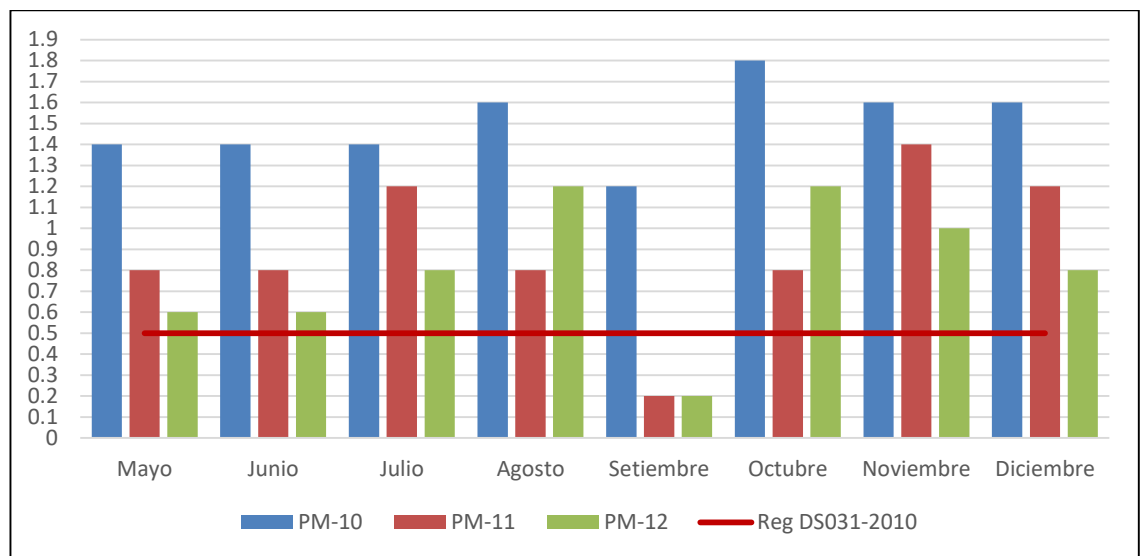
Resultados del cloro residual del sistema de abastecimiento del reservorio La Florida en mg/L

Punto Monitoreo	2021							
	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
PM-10	1.4	1.4	1.4	1.6	1.2	1.8	1.6	1.6
PM-11	0.8	0.8	1.2	0.8	0.2	0.8	1.4	1.2
PM-12	0.6	0.6	0.8	1.2	0.2	1.2	1	0.8

Fuente: elaboración propia

Figura 11

Cloro residual del sistema de abastecimiento del reservorio La Florida en mg/L



Fuente: elaboración propia

El sistema de abastecimiento del reservorio La Florida solo ha presentado valores menores a los 0.5 mg/L de cloro residual en el mes de setiembre; sin embargo, existe una diferencia considerable con los valores del primer punto de monitoreo de este sistema de abastecimiento.

E. Cloro residual en el sistema de abastecimiento del reservorio Santa Rosa de Quives

Tabla 11

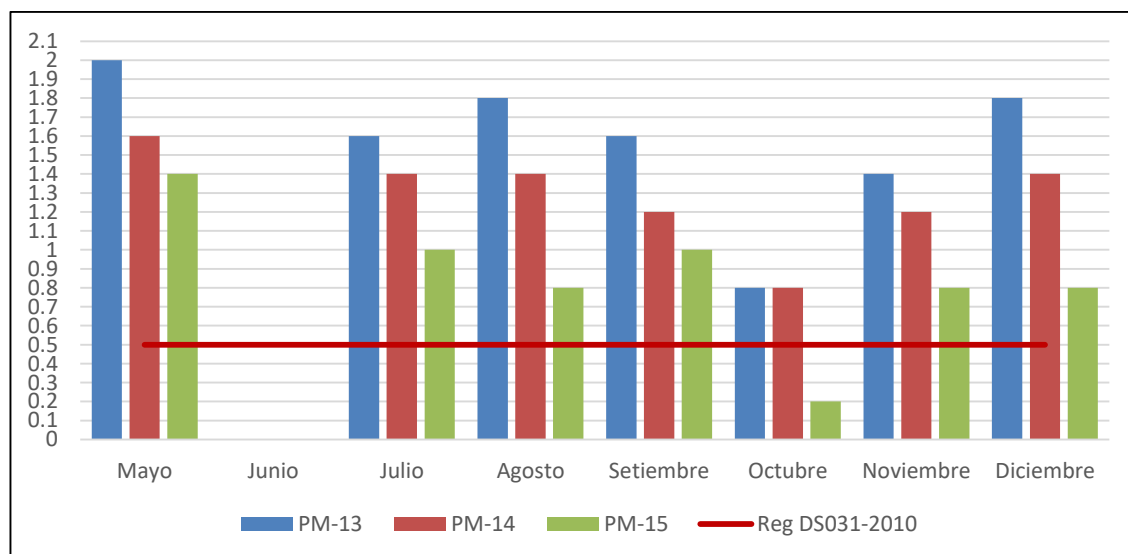
Resultados del cloro residual del sistema de abastecimiento del reservorio Santa Rosa de Quives en mg/L

Punto Monitoreo	2021							
	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
PM-13	2	0	1.6	1.8	1.6	0.8	1.4	1.8
PM-14	1.6	0	1.4	1.4	1.2	0.8	1.2	1.4
PM-15	1.4	0	1	0.8	1	0.2	0.8	0.8

Fuente: elaboración propia

Figura 12

Cloro residual del sistema de abastecimiento del reservorio Santa Rosa de Quives en mg/L



Fuente: elaboración propia

El sistema de abastecimiento del reservorio Santa Rosa de Quives registra valores de 0 mg/L de cloro residual en el mes de junio; además en el mes de octubre presenta valores menores a los 0.5 mg/L en el punto de monitoreo al final de este sistema de abastecimiento.

F. Cloro residual en el sistema de abastecimiento del reservorio Uchucrangra

Tabla 12

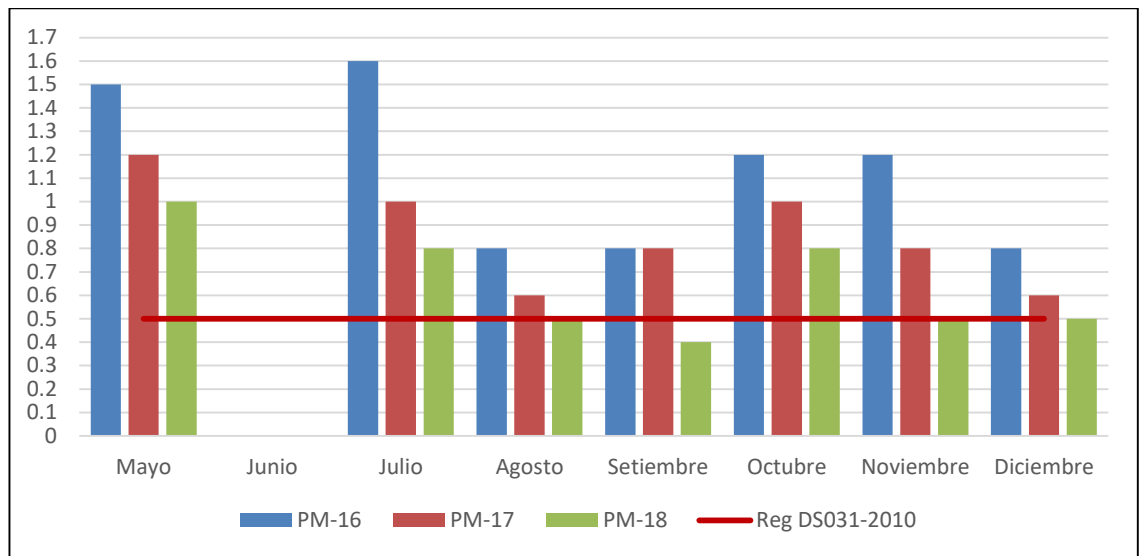
Resultados del cloro residual del sistema de abastecimiento del reservorio Uchucrangra en mg/L

Punto Monitoreo	2021							
	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
PM-16	1.5	0	1.6	0.8	0.8	1.2	1.2	0.8
PM-17	1.2	0	1	0.6	0.8	1	0.8	0.6
PM-18	1	0	0.8	0.5	0.4	0.8	0.5	0.5

Fuente: elaboración propia

Figura 13

Cloro residual del sistema de abastecimiento del reservorio Uchucrangra en mg/L



Fuente: elaboración propia

Al igual que el anterior, este sistema de abastecimiento presentado valores nulos de cloro residual en el mes de junio; y presenta valores menores a los 0.5 mg/L de cloro residual en el mes de setiembre en el punto de monitoreo que corresponde al finalizar el sistema de bastecimiento domiciliario.

4.2.2 Niveles mínimos de cloro residual de los sistemas de agua por reservorio.

La tabla 13 muestra los niveles mínimos de cloro residual presentados en los sistemas de abastecimiento de agua domiciliaria de cada reservorio; consideremos que dichos niveles mínimos se encuentran en los puntos de monitoreo que corresponden a la vivienda ubicada al final de dicho sistema de abastecimiento, ya que estos niveles disminuyen por diversas razones.

Tabla 13

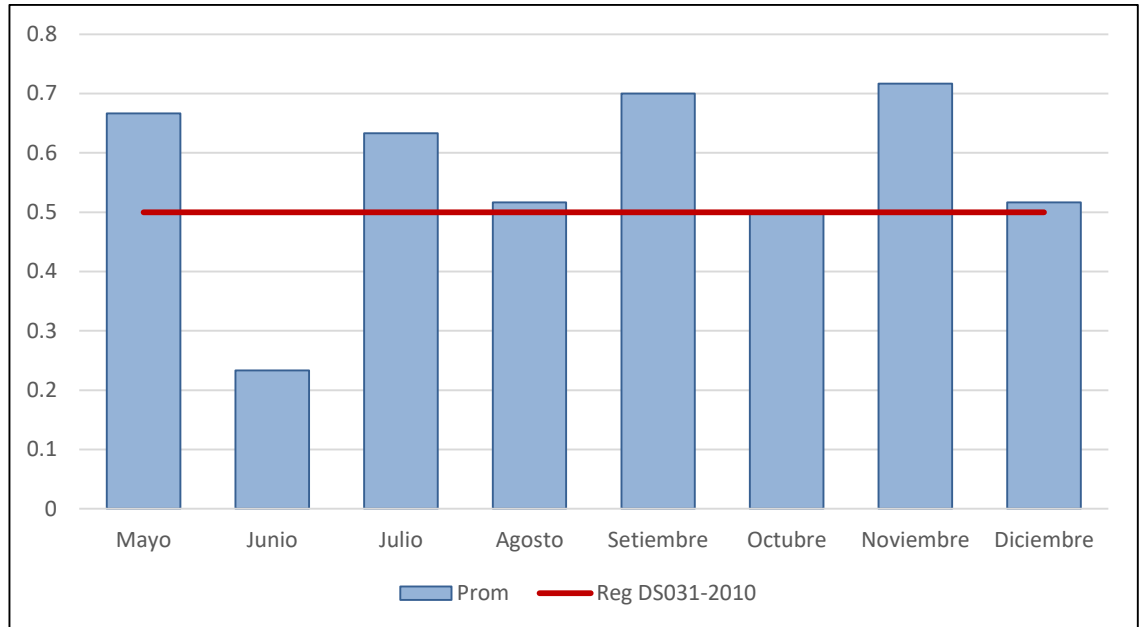
Niveles mínimos del cloro residual de los sistemas de agua por reservorio en mg/L

Punto Monitoreo	2021							
	M	J	J	A	S	O	N	D
14 de Setiembre	0	0	0	0	0	0	0	0
Agüita Jarunan	0	0	0	0	0	0	0	0
San Cristóbal	0	0	0	0	1	0	1	0
La Florida	0	0	0	0	0	0	1	0
Santa Rosa de Quives	1	0	1	0	1	0	0	0
Uchucrangra	1	0	0	0	0	0	0	0
Prom. de niveles mínimos	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: elaboración propia

Figura 14

Promedio mínimo de cloro residual del sistema de agua de los reservorios del distrito de Huayllay en mg/L



Fuente: elaboración propia

Como se puede observar, el promedio de niveles mínimo que son menores a 0.5 mg/L se presentan solo en el mes de junio, ello debido a que se registran valores nulos de residual en los reservorios 14 de Setiembre, San Cristóbal, Santa Rosa de Quives y Uchucrangra.

Estos niveles nos son de ayuda al momento de hacer la correlación entre las variables de nuestra investigación y que es el principal objetivo que nos hemos trazado al iniciar la presente.

4.2.3 Estadística descriptiva de cloro residual en los sistemas de agua por reservorio.

Tabla 14

Principales parámetros estadísticos de cloro residual en el distrito de Huayllay

Punto Monitoreo	Cloro residual (mg/L)							
	Unid	Frec.	Media	Mediana	σ	σ^2	LI	LS
14 de Setiembre	mg/L	3	0.42	0.4	0.40	0.16	0.0	1.5
Agüita Jarunan	mg/L	3	0.74	0.8	0.36	0.13	0.2	1.6
San Cristóbal	mg/L	3	0.95	0.9	0.69	0.47	0.0	2.6
La Florida	mg/L	3	1.07	1.2	0.42	0.18	0.2	1.8
Santa Rosa de Quives	mg/L	3	1.08	1.2	0.57	0.33	0.0	2.0
Uchucrangra	mg/L	3	0.77	0.8	0.41	0.17	0.0	1.6

Fuente: elaboración propia

Respecto a la media y mediana, vemos que en el sistema de abastecimiento del reservorio 14 de Setiembre presenta los niveles más bajos y que están debajo de lo requerido para sistemas de agua de consumo humano. De la misma manera, se tiene que el sistema de abastecimiento del reservorio de San Cristóbal presenta el valor de 0.69 mg/L, que es el más alto frente al 0.36 mg/L del sistema de abastecimiento del reservorio Agüita Jarunan, que es el más bajo; esto indica que los datos del primer sistema presentan mayor dispersión respecto a su media a comparación con los otros.

4.2.4 Variación de enfermedades diarreicas agudas en los pobladores del distrito de Huayllay.

A continuación, presentamos los datos tabulados de pobladores que han padecido de enfermedades diarreicas agudas (EDAs) en el distrito de Huayllay por mes de acuerdo a los datos obtenidos de los registros del centro de salud que parte del mencionado distrito.

Tabla 15

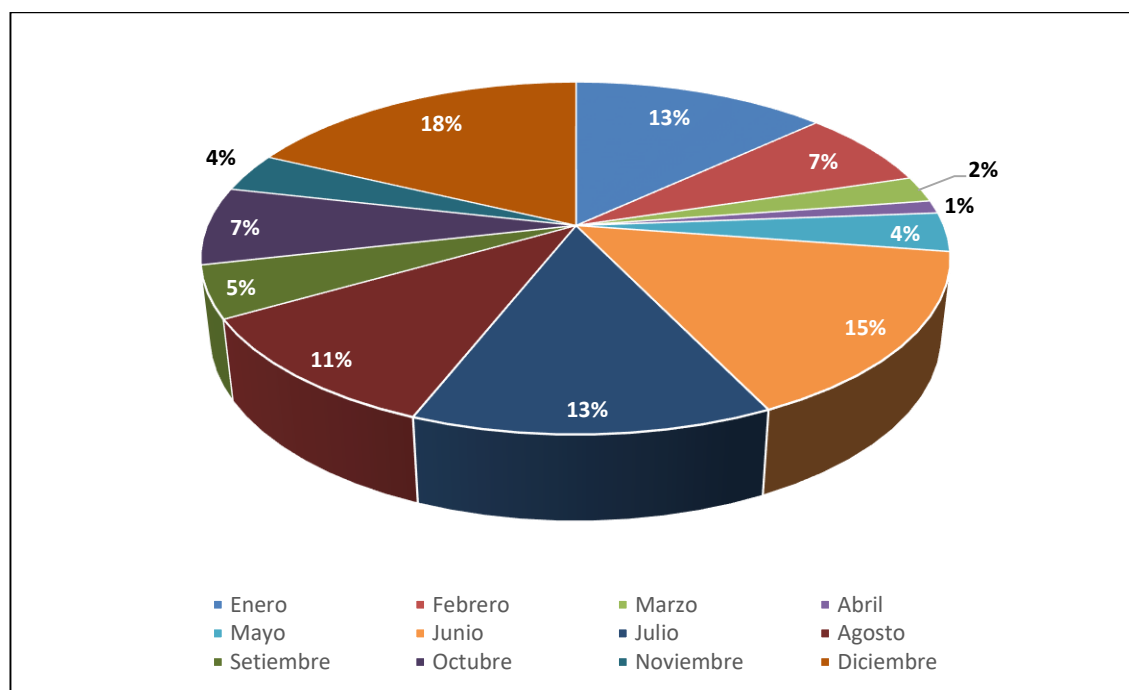
Número de pacientes atendidos con EDAs en el Centro Asistencial de Huayllay

Meses	Número de pacientes con EDAs
Enero	11
Febrero	6
Marzo	2
Abril	1
Mayo	3
Junio	13
Julio	11
Agosto	9
Setiembre	4
Octubre	6
Noviembre	3
Diciembre	15
Total	84

Fuente: Centro de Salud de Huayllay.

Figura 15

Porcentaje de pacientes atendidos con EDAs durante el 2021



Fuente: Centro de Salud de Huayllay

Posteriormente, con apoyo de la oficina de admisión se ha ido identificando las direcciones domiciliarias de estos pacientes para poder relacionarlos con el reservorio del sistema de abastecimiento del cual consumen el agua.

A. Pobladores con EDAs usuarios del sistema de abastecimientos del reservorio 14 de Setiembre

Tabla 16

Pobladores con EDAs del sistema de abastecimientos del reservorio 14 de Setiembre

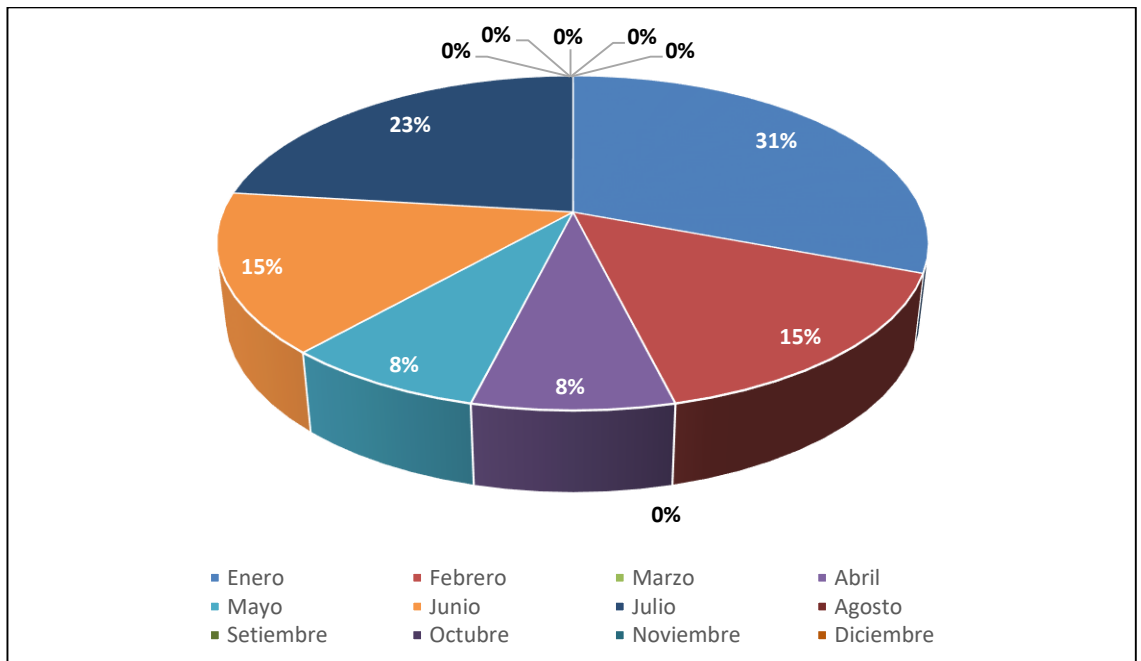
Meses	Número de pacientes con EDAs
Enero	4
Febrero	2
Marzo	0
Abril	1
Mayo	1
Junio	2

Julio	3
Agosto	0
Setiembre	0
Octubre	0
Noviembre	0
Diciembre	0
Total	13

Fuente: Elaboración propia.

Figura 16

Porcentaje de pobladores con EDAs del sistema de abastecimientos del reservorio 14 de Setiembre



Fuente: elaboración propia

Se ha tenido en total 13 pobladores que se abastecen del sistema de abastecimientos del reservorio 14 de Setiembre que han padecido enfermedades diarreicas agudas a lo largo del año, siendo el mes de enero, donde se ha presentado más casos.

B. Pobladores con EDAs usuarios del sistema de abastecimientos del reservorio Agüita Jarunan

Tabla 17

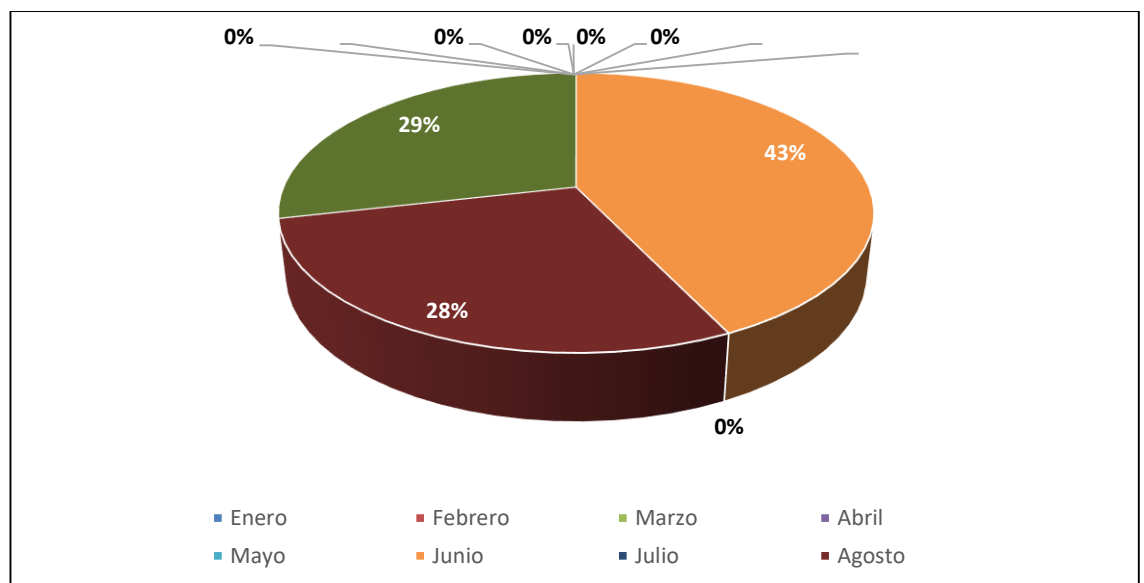
Pobladores con EDAs del sistema de abastecimientos del reservorio Agüita Jarunan

Meses	Número de pacientes con EDAs
Enero	0
Febrero	0
Marzo	0
Abril	0
Mayo	0
Junio	3
Julio	0
Agosto	2
Setiembre	2
Octubre	0
Noviembre	0
Diciembre	2
Total	9

Fuente: Elaboración propia.

Figura 17

Porcentaje de pobladores con EDAs del sistema de abastecimientos del reservorio Agüita Jarunan



Fuente: elaboración propia

Se ha tenido en total 9 pobladores que se abastecen del sistema de abastecimientos del reservorio Agüita Jarunan que han padecido enfermedades diarreicas agudas a lo largo del año, de forma proporcional entre los meses de junio, agosto, setiembre y diciembre.

C. Pobladores con EDAs usuarios del sistema de abastecimientos del reservorio San Cristóbal

Tabla 18

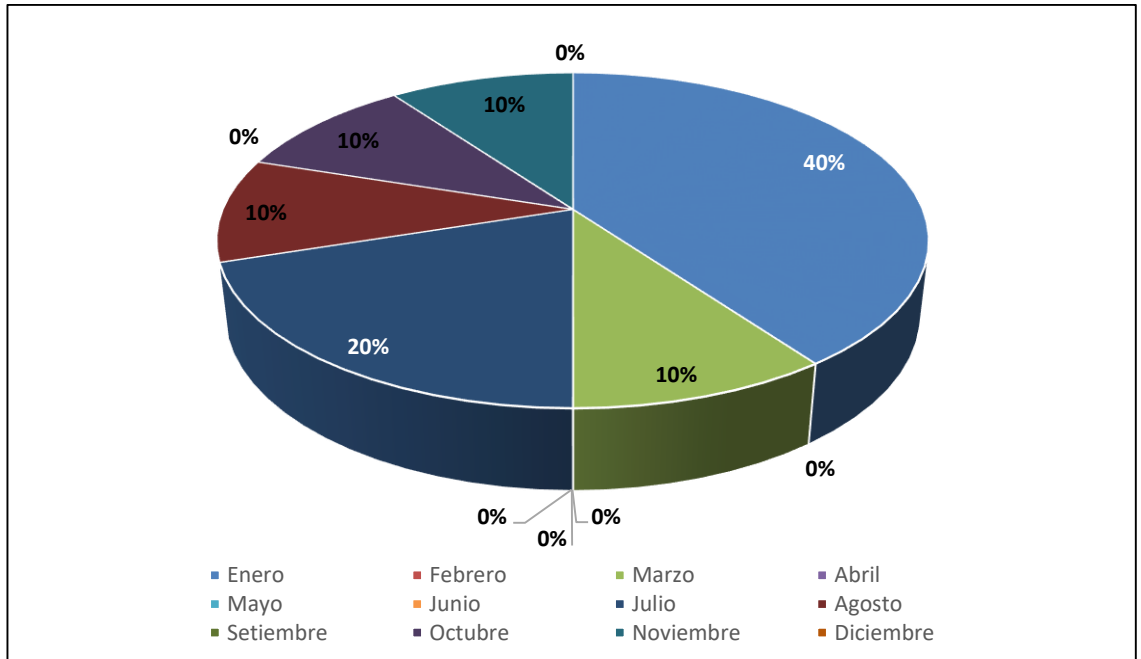
Pobladores con EDAs del sistema de abastecimientos del reservorio San Cristóbal

Meses	Número de pacientes con EDAs
Enero	4
Febrero	0
Marzo	1
Abril	0
Mayo	0
Junio	0
Julio	2
Agosto	1
Setiembre	0
Octubre	1
Noviembre	1
Diciembre	2
Total	12

Fuente: Elaboración propia.

Figura 18

Porcentaje de pobladores con EDAs del sistema de abastecimientos del reservorio San Cristóbal



Fuente: elaboración propia

Se ha tenido en total 12 pobladores que se abastecen del sistema de abastecimientos del reservorio San Cristóbal que han padecido enfermedades diarreicas agudas a lo largo del año, siendo el mes de enero, donde se ha presentado más casos.

D. Pobladores con EDAs usuarios del sistema de abastecimientos del reservorio La Florida

Tabla 19

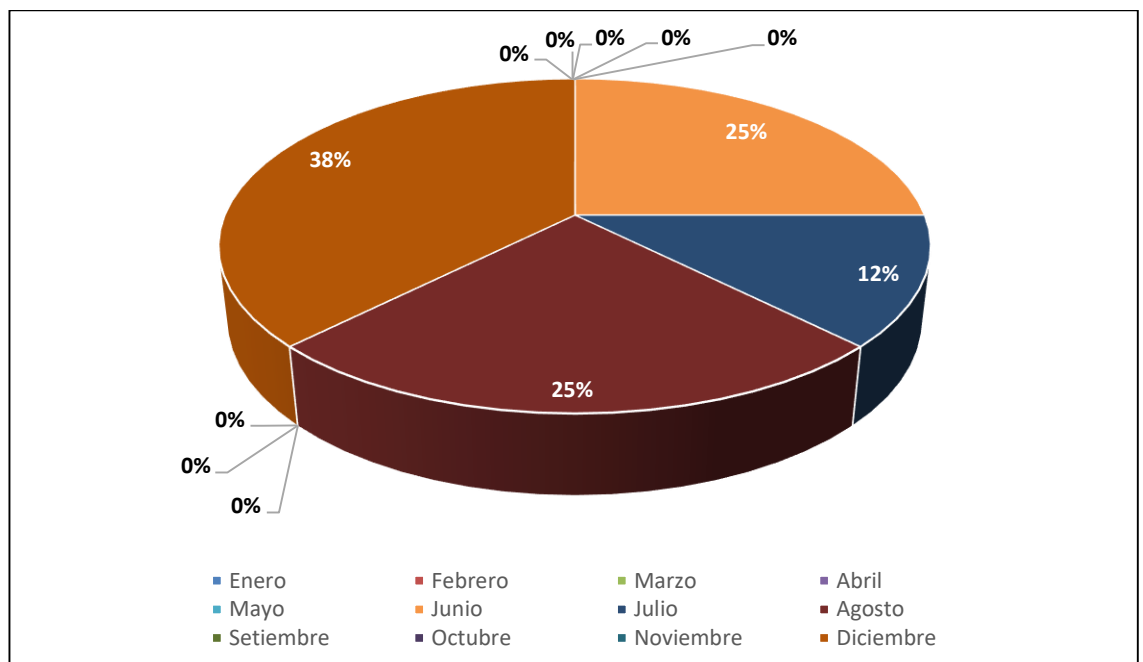
Pobladores con EDAs del sistema de abastecimientos del reservorio La Florida

Meses	Número de pacientes con EDAs
Enero	0
Febrero	0
Marzo	0
Abril	0
Mayo	0
Junio	2
Julio	1
Agosto	2
Setiembre	0
Octubre	0
Noviembre	0
Diciembre	3
Total	8

Fuente: Elaboración propia.

Figura 19

Porcentaje de pobladores con EDAs del sistema de abastecimientos del reservorio La Florida



Fuente: elaboración propia

Se ha tenido en total 8 pobladores que se abastecen del sistema de abastecimientos del reservorio La Florida que han padecido enfermedades diarreicas agudas a lo largo del año, siendo el mes de diciembre, donde se ha presentado más casos.

E. Pobladores con EDAs usuarios del sistema de abastecimientos del reservorio Santa Rosa de Quives

Tabla 20

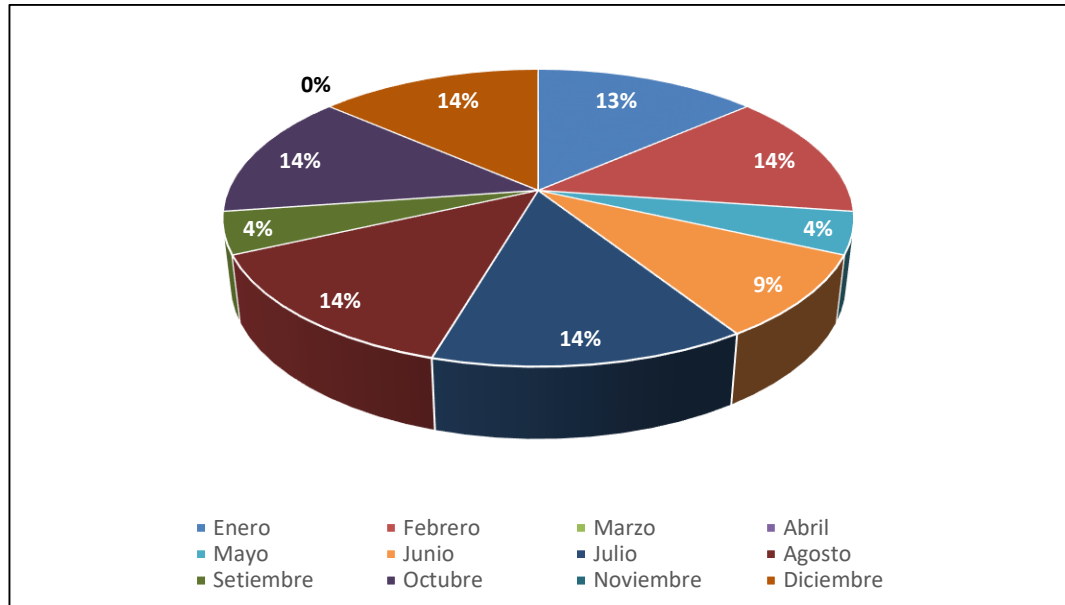
Pobladores con EDAs del sistema de abastecimientos del reservorio Santa Rosa de Quives

Meses	Número de pacientes con EDAs
Enero	3
Febrero	3
Marzo	0
Abril	0
Mayo	1
Junio	2
Julio	3
Agosto	3
Setiembre	1
Octubre	3
Noviembre	0
Diciembre	3
Total	22

Fuente: Elaboración propia.

Figura 20

Porcentaje de pobladores con EDAs del sistema de abastecimientos del reservorio Santa Rosa de Quives



Fuente: elaboración propia

Se ha tenido en total 22 pobladores que se abastecen del sistema de abastecimientos del reservorio Santa Rosa de Quives que han padecido enfermedades diarreicas agudas a lo largo del año, siendo los meses de enero, febrero, julio, agosto, octubre y diciembre donde se ha presentado más casos.

F. Pobladores con EDAs usuarios del sistema de abastecimientos del reservorio Uchucrangra

Tabla 21

Pobladores con EDAs del sistema de abastecimientos del reservorio Uchucrangra

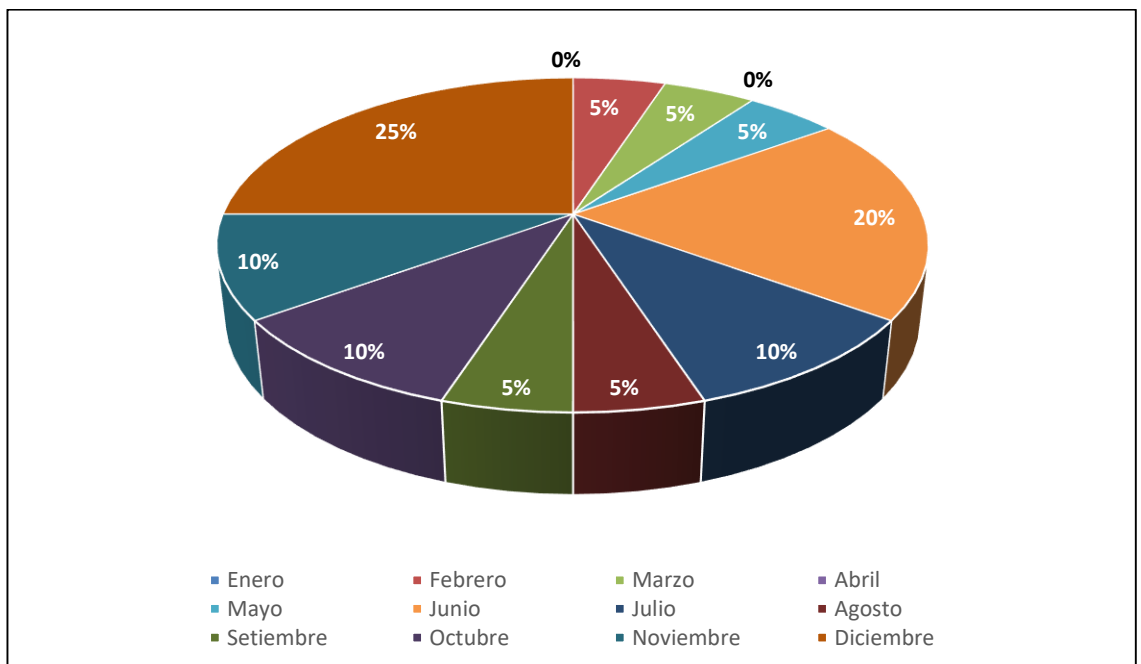
Meses	Número de pacientes con EDAs
Enero	0
Febrero	1
Marzo	1
Abril	0
Mayo	1

Junio	4
Julio	2
Agosto	1
Setiembre	1
Octubre	2
Noviembre	2
Diciembre	5
Total	20

Fuente: Elaboración propia.

Figura 21

Porcentaje de pobladores con EDAs del sistema de abastecimientos del reservorio Uchucrangra



Fuente: elaboración propia

Se ha tenido en total 20 pobladores que se abastecen del sistema de abastecimientos del reservorio Uchucrangra que han padecido enfermedades diarreicas agudas a lo largo del año, siendo el mes de diciembre, donde se ha presentado más casos.

4.2.5 Total de pobladores con EDAs de los sistemas de agua por reservorio.

La tabla 22 muestra los totales de pobladores que han sufrido de enfermedades diarreicas agudas a lo largo del año 2021 de acuerdo a al sistema de abastecimiento de agua domiciliaria de cada reservorio. Estos datos también nos sirven para la verificación de la relación entre las variables en estudio que se ha trazado como objetivo general al inicio de este proceso.

Tabla 22

Casos de EDAs por sistemas de abastecimiento de los reservorios

Reservorio	Casos EDAs
14 de Setiembre	13
Agüita Jarunan	9
San Cristóbal	12
La Florida	8
Santa Rosa de Quives	22
Uchucrangra	20
TOTAL	84

Fuente: elaboración propia

4.3. Prueba de hipótesis.

En primera instancia resumiremos los resultados de ambas variables para poder realizar los análisis de correlación necesarios. Cabe resaltar que no se realizó mediciones de cloro residual en los cuatro primeros meses del año.

Tabla 23

Resultados por variables

Mes - 2021	Promedio mínimo de Cloro residual (mg/L)	Casos presentados de EDAs
Enero	---	11
Febrero	---	6
Marzo	---	2
Abril	---	1
Mayo	0.67	3
Junio	0.23	13
Julio	0.63	11
Agosto	0.52	9
Setiembre	0.70	4
Octubre	0.50	6
Noviembre	0.72	3
Diciembre	0.52	15
Promedio mínimo anual de cloro residual	0.56	---
Casos totales de EDAs	---	84

Fuente: elaboración propia

Con dichos resultados podríamos mencionar que se tiene un promedio mínimo anual de 0.56 mg/L de cloro residual libre, el cual supera levemente lo requerido por el Reglamento de calidad de agua para consumo humano. Ello nos conlleva a que aceptemos nuestra primera hipótesis específica: “La concentración del cloro residual en el agua de consumo humano del distrito de Huayllay durante el 2021 es mayor a 0.5 mg/L”.

De la misma manera, se ha llegado a contabilizar la atención de 84 casos de personas con enfermedades diarreicas agudas a lo largo del año en el Centro de Salud de Huayllay; lo que implica que rechazamos nuestra segunda hipótesis

específica: “Se superan más de 100 casos anuales de enfermedades diarreicas agudas en el distrito de Huayllay durante el 2021”

Por otro lado, para medir la fuerza de relación entre dos variables necesitamos usar el análisis estadístico de coeficiente de correlación entre variables; lo cual calcula valores entre -1 y 1, de acuerdo al siguiente detalle:

Valores cercanos a 1 → Correlación directa (cuando uno aumenta o disminuye el otro también cambia en el mismo sentido)

Valores cercanos a 0 → Correlación débil (no existe relación entre las variables)

Valores cercanos a -1 → Correlación inversa (cuando uno aumenta o disminuye el otro actúa en forma contraria al primero)

Para ello, haremos uso del software estadístico SPSS para hallar la correlación de Pearson y la Rho de Spearman, tal como se muestra a continuación:

Tabla 24

Prueba de hipótesis general con Correlación de Pearson

		Pacientes con	
		Cloro residual	EDA
Cloro residual	Correlación de Pearson	1	-0.678*
	nilateral)		0.032
		8	8
Pacientes con EDA	Correlación de Pearson	-0.678*	1
	nilateral)	0.032	
		8	8

Nota: La correlación es significativa en el nivel 0.05 (unilateral).

La tabla 24 nos muestra que existe una probabilidad significativa de 0.032 que existe relación entre ambas variables; además, se trata de una relación inversa, debido al valor negativo de dicha correlación: -0.678; es decir, que si hay mayores

niveles de cloro residual libre en el agua de consumo de los sistemas de abastecimiento, el número de personas con enfermedades diarreicas agudas disminuirá.

Para poder verificar nuestros resultados, también utilizamos la prueba no paramétrica del coeficiente rho de Spearman, el cual se detalla a continuación:

Tabla 25

Prueba de hipótesis general con Rho de Spearman

		Cloro residual	Pacientes con EDA
Cloro residual	Rho de Spearman	1	-0.711*
	nilateral)		0.024
		8	8
Pacientes con EDA	Rho de Spearman	-0.711*	1
	nilateral)	0.024	
		8	8

Nota: La correlación es significativa en el nivel 0.05 (unilateral).

La tabla 25 demuestra, al igual que la anterior prueba, de que la relación inversa es aceptable, ya que sus valores están más próximos al -1.

Por lo tanto, aceptamos la hipótesis general de esta investigación: “Existe una relación inversa entre el cloro residual en el agua de consumo humano y las enfermedades diarreicas agudas de los pobladores del distrito de Huayllay durante el 2021”.

4.4. Discusión de resultados

Al comparar nuestra investigación con la realizada por Antezana (2020) en el distrito de Acobamba en la región Huancavelica, nuestros resultados son

similares, aunque los niveles de cloro residual de dicha investigación son levemente menores a 0.5 mg/L y los nuestros son levemente mayores a dicho nivel.

De la misma forma, Pérez y Ramos (2018) en su investigación en el sector de Puyhúan Grande del distrito y provincia de Huancavelica, mencionan que los niveles de concentración de cloro residual son menores a 0.39 mg/L, existiendo una diferencia de aproximadamente 0.14 mg/L con el promedio mínimo anual calculado en nuestra investigación.

En lo que respecta a la investigación de Ferro et Al (2019) realizado en la ciudad de Puno, podríamos mencionar que son parecidos a los nuestros; sin embargo, la investigación en comparación no detalla los niveles de cloro residual hallado, solo concluyen que los niveles superan la normativa nacional.

Otras investigaciones, tienen similares características a las que hemos descrito en este apartado.

CONCLUSIONES

Con la presente investigación hemos podido arribar a las siguientes conclusiones:

1. Se ha determinado que existe una relación inversa entre el cloro residual en el agua de consumo humano y las enfermedades diarreicas agudas de los pobladores del distrito de Huayllay durante el 2021, lo que implica que si el nivel de cloro residual es mayor se presentan menos casos de pobladores con enfermedades diarreicas agudas.
2. El promedio mínimo de concentración anual de cloro residual en el agua de consumo humano del distrito de Huayllay durante el 2021 es de 0.53 mg/L, que supera levemente a lo emanado en la normativa nacional vigente. Junio es el mes que se encuentra muy por debajo de ese nivel, debido a que en cuatro de los reservorios se tuvieron nulos niveles de cloro residual desde el primer punto en evaluación.
3. La mayor parte de las viviendas que inician el sistema de abastecimiento de los reservorios sobrepasa ampliamente los 0.5 mg/L de cloro residual. Sin embargo, a lo largo del mismo, se va perdiendo esos niveles, y muchas veces dejando de cumplir el Reglamento calidad de agua para consumo humano.
4. A lo largo del 2021, el Centro de Salud de Huayllay ha atendido un total de 84 casos de pobladores con enfermedades diarreicas agudas, siendo el sistema de abastecimiento del reservorio Santa Rosa de Quives el que más usuarios aloja con esas dolencias con un total de 22 personas; y diciembre es el mes con mayor incidencia.

RECOMENDACIONES

Finalizado la presente tesis me permite realizar las siguientes recomendaciones:

1. La Dirección Regional de Vivienda, Construcción y Saneamiento del Gobierno Regional de Pasco debe continuar realizando diversos controles en los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano, no solo de cloro residual, sino también de turbidez y alcalinidad.
2. La municipalidad del distrito de Huayllay debe de tener dentro de su personal de planta, técnicos e ingenieros ambientales que puedan realizar las verificaciones de cloro residual en los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano. Así mismo, debe de organizar campañas de sensibilización para prevenir verse afectado por enfermedades diarreicas agudas.
3. La escuela de formación profesional de Ingeniería Ambiental, debe de fomentar capacitaciones que permitan a los pobladores conocer la dosis óptima de cloro en la red de distribución de agua.
4. Los estudiantes de esta escuela profesional pueden profundizar en investigaciones de este tipo, ya que es un problema que aqueja fuertemente a las poblaciones de nuestra provincia y región.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acqua Tecnología Perú. (s.f.). *Cloro residual*. Obtenido de http://acquatecnologiaperu.com/wp-content/uploads/Cloro_residual_Acqua_Tecnologia.pdf
- Antezana, R. (2020). *Concentración de compuestos clorados en la red de distribución de agua potable en la ciudad de Acobamba, Huancavelica*. Tesis profesional, Universidad Nacional de Huancavelica, Facultad de Ciencias de Ingeniería, Huancavelica. Obtenido de Repositorio institucional de la Universidad de Huancavelica:
<https://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/3392/TESIS-2020-ING.%20AMBIENTAL-ANTEZANA%20GAVILAN.pdf>
- Arias Gonzáles, J. L. (2020). *Técnicas e Instrumentos de investigación científica*. Arequipa: Enfoques Consulting EIRL.
- Atencio, H. (2018). *Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local en la población de la localidad de San Antonio de Rancas, del distrito de Simón Bolívar, provincia y región Pasco - 2018*. Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Cerro de Pasco. Obtenido de <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/428>
- Banco Mundial. (03 de Octubre de 202). *Agua: Panorama general*. Obtenido de <https://www.bancomundial.org/es/topic/water/overview#1>
- Calderón, A. (27 de 10 de 2008). *La lógica de la investigación científica - Resumen*. Obtenido de Viviendo con la Filosofía:

<http://viviendoconfilosofia.blogspot.com/2008/10/la-lgica-de-la-investigacin-cientfica.html>

- Carvajal, A., Rísquez, A., Echezuría, L., Fernández, M., Castro, J., & Aurentis, L. (2019). Recomendaciones sobre el consumo de agua y alimentos en circunstancias especiales. *Bol Venez Infectol*, 30(1), 5-9. Obtenido de <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2019/07/1007546/02-carvajal-a-5-9.pdf>
- Cordero, M., & Ullauri, P. (2011). *Filtros caseros, utilizando ferrocemento, diseño para servicio a 10 familias, constante de 3 unidades de filtros gruesos ascendentes (FGAS), 2 filtros lentos de arena (FLA), sistema para aplicación del Cloro y 1 tanque de almacenamiento*. Obtenido de Repositorio de la Universidad de Cuenca: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/747/1/ti874.pdf>
- Díaz, M., & Ríos, A. (2020). *Determinación de cloro residual en agua de consumo humano del centro poblado La Palma, distrito San Bernardino, 2019*. Tesis de titulación, Universidad Privada del Norte, Cajamarca. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/23891>
- Escalante, P. (2020). *Determinación de cloro residual en la red de distribución de agua potable de los anexos del distrito de Matucana – octubre 2020*. Tesis de titulación, Universidad Roosevelt, Lima. Obtenido de <https://repositorio.uroosevelt.edu.pe/handle/20.500.14140/495>
- Ferró, F., Ferró, P., & Ferró, A. (2019). Distribución temporal de las enfermedades diarreicas agudas, su relación con la temperatura y cloro residual del agua potable en la ciudad de Puno, Perú. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 21(1), 69 - 80. <https://doi.org/10.18271/ria.2019.446>

- Hernandez, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta ed.). México D.F.: McGRAW-HILL.
- Luque, H. (2018). *Cuantificación de cloro residual en agua potable y su inhibición con tiosulfatos*. Tesis de titulación, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/19072>
- Ministerio del Ambiente. (2015). *Estudio de Desempeño Ambiental 2003 - 2013*. Ministerio del Ambiente.
- Ministerio del Ambiente. (2015). *Potabilización del agua*. Obtenido de Maletín de útiles Ecolegios:
https://www.minam.gob.pe/proyecolegios/Ecolegios/contenidos/biblioteca/biblioteca/m1_Agua_A3L4_Potabilizacion_del_Agua.pdf
- Municipalidad Distrital de Huayllay. (2019). *Plan de Desarrollo Concertado 2019-2022*.
- Municipalidad Distrital de Huayllay. (2021). *Plan de manejo de residuos sólidos del distrito de Huayllay 2021 - 2016*. Ordenanza Municipal N° 015 - 2021 MDH/A.
- Orellana, J. (2005). Características del agua potable. En *Ingeniería Sanitaria*. Rosario, Argentina: Universidad Tecnológica Nacional. Obtenido de https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/ing_sanitaria/Ingenieria_Sanitaria_A4_Capitulo_03_Caracteristicas_del_Agua_Potable.pdf
- Organización Mundial de la Salud. (1998). *Guías para la calidad del agua potable* (Vol. Vigilancia y control de los abastecimientos de agua a la comunidad). Ginebra, Suiza.
- Organización Mundial de la Salud. (19 de Mayo de 2008). *Como evitar las enfermedades relacionadas con el agua durante las emergencias*. Obtenido de <https://www.who.int/features/qa/31/e.s/>

- Organización Mundial de la Salud. (2009). Medición del cloro residual en el agua. *Guías técnicas sobre saneamiento, agua y salud*(11), 1-4. Obtenido de <http://www.disaster-info.net/Agua/pdf/11-CloroResidual.pdf>
- Organización Mundial de la Salud. (2018). *Guías para la calidad del agua de consumo humano*. WHO Graphics. Obtenido de <https://www.who.int/es/publications/i/item/9789241549950>
- OXFAM Intermón. (30 de Abril de 2017). *Enfermedades transmitidas por el agua contaminada*. Obtenido de Blog de OXFAM Intermón: <https://blog.oxfamintermon.org/enfermedades-transmitidas-por-el-agua-contaminada/>
- Pérez, R., & Ramos, G. (2018). *Dosis de cloro y cloro residual libre en el sistema de agua potable del sector de Puyhúan Grande del distrito y provincia de Huancavelica - 2018*. Tesis para titulación profesional, Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica. Obtenido de <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/2181>
- Sánchez, R. (Agosto de 2009). *¿Qué debemos saber acerca del agua potable?* La Paz, Bolivia: Programa de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario en Pequeñas y Medianas Ciudades GTZ/PROAPAC. Obtenido de Biblioteca Virtual de la Cooperación Alemana: https://www.bivica.org/files/ag_agua-potable.pdf
- Tamayo, M. (2003). *El proceso de la investigación científica* (Tercera ed.). México: Limusa S.A.
- Temas ambientales. (19 de Abril de 2017). *Cultura ambiental*. Obtenido de <https://www.temasambientales.com/2017/04/cultura-ambiental.html>

Tinoco, J. (2019). *Niveles de cloro residual libre en la red de distribución de agua potable en una institución de educación superior en la ciudad de Cali en el año 2019*. Tesis de especialización, Universidad Santiago de Cali, Cali.

UNDAC. (2019). *Líneas de investigación*. Resolución C.U. N° 0849 - 2019 - UNDAC - C.U. Obtenido de <https://drive.google.com/file/d/13dTY-Pshvz8fq6w1Mx3xCJXAwqX3nVcQ/view>

Villena, J. (2018). Calidad del agua y desarrollo sostenible. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 35(2), 304-308.
<https://doi.org/10.17843/rpmpesp.2018.352.3719>

ANEXOS

Instrumentos de recolección de datos

VIGILANCIA DE LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO
MONITOREO DE PARÁMETROS DE CAMPIO

PROVINCIA: **Pasco** MUNICIPIO: **Huayllay**

UBICACIÓN: **Reservorio 14 Setiembre**

FECHA MUESTRO: **15-07-21** HORA MUESTRO: **8:44**

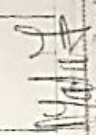
LOCALIDAD: **Huayllay** DISTRITO: **Huayllay** ALTURA: **4380**

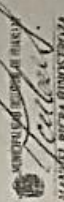
COORDENADAS UTM: **NORTE** ESTE: **-**

RECIPIENTE: **Plástico** VOLUMEN (L): **-** TEMPERATURA: **-** CLORO RESIDUAL (mg/L): **0**

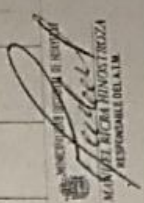
LABORATORIO: **INIA**

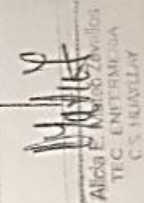
RESERVORIO	LOCALIDAD	DISTRITO	FECHA MUESTRO	HORA MUESTRO	COORDENADAS UTM	ESTRATIFICACIÓN	TEMPERATURA (°C)	CLORO RESIDUAL (mg/L)
Reservorio 14 Setiembre	Huayllay	Huayllay	15-07-21	8:44	-	-	-	0
DOM. FAMI: Yauri Cruz	Huayllay	Huayllay	15-07-21	8:50	-	-	-	0
DOM. FAMI: Hinojosa Arica	Huayllay	Huayllay	15-07-21	8:57	-	-	-	0
Reservorio San Cristobal	Huayllay	Huayllay	15-07-21	9:35	-	-	-	0.8
DOM. FAMI: Paz Terceiro	Huayllay	Huayllay	15-07-21	9:45	-	-	-	0.2
DOM. FAMI: Silvestre Huaman	Huayllay	Huayllay	15-07-21	9:50	-	-	-	0.2
Reservorio Santa Rosalinda	Huayllay	Huayllay	15-07-21	10:20	-	-	-	2.0
DOM. FAMI: Mateo Roca	Huayllay	Huayllay	15-07-21	10:45	-	-	-	1.6
DOM. FAMI: Aguirre Vega	Huayllay	Huayllay	15-07-21	10:55	-	-	-	1.4
Reservorio La Florida	Huayllay	Huayllay	15-07-21	11:05	-	-	-	1.4
DOM. FAMI: Nolasco Roca	Huayllay	Huayllay	15-07-21	11:10	-	-	-	0.8
DOM. FAMI: Navarro Aguirre	Huayllay	Huayllay	15-07-21	11:15	-	-	-	0.6
Reservorio Ayate Jarunen	Huayllay	Huayllay	15-07-21	11:30	-	-	-	1.2
DOM. FAMI: Roca Arica	Huayllay	Huayllay	15-07-21	11:38	-	-	-	1.0
DOM. FAMI: Beldeon Tiendoga	Huayllay	Huayllay	15-07-21	11:45	-	-	-	0.8
Reservorio Uchucragua	Huayllay	Huayllay	15-07-21	11:55	-	-	-	1.5
DOM. FAMI: Muñoz Torres	Huayllay	Huayllay	15-07-21	12:00	-	-	-	1.2
DOM. FAMI: Vicente Fraga	Huayllay	Huayllay	15-07-21	12:05	-	-	-	1.0

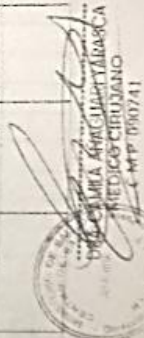

 ALICIA E. MUÑOZ ZAVALLS
 TECN. EN LABORATORIO
 C.S. HUAYLLAY


 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
 C.S. HUAYLLAY

RESERVOIR	LOCALIDAD	DISTRITO	FECHA MUESTREO	HORA MUESTREO	EVE	CONCENTRACION (LITROS)	ALTURA	PH	NO. IMPONED	TEMPERATURA (°C)	TEMPERATURA (°F)	CIUDAD	REGIONAL PUNTA
Reservorio A. Del Tambore	HUAYLLAY	HUAYLLAY	19-08-21	9:00	-	-	4380	-	-	-	-	-	0
DON. FAN. Andres Cervante	HUAYLLAY	HUAYLLAY	19-08-21	9:05	-	-	4380	-	-	-	-	-	0
DON. FAN. Trinidad Marcelo	HUAYLLAY	HUAYLLAY	19-08-21	9:10	-	-	4380	-	-	-	-	-	0
Reservorio Santa Rosa de Quavis	HUAYLLAY	HUAYLLAY	19-08-21	9:30	-	-	4380	-	-	-	-	-	0
DON. FAN. Laureano Huaman	HUAYLLAY	HUAYLLAY	19-08-21	9:36	-	-	4380	-	-	-	-	-	0
DON. FAN. Raimundo Navarro	HUAYLLAY	HUAYLLAY	19-08-21	9:40	-	-	4380	-	-	-	-	-	0
Reservorio San Gabriel	HUAYLLAY	HUAYLLAY	19-08-21	9:57	-	-	4380	-	-	-	-	-	0
DON. FAN. Paz Marcelo	HUAYLLAY	HUAYLLAY	19-08-21	10:05	-	-	4380	-	-	-	-	-	0
DON. FAN. Heales Hinojosa	HUAYLLAY	HUAYLLAY	19-08-21	10:10	-	-	4380	-	-	-	-	-	0
Reservorio La Florida	HUAYLLAY	HUAYLLAY	19-08-21	10:20	-	-	4380	-	-	-	-	-	1.4
DON. FAN. Rojas Roca	HUAYLLAY	HUAYLLAY	19-08-21	10:25	-	-	4380	-	-	-	-	-	0.2
DON. FAN. Carlos Palpartida	HUAYLLAY	HUAYLLAY	19-08-21	10:30	-	-	4380	-	-	-	-	-	0.6
Reservorio Agua Jarutran	HUAYLLAY	HUAYLLAY	19-08-21	10:45	-	-	4380	-	-	-	-	-	1.6
DON. FAN. Beltrán Flores	HUAYLLAY	HUAYLLAY	19-08-21	10:50	-	-	4380	-	-	-	-	-	0.8
DON. FAN. Roca Arica	HUAYLLAY	HUAYLLAY	19-08-21	10:55	-	-	4380	-	-	-	-	-	0.8
Reservorio Uchucanga	HUAYLLAY	HUAYLLAY	19-08-21	11:05	-	-	4380	-	-	-	-	-	0
DON. FAN. Zualles Luis	HUAYLLAY	HUAYLLAY	19-08-21	11:10	-	-	4380	-	-	-	-	-	0
DON. FAN. Alvarez Mateo	HUAYLLAY	HUAYLLAY	19-08-21	11:15	-	-	4380	-	-	-	-	-	0


RESPONSABLE DEL I.M.


Alfonsa E. Nolasco
T.E.C. ENTREGUERA
C.S. HUAYLLAY


UNIDAD DE SALUD
C.S. HUAYLLAY
REG. MINSA 090711



REGIONAL PASCO
MATER ZELANDS ALCIA EVELYN

PROYECTO DE INVERSIÓN
DE AGUA POTABLE

VEGANCIA DE LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO
MONITOREO DE PARAMETROS DE CAMPO

NUMERO DE PUNTO: 005 HUAYLLAY

RESERVOIRIO UCHUSTRAGNA

1 DOM. FAMI. Muñoz Montres

2 DOM. FAMI. Vicente Fraga

Reservorio La Florida

1 DOM. FAMI. Navito Javetiano

2 DOM. FAMI. Nolasco Rica

Reservorio Agurta - Inuan

1 DOM. FAMI. Mordega Guz

2 DOM. FAMI. Lopez Pablo

Reservorio Santa Rosa de Quis

2 DOM. FAMI. Aguro Vesa

1 DOM. FAMI. Rapi Marcelo

VEGANCIA DE LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO
MONITOREO DE PARAMETROS DE CAMPO

NUMERO DE PUNTO: 005 HUAYLLAY

RESERVOIRIO UCHUSTRAGNA

1 DOM. FAMI. Muñoz Montres

2 DOM. FAMI. Vicente Fraga

Reservorio La Florida

1 DOM. FAMI. Navito Javetiano

2 DOM. FAMI. Nolasco Rica

Reservorio Agurta - Inuan

1 DOM. FAMI. Mordega Guz

2 DOM. FAMI. Lopez Pablo

Reservorio Santa Rosa de Quis

2 DOM. FAMI. Aguro Vesa

1 DOM. FAMI. Rapi Marcelo

REG / RECIBIDO
MES DE MONITOREO
TEMPERATURA

MESESIA
SEPTIEMBRE - 2002

CONDICION
TEMPERATURA

CONDICION
TEMPERATURA

CONDICION
TEMPERATURA

CONDICION
TEMPERATURA

CONDICION
TEMPERATURA

CONDICION
TEMPERATURA

CONDICION
TEMPERATURA

CONDICION
TEMPERATURA

CONDICION
TEMPERATURA

CONDICION
TEMPERATURA

CONDICION
TEMPERATURA

CONDICION
TEMPERATURA

CONDICION
TEMPERATURA

CONDICION
TEMPERATURA

CONDICION
TEMPERATURA

CONDICION
TEMPERATURA

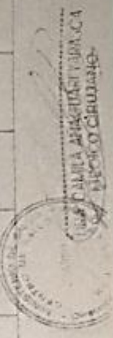
CONDICION
TEMPERATURA

CONDICION
TEMPERATURA

CONDICION
TEMPERATURA

CONDICION
TEMPERATURA

CONDICION
TEMPERATURA



ALICIA EVELYN
RESP. ENFERMERIA
PASCO - HUAYLLAY

ANUNCIAJOS DE NOTICIAS
MATER ZELANDS
RESP. ENFERMERIA
PASCO - HUAYLLAY

ALICIA EVELYN
RESP. ENFERMERIA
PASCO - HUAYLLAY



REGION PASCO
 MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO
 MONITOREO DE PARAMETROS DE CAMPO

RESERVA UCHUCANGA
 HUANUYO

RESERVA AGUILA BORJA
 HUANUYO

RESERVA VICAROS PALMIRIO
 HUANUYO

RESERVA JA FLORIDA
 HUANUYO

RESERVA PALPA HUARAN
 HUANUYO

RESERVA REPOS RICA
 HUANUYO

RESERVA AGUAS JATUNAN
 HUANUYO

RESERVA RICA ACHIC
 HUANUYO

RESERVA REPOS AGUSTIN
 HUANUYO

RESERVA SANTA ROSA BUIS
 HUANUYO

RESERVA HUANDRAZ TIELLOLO
 HUANUYO

RESERVA VICAROS BORJA
 HUANUYO

RESERVA AGUILA BORJA
 HUANUYO

RESERVA UCHUCANGA
 HUANUYO

RESERVA VICAROS PALMIRIO
 HUANUYO

RESERVA JA FLORIDA
 HUANUYO

RESERVA PALPA HUARAN
 HUANUYO

RESERVA REPOS RICA
 HUANUYO

RESERVA AGUAS JATUNAN
 HUANUYO

RESERVA RICA ACHIC
 HUANUYO

RESERVA REPOS AGUSTIN
 HUANUYO

RESERVA SANTA ROSA BUIS
 HUANUYO

RESERVA HUANDRAZ TIELLOLO
 HUANUYO

RESERVA VICAROS BORJA
 HUANUYO

RESERVA AGUILA BORJA
 HUANUYO

RESERVA UCHUCANGA
 HUANUYO

RESERVA VICAROS PALMIRIO
 HUANUYO

RESERVA JA FLORIDA
 HUANUYO

RESERVA PALPA HUARAN
 HUANUYO

RESERVA REPOS RICA
 HUANUYO

RESERVA AGUAS JATUNAN
 HUANUYO

RESERVA RICA ACHIC
 HUANUYO

RESERVA REPOS AGUSTIN
 HUANUYO

RESERVA SANTA ROSA BUIS
 HUANUYO

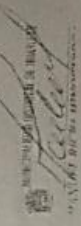
RESERVA HUANDRAZ TIELLOLO
 HUANUYO

RESERVA VICAROS BORJA
 HUANUYO

ID	RESERVA	LOCALIDAD	DISTRITO	FECHA MUESTREO	HORA MUESTRO	EST	COORDENADAS UTM	ALTURA	P	RESERVA		COND	
										FINISIMIL	CONCRETO		
1	Reservorio Uchucangá	HUANUYO	HUANUYO	13-10-21	9:10	0351534	878350	4359	7.9	2.49	66	12.4	0.8
2	Reservorio Aguila Borja	HUANUYO	HUANUYO	13-10-21	8:24	0351289	878363	4317	6.3	0.74	66	11.0	0.5
1	Reservorio Vicaros Palmirio	HUANUYO	HUANUYO	13-10-21	8:55	0351377	878353	4341	7.4	0.65	64	10.6	0.6
1	Reservorio Ja Florida	HUANUYO	HUANUYO	13-10-21	11:13	0351041	878293	4393	7.4	1.28	181	18.4	1.6
2	Reservorio Palpa Huaran	HUANUYO	HUANUYO	13-10-21	9:37	0351357	878347	4346	7.7	0.88	177	12.6	1.2
1	Reservorio Repos Rica	HUANUYO	HUANUYO	13-10-21	9:59	0351144	878343	4353	7.8	0.97	182	17.4	0.8
1	Reservorio Aguas Jatunan	HUANUYO	HUANUYO	13-10-21	10:13	0351138	878327	4350	8.0	0.99	59	13.1	0.8
1	Reservorio Rica Achic	HUANUYO	HUANUYO	13-10-21	10:27	0351086	878330	4343	7.7	1.34	59	16.8	0.5
2	Reservorio Repos Agustín	HUANUYO	HUANUYO	13-10-21	10:36	0351019	878335	4344	7.8	2.29	61	17.4	0.2
1	Reservorio Santa Rosa Buis	HUANUYO	HUANUYO	13-10-21	11:25	0350970	878291	4384	8.2	2.19	68	9.8	1.8
2	Reservorio Huandraz Tiello	HUANUYO	HUANUYO	13-10-21	10:49	0350898	878309	4340	7.7	1.60	50	12.9	0.8
1	Reservorio Vicaros Borja	HUANUYO	HUANUYO	13-10-21	11:03	0350939	878292	4352	7.6	1.72	55	11.0	1.4

Alcaldía Municipal
 TEG. EMP. PASCO
 CS. HUANUYO

[Signature]





REGION: **Pasco**
 MUNICIPIO: **San Marcos**
 PUEBLO: **Hato**

VIGILANCIA DE LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO
 MONITOREO DE PARÁMETROS DE CAMPO

MONITOREO DE PUNTO: **C.S. Huayllay**

RED / MICRORED: **Meseda**
 MESON MONITOREO: **DICIEMBRE - 2021**

FECHA MUESTREO	HORA MUESTREO	ESTE	NORTE	ALTURA	PH	CONDUCTIVIDAD (µm/cm)	TEMPERATURA (°C)	CLORO RESIDUAL (mg/L)
14-12-21	8:45	0350174	8784050	4347	7.2	150	10.7	0.6
14-12-21	8:25	0350641	8783871	4317	6.3	147	11.6	0.2
14-12-21	8:55	0350518	8784030	4356	7.6	115	11.1	0.4
14-12-21	9:36	0351535	8783497	4353	7.9	55	11.2	1.2
14-12-21	9:17	0351201	8783482	4325	7.8	60	11.8	0.8
14-12-21	9:23	0351235	8783532	4329	7.8	61	10.1	1.0
14-12-21	11:13	0351636	8782925	4390	7.3	171	14.0	1.8
14-12-21	9:54	0351314	8783407	4350	7.8	179	11.3	1.2
14-12-21	10:02	0351814	8783198	4362	7.9	168	10.3	0.8
14-12-21	10:13	0351135	8783278	4345	8.3	54	10.3	1.0
14-12-21	10:30	0351084	8783303	4344	8.1	53	10.4	0.8
14-12-21	10:45	0351029	8783282	4363	8.0	54	10.0	0.4

Martín
 DIRECTOR GENERAL DE SERVICIOS
 REGIONAL DE PASCO
 MINISTERIO DE SALUD

Martín
 DIRECTOR GENERAL DE SERVICIOS
 REGIONAL DE PASCO
 MINISTERIO DE SALUD

Martín
 DIRECTOR GENERAL DE SERVICIOS
 REGIONAL DE PASCO
 MINISTERIO DE SALUD



SECRETARÍA REGIONAL DE SALUD
 MEDICO CIRUJANO
 CAP 86110

Matriz de consistencia

Cloro residual en el agua de consumo humano con relación a las enfermedades diarreicas agudas de los pobladores del distrito de Huayllay, Pasco - 2021		
Problemas	Objetivos	Hipótesis
<p>General: ¿Qué relación existe entre el cloro residual en el agua de consumo humano y las enfermedades diarreicas agudas de los pobladores del distrito de Huayllay durante el 2021?</p>	<p>General: Evaluar la relación entre el cloro residual en el agua de consumo humano y las enfermedades diarreicas agudas de los pobladores del distrito de Huayllay durante el 2021.</p>	<p>General: Existe una relación inversa entre el cloro residual en el agua de consumo humano y las enfermedades diarreicas agudas de los pobladores del distrito de Huayllay durante el 2021.</p>
<p>Específicos: ¿Cuál es la concentración del cloro residual en el agua de consumo humano del distrito de Huayllay durante el 2021? ¿Cuántos casos de enfermedades diarreicas agudas se han presentado mensualmente en el distrito de Huayllay durante el 2021?</p>	<p>Específicos: Determinar la concentración del cloro residual en el agua de consumo humano del distrito de Huayllay durante el 2021. Cuantificar los casos de enfermedades diarreicas</p>	<p>Específicos: La concentración del cloro residual en el agua de consumo humano del distrito de Huayllay durante el 2021 es mayor a 0.5 mg/L (Reglamento de calidad de agua para consumo humano).</p>

	<p><i>agudas se han presentado mensualmente en el distrito de Huayllay durante el 2021.</i></p>	<p><i>Se superan más de 100 casos anuales de enfermedades diarreicas agudas en el distrito de Huayllay durante el 2021.</i></p>
<p>VARIABLE INDEPENDIENTE:</p>	<p><i>Cloro residual en el agua de consumo humano del distrito de Huayllay</i></p>	
<p>VARIABLE DEPENDIENTE:</p>	<p><i>Enfermedades diarreicas agudas de los pobladores del distrito de Huayllay</i></p>	
<p>VARIABLE INTERVINIENTE:</p>	<p><i>Reglamento de calidad de agua para consumo humano</i></p>	

GALERÍA FOTOGRÁFICA



Inicio de toma de muestras



Verificación de reservorios



Toma de muestra domiciliarias



Segunda verificación de reservorios



Pruebas de cloración del agua



Toma de muestras en reservorios