UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

T E S I S

Optimización del sistema de cloración por goteo de carga constante de doble recipiente en el abastecimiento de agua potable del Centro Poblado de Lucmapampa distrito de San Pedro de Pillao 2022

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Ambiental

Autor:

Bach. David Alejandro RODRIGUEZ MAYUNTUPA

Asesor:

Mg. Lucio ROJAS VÍTOR

Cerro de Pasco – Perú - 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

T E S I S

Optimización del sistema de cloración por goteo de carga constante de doble recipiente en el abastecimiento de agua potable del Centro Poblado de Lucmapampa distrito de San Pedro de Pillao 2022

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Luis Alberto PACHECO PEÑA
PRESIDENTE

Dr. David Johnny CUYUBAMBA ZAVALLOS
MIEMBRO

Ing. Miguel Ángel BASUALDO BERNUY
MIEMBRO

Universidad Nacional Daniel Alcides

Carrión Facultad de Ingeniería

Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 143-2024-UNDAC/UIFI

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en mérito al artículo 23° del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales aprobado en Consejo Universitario del 21 de abril del 2022, La Tesis ha sido evaluado por el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Tesis:

Optimización del Sistema de Cloración por goteo de carga constante de doble recipiente en el abastecimiento de agua potable del Centro Poblado de Lucmapampa distrito de San Pedro de Pillao 2022

Apellidos y nombres de los tesistas:

Bach. RODRÍGUEZ MAYUNTUPA, David Alejandro

Apellidos y nombres del Asesor:

Mg. ROJAS VITOR, Lucio

Escuela de Formación Profesional

Ingeniería Ambiental

Índice de Similitud

26%

APROBADO

Se informa el Reporte de evaluación del software similitud para los fines pertinentes:

Cerro de Pasco, 27 de junio del 2024

Firma Digital UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN (AVANZADA)

Firmado digitalmente por MEJIA CACERES Reynaldo FAU 20154605046 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 27.06.2024 11:02:42 -05:00

DEDICATORIA

A mis amados padres,

quienes han sido mi fuente inagotable de apoyo, amor y guía a lo largo de este camino. Sus sacrificios y constante aliento han iluminado mi camino y cada paso que doy está lleno de valores y principios que me han transmitido. Esta tesis es un tributo a su amor incondicional y su inquebrantable fe en mí.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a todas las instituciones que contribuyeron de manera invaluable a la realización de esta investigación. Sus recursos y colaboración fueron fundamentales para el éxito de este proyecto.

Agradezco sinceramente a mi asesor, Mg. Lucio Rojas Vitor. por su orientación experta, paciencia y dedicación. Sus valiosos conocimientos y consejos guiaron cada paso de este estudio y enriquecieron mi perspectiva académica.

También quiero extender mi gratitud a la Universidad Daniel Alcides Carrión por brindarme el entorno propicio para aprender, crecer y desarrollar este trabajo. La calidad de la educación que he recibido aquí ha sido fundamental para mi formación como investigador.

Quiero expresar mi agradecimiento especial a mis padres y hermanos por ser mi constante fuente de inspiración y apoyo a lo largo de este emocionante viaje de investigación. Su compromiso con mi éxito y amor incondicional me han impulsado a alcanzar mis metas. Esta tesis no solo es un testimonio de mi esfuerzo, sino también de la influencia positiva que han tenido en mi vida.

Finalmente, a mi familia y seres queridos, gracias por su constante aliento y comprensión en los momentos de desafío. Su presencia ha sido mi ancla en medio de las dificultades y mis mayores celebrantes en los logros.

Sin todas estas piezas clave, esta tesis no habría sido posible. A todos ustedes, mi más sincero agradecimiento.

RESUMEN

La presente investigación se demuestra la aplicación del procedimiento técnico para la cloración del agua mediante la tecnología de cloración por goteo convencional en este presente estudio el hipoclorador por goteo de carga constante de doble recipiente en el ámbito rural serian fundamentales para asegurar la dotación de agua de calidad y apto para el consumo humano, por lo que aportaría a minimizar estos índices mencionados y el cierre de brechas concerniente a calidad.

Con la investigación se tiene como objetivo principal establecer la optimización del sistema de cloración por goteo de carga constante de doble recipiente en el abastecimiento de agua potable del Centro Poblado de Lucmapampa distrito de San Pedro de Pillao 2022.

Para la evaluación de la eficiencia de la cloración se comparó con el decreto supremo N° 031-2010-SA Reglamento de la calidad de agua para consumo humano ello se constató en la evaluación en el reservorio y en tres viviendas en las población de Lucmapampa, logrando en el reservorio cumpliendo el cloro donde en un máximo de 5 mg/lt, de los resultados observado y en los puntos de monitoreo que son las viviendas el cloro residual se encuentra por encima de lo requerido mínimamente con ello garantiza que el agua potable que llega a la población de Lucmapampa se encuentra desinfectado y es apto para consumo humano.

Como se pudo evaluar la calidad de agua potable, mediante el uso del sistema de cloración por goteo de carga constante de doble recipiente en el sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado de Lucmapampa logrando eficientemente dosificando 744.27 gr/mes de cloro para el abastecimiento de 347,328 lt/mes o 347.328 m3/mes.

Palabras claves: Cloración por goteo, doble recipiente, desinfectado, consumo humano y calidad de agua potable.

ABSTRACT

The present investigation demonstrates the application of the technical procedure for the chlorination of water using conventional drip chlorination technology. In this present study, the double-recipient constant-load drip hypochlorinator in rural areas would be essential to ensure the provision of water for quality and suitable for human consumption, so it would directly and indirectly contribute to minimizing these mentioned indices and closing gaps concerning quality.

The main objective of the research is to establish the optimization of the double-recipient constant-load drip chlorination system in the drinking water supply of the Centro Poblado de Lucmapampa, district of San Pedro de Pillao 2022.

For the evaluation of the efficiency of chlorination, it was compared with Supreme Decree No. 031-2010-SA Regulation of the quality of water for human consumption. This was verified in the evaluation in the reservoir and in three houses in the town of Lucmapampa, achieving in the reservoir complying with chlorine where a maximum of 5 mg/lt, from the observed results and in the monitoring points that are the homes, the residual chlorine is above what is minimally required, thereby guaranteeing that the drinking water that reaches the town of Lucmapampa, it is disinfected and is suitable for human consumption.

How the quality of drinking water could be evaluated, through the use of the double-recipient constant-load drip chlorination system in the drinking water supply system of the town center of Lucmapampa, efficiently achieving 744.27 gr/month of chlorine for the supply of 347,328 lt/month or 347,328 m3/month.

Keywords: Drip chlorination, double container, disinfected, human consumption and drinking water quality.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación busca demostrar que no basta con proporcionar acceso al agua en las comunidades mediante sistemas de abastecimiento; es esencial que esta agua sea de calidad y apta para el consumo humano de acuerdo con las normativas sanitarias y ambientales tanto internacionales como nacionales. Por ello, en este estudio se propone la utilización de un procedimiento técnico para la cloración del agua utilizando la tecnología de cloración por goteo convencional. En particular, se plantea el uso de un hipoclorador por goteo de carga constante con doble recipiente en áreas rurales como una solución fundamental para garantizar que el agua suministrada sea de calidad y segura para el consumo humano. Esto contribuiría, directa e indirectamente, a reducir los índices de enfermedades relacionadas con el agua y a cerrar las brechas existentes en cuanto a la calidad del agua disponible.

Este trabajo de investigación es de tipo descriptivo y se enfoca en la implementación de un procedimiento técnico para la cloración del agua, utilizando la tecnología de cloración en el sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado de Lucmapampa, en el distrito de Yanahuanca. Se describe el contexto actual y se recopila información sobre las variables implicadas en esta problemática, así como posibles alternativas de optimización.

Si la investigación no lograra proponer con éxito el procedimiento para clorar el agua con la tecnología de cloración por goteo convencional en áreas rurales, sería un resultado inesperado. Esto se debe a que la Organización Mundial de la Salud (OMS) ya ha demostrado y recomendado que el cloro (Cl) es el bactericida más efectivo para abordar este problema. Implementar esta tecnología debería contribuir a revertir los índices de anemia y desnutrición crónica, tanto directa como indirectamente, al asegurar un suministro de agua segura y sostenible.

El autor.

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

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 6

1.5.1. Justificación Ambiental 6

1.5.2. Justificación Social 6

1.5.3. Justificación Metodológica 6

1.6. Limitaciones de la investigación 7

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de estudio 8

2.1.1. Antecedentes Internacional 8

2.1.2. Antecedente a nivel nacional 14

2.1.3. Antecedentes a nivel local 17
2.2. Bases teóricas - científicas 19
2.2.1. Captación de agua 19
2.2.2. Línea de conducción de agua 19
2.2.3. Planta de tratamiento de agua potable (PTAP) 20
2.2.4. Almacenamiento de agua potable 21
2.2.5. Línea de aducción de agua potable 22
2.2.6. Red de distribución de agua potable 23
2.2.7. Conexiones domiciliarias 23
2.2.8. ¿Qué es el agua? 24
2.2.9. Propiedades físicas y químicas del agua. 24
2.2.10. El agua y los seres vivos. 25
2.2.11. Tipo de fuentes para abastecimiento de agua. 25
2.2.12. Calidad del Agua. 26
2.2.13. Análisis físico del agua. 27
2.2.14. Análisis bacteriológico del agua 28
2.2.15. Norma de la calidad del agua. 29
2.2.16. Desinfección del agua para consumo humano 32
2.2.17. Características de un buen desinfectante 32
2.2.18. Desinfección y Cloración 33
2.2.19. Cloración como proceso de desinfección 34
2.2.20. Clorador. 36
2.2.21. El Cloro (Cl_2) 37
2.2.22. La cloración como método de desinfección apropiado para el ámbito rural 38
2.2.23. Problemática en la cloración del agua en el medio rural 39
2.2.24. La cloración en sistemas de abastecimiento de agua rural 40
2.2.25. Ventajas y limitantes del cloro 41

2.3. Definición de términos básicos 43
2.3.1. Cloración del agua 43
2.3.2. Agua segura 44
2.3.3. Caracterización del agua para consumo 44
2.3.4. Tecnología de cloración 44
2.3.5. Compuesto de cloro 44
2.3.6. Cloro libre. 44
2.3.7. Cloro residual libre 44
2.3.8. Turbiedad. 45
2.3.9. Las demandas de cloro (DC) 45
2.3.10. Tiempo de contacto 45
2.3.11. pH del agua 45
2.3.12. Acido hipocloroso (HOCl). 46
2.3.13. Ion Hipoclorito (OCl^-). 46
2.3.14. Solución clorada o solución madre. 47
2.3.15. Junta administradora de agua y saneamiento (JASS) 47
2.3.16. Área técnica municipal (ATM) 47
2.4. Formulación de hipótesis 47
2.4.1. Hipótesis general 47
2.4.2. Hipótesis específicas 48
2.5. Identificación de las variables 48
2.5.1. Variable independiente 48
2.5.2. Variable dependiente 48
2.5.3. Variable interviniente 48
2.6. Definición operacional de variables e indicadores 48

CAPITULO III

METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION

3.1. Tipo de investigación 50

3.2. Nivel de investigación 51
3.3. Métodos de investigación 51
3.3.1. Identificación el Área de Estudio 51
3.3.2. Monitoreo y Análisis de Agua Potable 51
3.4. Diseño de investigación 52
3.5. Población y muestra 52
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos 53
3.7. Técnicas de procesamientos y análisis de datos 54
3.8. Tratamiento estadístico 54
3.9. Orientación ética filosófica y epistémica 54

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo 55
4.1.1. Ubicación a la zona de investigación 55
4.1.2. Como llegar a la zona de investigación 55
4.1.3. Proceso de gestión de agua potable en el Centro Poblado de Lucmapampa 57
4.1.4. Sistema de Cloración por goteo de carga constante de doble recipiente 58
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados 60
4.2.1. Dosificación y cálculos de cloro 60
4.2.2. Resultados de cloro residual 61
4.3. Prueba de hipótesis 69
4.4. Discusión de resultados 70
CONCLUSIONES
RECOMENDACIONES
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS
ANEXOS

ÍNDICES DE MAPAS

Mapa N° 1: Ubicación a la población de Lucmapampa-Distrito de Pillao de la provincia de Daniel Alcides Carrión..... 56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Límites Máximos Permisibles de Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos 30

Tabla N° 2: Límites Máximos Permisibles de Parámetros de Calidad Organolépticas 30

Tabla N° 3: Límites Máximos Permisibles de Parámetros Químicos inorgánicos y orgánicos 31

Tabla N° 4. Agentes desinfectantes que se utilizan en sistemas de abastecimiento de agua potable 34

Tabla N° 5: Resumen los efectos tóxicos del cloro..... 38

Tabla N° 6: Las formas más comunes de presentación del cloro son: 43

Tabla N° 7 Operacionabilidad de variables e indicadores 49

Tabla N° 8 Componentes del sistema de agua potable Lucmapampa 57

Tabla N° 9 Resultados de cloro y cloro residual en la población de Lucmapampa..... 65

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1: Resultados de cloro en el reservorio..... 66

Gráfico N° 2: Resultados de cloro residual en la primera vivienda (después del reservorio)..... 67

Gráfico N° 3: Resultados de cloro residual vivienda intermedia 68

Gráfico N° 4: Resultados de cloro residual de última vivienda 69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Captación de agua subterránea 19

Figura N° 2. Línea de conducción de agua 20

Figura N° 3. Planta de tratamiento de agua potable (Ejemplo de filtro lento)..... 21

Figura N° 4. Reservorio 22

Figura N° 5. Línea de aducción..... 22

Figura N° 6. Red de distribución 23

Figura N° 7. Conexión domiciliaria 24

Figura N° 8. Productos de cloro como desinfectante, presentación en el mercado 39

Figura N° 9: Dosis Total 41

Figura N° 10: Sistema de Cloración por goteo de carga constante de doble recipiente 60

Figura N° 11: Sistema de dosificación..... 61

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Identificación y determinación del problema

Los servicios de agua potable y saneamiento constituyen servicios básicos para la población, y son importantes porque proporcionan una mejora sustancial en la calidad de vida, cuando brindan un servicio de calidad y promueven cambios de hábitos de higiene, con el propósito de disminuir las enfermedades diarreicas, contribuir a la erradicación de la anemia y desnutrición, así como también evitar la pérdida innecesaria del recurso hídrico ya sea de fuentes superficiales o subterráneas. Además, el acceso y uso a un servicio de agua potable y saneamiento de calidad, contribuye en el desarrollo de las actividades domésticas de la comunidad y mejora sus capacidades productivas comerciales e industriales (SUNASS, 2021).

La intervención con los servicios de agua potable y saneamiento, especialmente en el ámbito rural constituye un gran reto para el país, la región Pasco y a su vez las diversas organizaciones publico privadas. A pesar de las intervenciones realizadas a la fecha la cobertura de los servicios sigue siendo reducida a nivel nacional" según el INEI (2016) la cobertura de agua potable y saneamiento en el ámbito rural es de 38.8% y 21.3% respectivamente.

Para que las poblaciones puntualmente del ámbito rural tengan el agua de calidad que se merecen en la última década se ha implementado una política nacional en el tema de saneamiento urbano y rural con el objetivo justamente de cerrar las brechas de acceso al agua con infraestructura y que sea apta para el consumo humano, en ese sentido la región Pasco no ha sido ajeno a ello, por lo que en paralelo a tener concluidos los sistemas de abastecimiento de agua potable también se implementan tecnologías con sistemas de cloración (SUNASS, 2021).

El problema reside en que los pobladores de los centros poblados con sistema de abastecimiento de agua del ámbito rural del distrito de Yanahuanca están ingiriendo agua no apta para el consumo humano donde se sobre pasa los límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos establecidos en el D.S.031–2010–SA, ocasionando enfermedades en la población vulnerable e incrementado los índices de anemia y desnutrición crónica infantil.

En el Perú, los servicios de saneamiento se proporcionan a la población sin garantizar condiciones adecuadas de equidad, calidad, oportunidad y continuidad. Las cifras promedio no reflejan las marcadas diferencias entre las áreas rurales y urbanas, evidenciando la falta de infraestructura necesaria para ofrecer servicios de saneamiento óptimos en el país. Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), en 2016, Perú tenía una población estimada de 31.4 millones de habitantes, de los cuales el 77.2 % vivía en zonas urbanas y el 22.8 % en zonas rurales. Las estimaciones indican que en las áreas urbanas, el 94.5 % de los habitantes tiene acceso a agua potable y el 88.3 % a servicios de alcantarillado. Sin embargo, en las áreas rurales, solo el 71.2 % tiene acceso a agua potable y apenas el 24.6 % cuenta con alcantarillado. Esto significa que aproximadamente 3.4 millones de peruanos en zonas urbanas y

8.3 millones en zonas rurales no tienen acceso a servicios de agua potable y alcantarillado (El Plan Nacional de Saneamiento 2017 – 2021)

Así mismo es importante indicar que durante el año 2015 se trató el 65.4 % del total de las aguas residuales producidas por 28 empresas prestadoras de servicios de saneamiento (empresas prestadoras), de un total de 50. Los 22 restantes no reportaron tratamiento de aguas residuales. La situación es más crítica cuando se analizan la situación de las municipalidades y JASS. Las cifras anteriores reflejan claramente la inequidad que existe en nuestro país respecto al acceso a los servicios de saneamiento (SUNASS, 2021)

Una deficiente calidad de los servicios de saneamiento, así como una inadecuada disposición sanitaria de excretas y aguas residuales, tienen impacto en la salud pública. Las enfermedades que se transmiten por uso y consumo de agua de mala calidad e insuficiente lavado de manos, así como las enfermedades diarreicas agudas son resultado del limitado acceso a agua potable (HUTTON, G., & Haller, L. 2004).

En ese mismo sentido se afirma que cerca del 10 % de la carga de enfermedades a nivel mundial puede prevenirse mediante intervenciones que mejoren los servicios de saneamiento y la higiene de la población “Organisation for Economic Co-operation and Development 2011).

De acuerdo con estudios realizados por la Organización Mundial de la Salud -OMS-, el mejoramiento adicional de la calidad del agua de consumo humano, como la desinfección en el punto de consumo, reduciría los casos de diarrea en un 45 %. Cerca de 1,8 millones de personas mueren cada año en el mundo debido a enfermedades diarreicas (incluido el cólera); un 90 % de esas personas son niños menores de cinco años, principalmente procedentes de países en desarrollo. La mejora del abastecimiento de agua podría reducir la morbilidad por diarrea en un 21 %, mientras que la mejora del servicio de

desagüe la reduciría en un 37,5 % (DEFENSORIA DEL PUEBLO. Ciudadanos sin agua, un derecho vulnerado. Informe Defensorial N° 94. Lima 2005).

Por otro lado si bien la implementación de un tipo de tecnología de cloración a las plantas de tratamiento de agua potable (PTAP) en su última fase son obligatorios para garantizar la calidad de agua suministrado, sucede solo con un mayor porcentaje en el ámbito Urbano, acorde a la política nacional de saneamiento y sus objetivos es imprescindible cerrar las brechas de cobertura y calidad sobre todo en el ámbito Rural impulsando de este modo que se implementen las tecnologías de cloración pertinentes a los sistemas de abastecimiento de agua potable (SAP) para garantizar también en este sector la calidad de agua que se suministran.

Por lo expuesto se determina que si bien acorde a la política nacional en tema de saneamiento rural no es suficiente dar la cobertura del agua sino que también dotar el agua de calidad ya que, lo que se busca es minimizar las enfermedades ocasionadas por la ingesta del agua no apto para el consumo humano y disminuir los índices de anemia y desnutrición crónica en la población vulnerable; por ello la presente tesis plantea la propuesta técnica para la cloración del agua para la optimización de la tecnología de cloración por goteo convencional en el sistema de abastecimiento de agua potable del ámbito rural del distrito de Pillao, región Pasco del 2022.

1.2. Delimitación de la investigación

- **Delimitación espacial:** La investigación se realizó en el distrito de San Pedro de Pillao de la provincia Daniel Alcides Carrión.
- **Delimitación temporal:** La investigación se realizó desde enero a diciembre del 2022.
- **Delimitación del universo:** Esta información obtenida en parte fue de la Autoridad Nacional del Agua y SENAMHI

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿De qué manera ayudara la optimización del sistema de cloración por goteo de carga constante de doble recipiente en el abastecimiento de agua potable del Centro Poblado de Lucmapampa distrito de San Pedro de Pillao 2022?

1.3.2. Problemas específicos:

1. ¿Cuál es la viabilidad técnica del hipoclorador por goteo de carga constante de doble recipiente incorporado en el sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado de Lucmapampa del distrito de San Pedro de Pillao, región Pasco 2022?
2. ¿Qué procedimiento técnico comprende la cloración del agua mediante el hipoclorador por goteo de carga constante de doble recipiente en el sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado de Lucmapampa del distrito de San Pedro de Pillao, región Pasco 2022?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Establecer la optimización del sistema de cloración por goteo de carga constante de doble recipiente en el abastecimiento de agua potable del Centro Poblado de Lucmapampa distrito de San Pedro de Pillao 2022.

1.4.2. Objetivos específicos:

1. Evaluar la viabilidad técnica del hipoclorador por goteo de carga constante de doble recipiente incorporado en el sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado de Lucmapampa del distrito de San Pedro de Pillao, región Pasco 2022
2. Evaluar el procedimiento técnico para la cloración del agua mediante el Hipoclorador por goteo de carga constante de doble recipiente en

el sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado de Lucmapampa del distrito de Pillao, región Pasco 2022

1.5. Justificación de la investigación

1.5.1. Justificación Ambiental

La presente investigación pretende demostrar que no es suficiente dar cobertura de agua en los centros poblados con sistemas a abastecimiento de agua; sino que estas tienen que ser de calidad y aptos para el consumo humano según las normas sanitarias y ambientales correspondientes internacionales y nacionales, por ello la aplicación del procedimiento técnico para la cloración del agua mediante la tecnología de cloración por goteo convencional en este presente estudio el Hipoclorador por goteo de carga constante de doble recipiente en el ámbito rural serian fundamentales para asegurar la dotación de agua de calidad y apto para el consumo humano, por lo que aportaría de forma directa e indirecta a minimizar estos índices mencionados y el cierre de brechas concerniente a calidad.

1.5.2. Justificación Social

Se realiza la presente investigación en marco a los altos índices de anemia y desnutrición crónica a la población vulnerables del ámbito rural, puesto que una de las principales causas identificadas es el consumo de agua sin tratamiento, lo que conlleva a tener niños y niñas con pocas proyecciones de desarrollo en el futuro y a su vez un impacto negativo a nivel social económico y ambiental hacia la sociedad.

1.5.3. Justificación Metodológica

Si la investigación no conllevara a tener como resultado a no poder proponer el procedimiento para realizar la cloración con la tecnología de cloración por goteo convencional para su aplicación en el ámbito rural y tener el agua apta para el consumo humano, sería tener un resultado inusual puesto que ya se haya demostrado y recomendado por las OMS (organización mundial

de la salud) que el bactericida número uno es el compuesto cloro (Cl) y atacaría directamente a este problema y como consecuencia tendríamos revertidos los indicadores de anemia y desnutrición crónica de forma directa e indirecta porque el abastecimiento de agua sostenible seria proporcionar agua segura.

1.6. Limitaciones de la investigación

En la presente investigación se puede detectar las siguientes limitaciones:

- Escasez bibliográfica sobre estudios de hipoclorador por goteo de carga constante de doble recipiente.
- El poco presupuesto que solo nos permite analizar muestras de agua y enfocarnos en este aspecto.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de estudio

2.1.1. Antecedentes Internacional

Según Professor Mark D. Sobsey (2007) “Gestión del Agua en el Hogar: Acelerando la Salud y Mejorando el Suministro de Agua, Saneamiento y Salud. Departamento de Protección del Medio Humano, Organización Mundial de la Salud, Ginebra cada año, aproximadamente 2.2 millones de personas mueren debido a enfermedades relacionadas con la higiene básica, como la diarrea, siendo la gran mayoría niños en países en desarrollo. Intervenciones en higiene, saneamiento y abastecimiento de agua han demostrado ser efectivas para controlar esta carga de enfermedades. Durante décadas, el acceso universal a agua segura y saneamiento ha sido promovido como un paso esencial para reducir estas enfermedades prevenibles, sin embargo, el objetivo de "acceso universal" a fuentes mejoradas de agua y saneamiento básico sigue siendo esquivo.

La "Declaración del Milenio" estableció el objetivo ambicioso de reducir a la mitad la proporción de personas sin acceso a agua segura para 2015. Alcanzar el "acceso universal" sigue siendo un objetivo importante a largo plazo.

Un desafío significativo es cómo acelerar las mejoras en salud en este contexto a largo plazo, especialmente entre las poblaciones más afectadas.

Diversos sistemas y estrategias de recolección y almacenamiento de agua han sido desarrollados, descritos y evaluados según varios criterios para uso doméstico y comunitario tanto en países desarrollados como en desarrollo. Existen numerosos métodos de tratamiento físico y químico para mejorar la calidad microbiana del agua, muchos de los cuales han sido probados e implementados en diversas medidas en diferentes contextos.

Estos sistemas de tratamiento y almacenamiento de agua han sido evaluados tanto en condiciones controladas de laboratorio como en el campo, para determinar su capacidad de producir agua potable de calidad microbiológica aceptable y mantener esta calidad durante el almacenamiento y uso. Además, algunos han sido evaluados en el campo por su efectividad en la reducción de la diarrea y otras enfermedades transmitidas por el agua entre los usuarios.

Dada la importancia de la educación, la aceptación sociocultural, y el cambio de creencias y comportamientos para lograr la sostenibilidad y asequibilidad en la provisión de agua segura, los sistemas de tratamiento y almacenamiento de agua domésticos más prometedores incluyen esfuerzos para abordar estas consideraciones.

Este informe describe y revisa críticamente diversos métodos y sistemas para la recolección, tratamiento y almacenamiento de agua doméstica. También presenta y revisa críticamente datos sobre la capacidad de estos tratamientos y métodos de almacenamiento de agua en el hogar para proporcionar agua de mejor calidad microbiológica y reducir el riesgo de diarrea y otras enfermedades infecciosas.

El público objetivo de este informe son científicos, ingenieros, responsables políticos, gerentes y otros profesionales de salud pública, salud

ambiental y recursos hídricos, conocedores de los fundamentos del agua potable y las ciencias de la salud y la tecnología de ingeniería relacionada con el agua. Este informe se ha preparado como parte de un programa de actividades para la actualización de las Pautas de la OMS para la calidad del agua potable y se publica en forma de borrador siguiendo un proceso de desarrollo y revisión..

Muñoz Oscar y Delgado Adriana (2019) “implementación del proceso de desinfección para el mejoramiento del sistema de tratamiento de agua en la vereda el paraíso del municipio de colon Nariño”. El departamento de Nariño enfrenta serios problemas sanitarios debido a la contaminación de sus fuentes de agua. Las actividades humanas inadecuadas han puesto en riesgo estas fuentes, afectando tanto su calidad como su disponibilidad. En muchas áreas, tanto urbanas como rurales, se dispone de abastecimiento de agua, pero no es apta para el consumo debido a la falta de recursos o la mala gestión de las entidades responsables. Por ello, es crucial generar alternativas de tratamiento que proporcionen a la comunidad acceso a agua potable.

Análisis fisicoquímicos y microbiológicos realizados en la vereda El Paraíso, en el Municipio de Colón Génova-Nariño, han revelado características del agua que la hacen nociva para el consumo humano. Esto ha generado la necesidad de utilizar tecnologías eficientes para el manejo y mantenimiento del agua, a fin de reducir el riesgo de enfermedades relacionadas con el consumo de agua sin tratar.

Considerando las características de la fuente y las alternativas viables para esta región, se diseñó, construyó, instaló y puso en marcha un sistema de tratamiento de agua basado en una caseta de cloración con hipoclorito de calcio (cloro granulado). Este sistema garantiza que el agua cumpla con las condiciones de potabilidad necesarias.

La vereda El Paraíso fue seleccionada para el desarrollo del proyecto debido a que, según la base de datos del centro de salud La Buena Esperanza ESE del municipio, es una de las áreas con más casos de enfermedades diarreicas agudas (EDA). Investigaciones realizadas por entidades de salud identificaron que el consumo de agua sin ningún tratamiento de desinfección es el principal responsable de estas enfermedades. Por esta razón, se implementó un sistema de desinfección para prevenir enfermedades como el cólera y la diarrea, asegurando que los habitantes de El Paraíso, municipio de Colón Génova-Nariño, reciban agua de calidad para satisfacer sus necesidades diarias.

El sistema de cloración se instaló sobre el tanque de recolección de agua del acueducto veredal, desde donde se distribuye agua potable a todas las casas de la vereda El Paraíso. Esta medida busca minimizar el riesgo de enfermedades transmitidas por el agua y mejorar la salud y calidad de vida de la comunidad..

(García Ávila, Avilés Añazco, Sánchez Cordero, Lorgio, & Tonon Ordoñez, 2021) mencionan que el agua potable segura para todos es el Objetivo de Desarrollo Sostenible 6.1 de las Naciones Unidas. Alcanzar este objetivo es un reto en las zonas rurales. Una sólida colaboración entre los usuarios de un sistema de tratamiento de agua es fundamental para el éxito de un cambio tecnológico a escala comunitaria. En este estudio se evaluó la eficiencia de un sistema de tratamiento de agua tras la aplicación de un cambio tecnológico en una zona rural. Esta investigación se llevó a cabo en una comunidad de Ecuador, que antes del cambio tecnológico contaba con un sistema de tratamiento compuesto por prefiltración con grava y filtración lenta. Este sistema no garantizaba una adecuada calidad del agua, debido a un notable incremento en los niveles de color y turbidez del agua cruda; además de la creciente demanda de agua en los últimos años. Se implantó un nuevo

sistema de tratamiento convencional consistente en: coagulación, floculación, sedimentación, filtración rápida y desinfección. Todas las obras de modernización se llevaron a cabo en la misma infraestructura que había servido de prefiltro de grava. Antes de la modernización, se recogieron muestras de agua bruta y tratada durante seis meses. Tras los cambios efectuados, también se recogieron muestras de agua bruta y tratada durante otros seis meses. Los parámetros analizados fueron: turbidez, color, pH, sólidos disueltos totales, cloro residual, nitratos, sulfatos, fosfatos, cloruros, alcalinidad, dureza total y hierro. Los valores de todos los parámetros analizados mejoraron tras la modernización, lo que indica que los cambios realizados en la depuradora fueron acertados. Como resultado, el tratamiento convencional para potabilizar el agua en zonas rurales se ha convertido en un proceso robusto que puede funcionar dentro de un amplio rango de calidad del agua, mejorando la calidad y cantidad del agua potable.

(Florina Gilca, Teodosiu, & Fiore, 2020) La aparición de subproductos de la desinfección está relacionada tanto con los procesos de tratamiento del agua potable como con las características del agua bruta. Los contaminantes emergentes suelen aparecer en bajas concentraciones y no son eliminados por los procesos convencionales de ETAP. Los DBP emergentes aparecen en la DWT o en el sistema de distribución debido a la combinación de agentes de desinfección (especialmente cloro) con precursores como: materia orgánica natural (NOM), materia orgánica de algas (AOM), contaminantes antropogénicos (pesticidas, productos farmacéuticos, detergentes, etc.), compuestos bromados y yodados.

Este estudio tiene como objetivo principal un análisis coherente de los principales problemas que causan los DBPs emergentes a los suministros de agua potable. Presenta una revisión exhaustiva de los esfuerzos de investigación relacionados con los DBPs emergentes considerando tres puntos

de vista: 1. una visión general de su clasificación, marco legislativo, métodos de análisis, condiciones operativas de desinfección y procesos de eliminación; 2. su aparición, destino, efectos sobre la salud e impactos; 3. el análisis de los procesos avanzados de ETAP que podrían utilizarse para la eliminación y el control de precursores y DBPs, centrándose en instalaciones piloto y a escala real. En todos los estudios de casos presentados se consideraron los contaminantes eliminados, las condiciones y eficiencias del proceso y una evaluación crítica de los procesos basados en membranas, oxidación avanzada y adsorción en carbón activado u otros materiales. Los principales retos del control y la eliminación de los DBP emergentes son sus bajas concentraciones y la sostenibilidad técnica y económica de su aplicación a escala real, que debe adaptarse cuidadosamente a las condiciones límite locales.

(Cristina Collivignarelli, Abbà, Benigna, Sorlini, & Torretta, 2018) El uso de la desinfección del agua como medida de salud pública reduce la propagación de enfermedades. Se pueden utilizar diversas tecnologías de desinfección para satisfacer la demanda de inactivación de patógenos en el agua. Este trabajo es una visión general de las principales tecnologías de desinfección de aguas residuales y agua potable que informa para los procesos convencionales del mecanismo de acción, la posible formación de subproductos, las condiciones operativas, las ventajas y desventajas. Para los procesos avanzados y naturales, se describen los mecanismos de acción. Las tecnologías avanzadas son interesantes, pero aún se encuentran en fase de investigación, mientras que las tecnologías convencionales son las más utilizadas. Existe una tendencia, especialmente en Italia, a utilizar desinfectantes a base de cloro, a pesar de que en algunas formas podrían dar lugar a la producción de subproductos de la desinfección.

Las mejoras en el suministro de agua representan oportunidades significativas para resolver problemas de salud pública. Es crucial establecer

modelos de evaluación y gestión integral que aseguren la calidad del agua. Actualmente, existen diversas metodologías para detectar la contaminación microbiana del agua. Sin embargo, los elevados costos, junto con el tiempo necesario para el análisis y aislamiento de microorganismos en cultivos, han sido obstáculos para garantizar la calidad microbiana del agua destinada al consumo humano.

(Ríos Tobón, Agudelo Cadavid, & Gutiérrez Builes, 2017) El uso de microorganismos bioindicadores de calidad del agua puede reducir costos y facilitar la implementación de medidas eficientes de tratamiento y control del agua, así como la prevención de enfermedades transmitidas por el agua. El objetivo de esta revisión fue describir los principales indicadores microbiológicos empleados para evaluar el agua potable, con el fin de proponer un nuevo esquema de monitoreo en Colombia.

Los resultados sugieren la consideración de bioindicadores adicionales a las bacterias y protozoos establecidos en la normativa, incluyendo algunos agentes microbianos como virus y otras bacterias y parásitos. Además, indican la necesidad de establecer valores de referencia y definir los microorganismos a emplear basándose en evaluaciones específicas de la situación microbiana del agua en monitoreos de validación, operación y verificación.

2.1.2. Antecedente a nivel nacional

Pacheco Diego y Zuñiga Salvador (2018) "Análisis de la eficiencia de las tecnologías de cloración de agua por goteo convencional, goteo adaptado, clorinador y goteo autocompensante aplicadas en la comunidad campesina de pillao matao en el distrito de san jerónimo para el año 2017 y proyectadas a futuro". El objetivo principal de esta investigación es identificar la tecnología de cloración de agua más eficiente para abastecer a la Comunidad Campesina de Pillao Matao, evaluada en 2017 y proyectada hacia 2027. Para determinar la mejor opción, se consideraron el nivel de funcionamiento en relación con el

periodo de recarga, la facilidad de operación y mantenimiento, y el análisis de costos. La investigación también compara las lecturas de cloro residual obtenidas en campo con una simulación realizada en el software WaterCAD.

Para evaluar la eficiencia de las tecnologías de cloración de agua, se analizaron y acondicionaron los elementos del Sistema de Abastecimiento de Agua de la comunidad según fuera necesario. Las tecnologías evaluadas fueron: Clorinadores, Goteo Convencional, Goteo Adaptado y Goteo Autocompensante. Se siguieron los parámetros del Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano (DS N°031-2010-SA) y la Guía de Opciones Tecnológicas para Sistemas de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano y Saneamiento en el Ámbito Rural (RM-173-2016-VIVIENDA).

Tras establecer las condiciones necesarias, se instalaron y evaluaron progresivamente cada una de las tecnologías dentro de los rangos establecidos. Los resultados mostraron que la Tecnología de Cloración por Goteo Directo es la más eficiente entre las evaluadas. Además, como contribución adicional de esta tesis, se evaluó una quinta tecnología: la Cloración por Goteo de Doble Recipiente con Filtro de Anillos. Aunque más costosa, esta tecnología demostró una eficiencia superior a las demás.

Figueroa Anibal (2018) “Propuesta de una adecuada instalación de tecnologías de cloración para sistemas de agua potable por gravedad y bombeo en el distrito de Salas, provincia y departamento de Lambayeque”, tiene como objetivo desarrollar una propuesta para la instalación adecuada de tecnologías de cloración, según el tipo de sistema de agua potable existente. El propósito es mejorar la calidad de vida de la población en las diversas localidades del distrito de Salas.

Este proyecto busca beneficiar a aproximadamente 13,000 habitantes del distrito de Salas. Actualmente, de los 91 centros poblados rurales del distrito, solo tres localidades (Humedades Bajo, Tempon Alto y Salas capital) consumen

agua clorada. En las demás localidades, aún no se ha instalado ninguna tecnología de cloración. Además, en los proyectos recientes de 2012 y 2013, se ha instalado un sistema de cloración deficiente conocido como Hipoclorador. Este sistema no garantiza una cloración uniforme ni permite regular adecuadamente la dosis de cloro para alcanzar los niveles permisibles de cloro residual. Por estas razones, el Hipoclorador ha sido descartado por entidades competentes, como el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

Como conclusión se determinó lo siguiente:

1. Se elaboró una propuesta de instalación de tecnologías de cloración teniendo en cuenta las características del sistema de agua potable del caserío EL BANCO del distrito de Salas.
2. 75 localidades del distrito de Salas cuentan con servicio de agua potable, sin embargo, se pudo identificar que más del 90% de los sistemas no presentan una adecuada tecnología de cloración.
3. Las ventajas de las tecnologías de cloración por goteo es que son fáciles de instalar y funcionan bien en sistemas de agua potable por gravedad, mientras que algunas de sus desventajas es que no se puede regular automáticamente cuando el caudal de ingreso al reservorio disminuye o se incrementa, o cuando el reservorio está lleno se pierde agua clorada por el rebose.
4. Las ventajas de la bomba dosificadora es que son prácticas y automáticas y se recomiendan para sistemas de agua potable por bombeo, pero sus desventajas es que necesita de energía eléctrica y una alta presión en la red de aducción.
5. Con la puesta en marcha de esta propuesta se pretende beneficiar a la población del distrito de Salas, siendo un total de 13000 habitantes aproximadamente con una densidad poblacional de 5 hab/fam.

6. Se concluye que los sistemas de cloración por goteo funcionan de manera eficiente en un sistema de agua potable por gravedad.
7. Las bombas dosificadoras son exclusivamente para sistemas de agua por bombeo, ya que requiere de energía y presión constante.

(Nunja García, Narvasta Torres, & Luna García, 2013) en el artículo nos examinan los mecanismos y factores que influyen en la formación y presencia de subproductos de la desinfección en el agua potable. También se abordan los problemas de salud pública que estos subproductos pueden causar, así como los aspectos normativos y las estrategias para limitar su presencia en el agua que se distribuye a la población.

El propósito de este trabajo es contribuir con los resultados de investigaciones, análisis y síntesis de información teórica para avanzar en la importante y urgente tarea de establecer un marco de acción eficiente. Además, se busca proporcionar un mejor entendimiento sobre el uso de biocidas en la desinfección del agua potable.

(Chulluncuy Camacho, 2011) menciona que **l**as diversas actividades humanas han alterado las características de los recursos hídricos, alcanzando niveles de contaminación que hacen el agua no apta para el consumo humano. Como resultado, los procesos de tratamiento del agua se han vuelto cada vez más complejos. El agua potable debe estar libre de microorganismos patógenos y sustancias tóxicas o nocivas para la salud, cumpliendo con las normas bacteriológicas y fisicoquímicas establecidas.

2.1.3. Antecedentes a nivel local

Chávez Elida (2019) El estudio titulado “Evaluación de la calidad física, química y microbiológica del recurso hídrico subterráneo como fuente de abastecimiento para consumo humano en el distrito de Vicco, provincia y departamento de Pasco” se realizó con el objetivo de evaluar los parámetros

físicos, químicos y microbiológicos del agua subterránea destinada al consumo humano.

Los análisis químicos fueron realizados en el laboratorio de Servicios Analíticos Generales S.A.C., acreditado por el Organismo Peruano de Acreditación – INACAL. Los análisis físicos y microbiológicos se llevaron a cabo en el laboratorio de control ambiental de DIRESA-Pasco. Aproximadamente un tercio de la población del distrito de Vicco consume agua subterránea debido a la deficiencia en la implementación y funcionamiento del sistema de agua potable y alcantarillado. La calidad de esta agua es desconocida por la población.

El diseño de la investigación fue no experimental y transeccional, con seis muestras tomadas de manera convencional. Los resultados se compararon con los límites máximos permisibles (LMP) establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (D.S. N° 031-2010-SA) y la Subcategoría A-A1 de la Categoría 1: Poblacional y recreacional de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua (D.N. Nº 004-2017-MINAM).

El análisis estadístico incluyó con el cálculo de la media aritmética, desviación estándar, valores extremos y pruebas T student para una muestra. Los resultados mostraron que la mayoría de los parámetros físicos y químicos, como turbidez, conductividad, temperatura, pH, cloro, sólidos disueltos totales, sulfatos, dureza total, nitratos y diversos metales, estaban dentro de los LMP, siendo aptos para el consumo humano. Sin embargo, el níquel y el plomo excedieron ligeramente los LMP en algunas muestras.

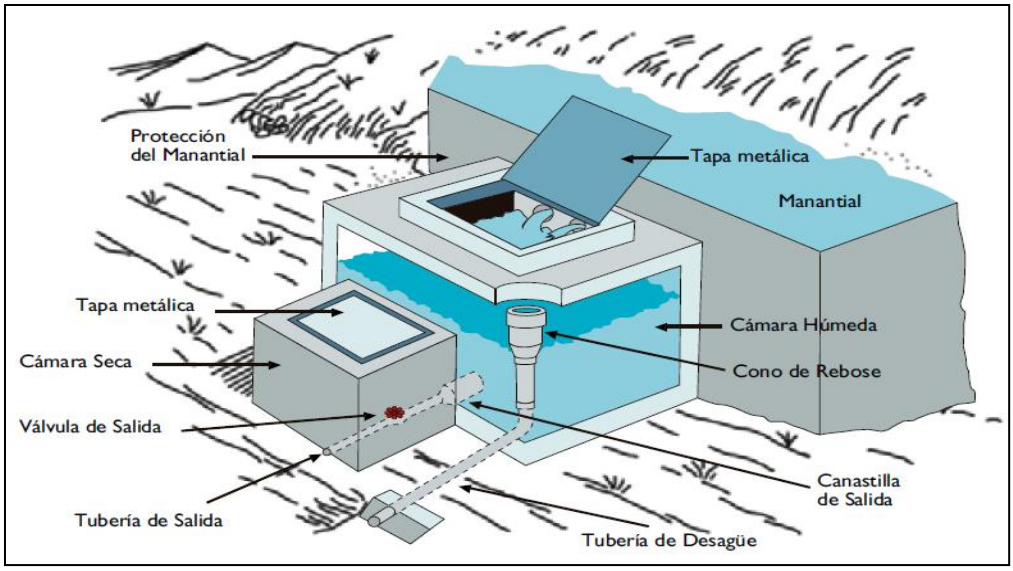
En cuanto a los parámetros microbiológicos, los resultados mostraron que todas las muestras contenían coliformes totales por encima de los LMP, lo que indica que el agua no es apta para el consumo humano. Además, las muestras N° 5 y 6 presentaron coliformes fecales, mientras que las muestras N° 1, 2, 3 y 4 no presentaron bacterias coliformes fecales.

2.2. Bases teóricas - científicas

2.2.1. Captación de agua

"Unidad destinada a captar el agua de la fuente de abastecimiento. Las fuentes de abastecimiento generalmente son de dos tipos: fuente subterránea (pozos) y fuente superficial (ríos)" (Cooperación Alemana-Peruana, 2017).

Figura N° 1. Captación de agua subterránea

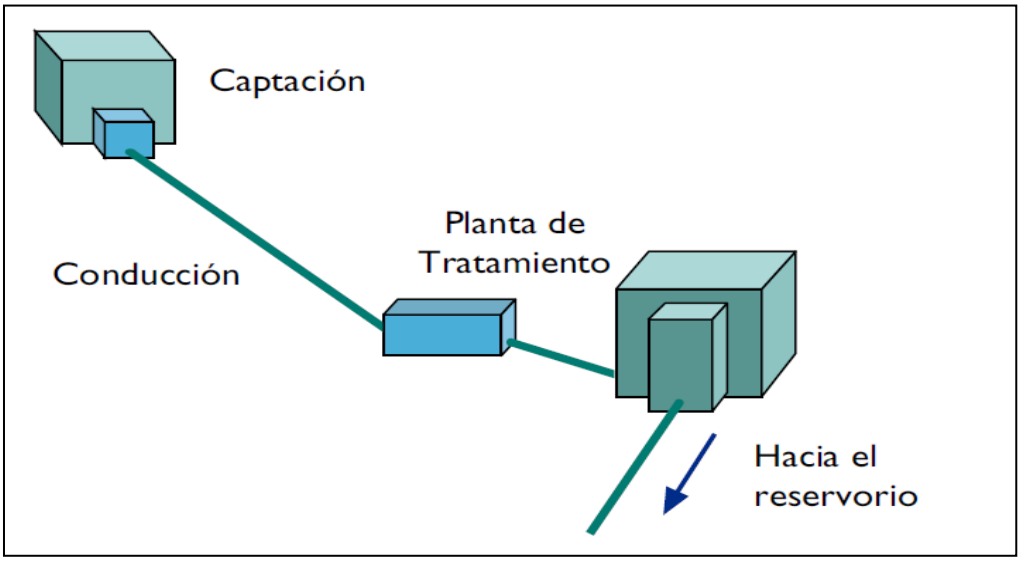


Fuente:http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/2-3sas.htm#Tipos_de_Sistema

2.2.2. Línea de conducción de agua

Un sistema de tuberías y equipos que incluye estaciones para reducir la presión, válvulas de aire y otras estructuras. Su propósito es transportar el agua desde la fuente de donde se capta hasta la planta de tratamiento de agua, si es que hay una. Esta línea de conducción puede funcionar por gravedad (cuando el agua fluye naturalmente debido a la pendiente del terreno) o por bombeo (cuando se usa un sistema de bombas para mover el agua a través de las tuberías). Esta última se llama línea de impulsión, porque el agua se transporta a presión gracias al sistema de bombeo (Cooperación Alemana-Peruana, 2017).

Figura N° 2. Línea de conducción de agua



Fuente:http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/2- 3sas.htm#Tipos_de_Sistema

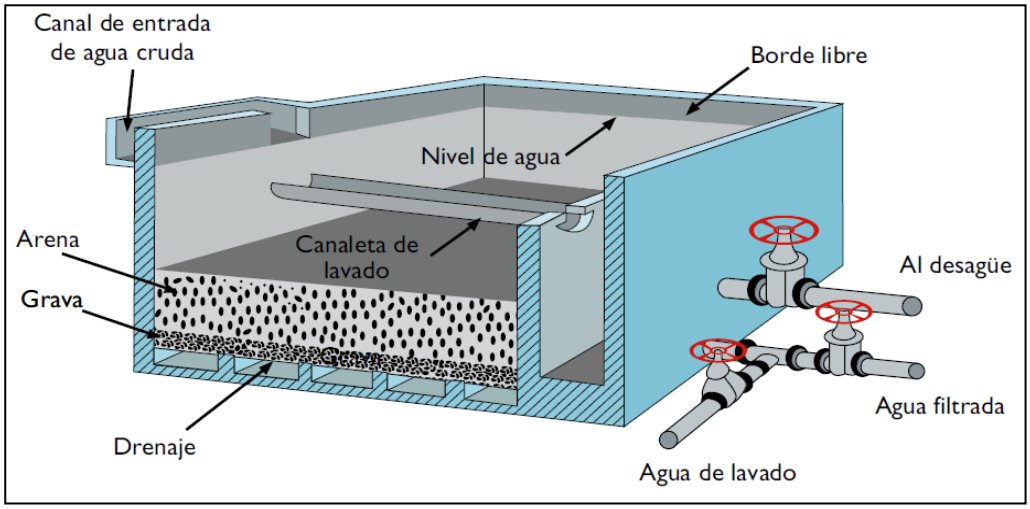
2.2.3. Planta de tratamiento de agua potable (PTAP)

Está compuesta por varias unidades diseñadas e instaladas para ajustar las propiedades físicas, químicas y bacteriológicas del agua sin tratar (extraída de la fuente de abastecimiento) de modo que cumpla con los límites de calidad establecidos para el agua potable.

La complejidad de una planta de tratamiento de agua varía según la cantidad de procesos necesarios para eliminar las sustancias contaminantes hasta alcanzar los niveles requeridos para que el agua sea potable. Por ejemplo, el agua extraída de fuentes subterráneas mediante pozos generalmente tiene características que no necesitan mucho tratamiento antes de la desinfección. En estos casos, se puede instalar la unidad de desinfección directamente en los reservorios de almacenamiento.

La desinfección final es el único proceso obligatorio en cualquier sistema de suministro de agua potable. Este proceso elimina agentes patógenos y asegura que el agua sea segura para el consumo cuando llega al usuario final, gracias a su efecto residual (Cooperación Alemana-peruana, 2017)

Figura N° 3. Planta de tratamiento de agua potable (Ejemplo de filtro lento)



Fuente: http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/2-3sas.htm

2.2.4. Almacenamiento de agua potable

El reservorio de almacenamiento es una estructura cuya función principal es guardar suficiente agua para cubrir la demanda de la población durante interrupciones en la producción y para mantener la presión adecuada en la red de distribución. Si no hay una planta de tratamiento, en este reservorio también se puede llevar a cabo la desinfección del agua directamente (Cooperación Alemana-peruana, 2017).

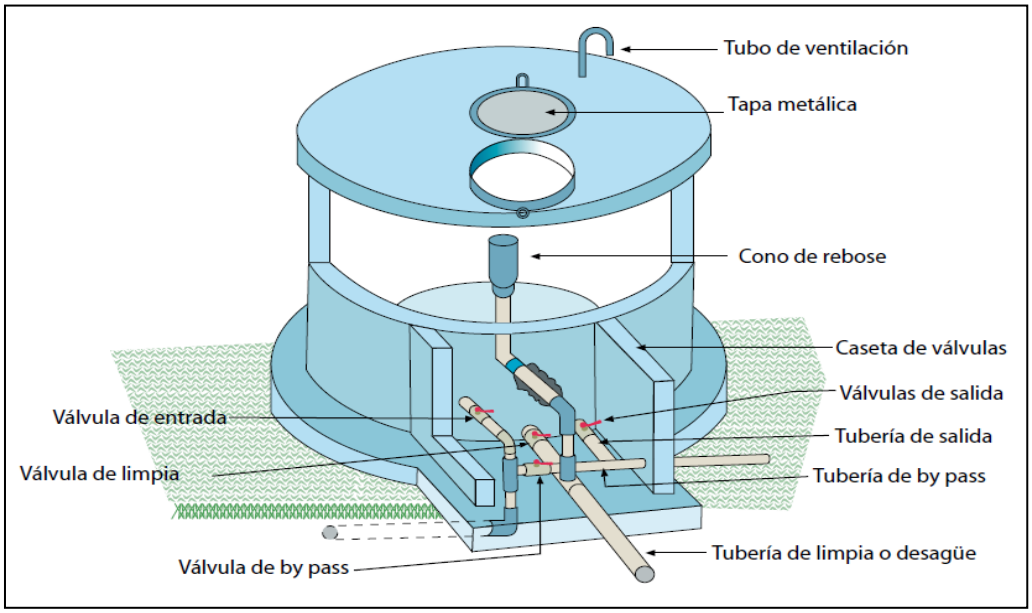
Línea de aducción de agua potable

Está conformado por sistemas de tuberías, válvulas y otros componentes que en su conjunto sirven para conducir el agua potable desde el reservorio de almacenamiento hacia la red de distribución.

Red de distribución de agua potable

Sistema de tuberías que incluye válvulas de control, estaciones reductoras de presión y otros componentes, que en su conjunto distribuyen el agua potable a cada una de las viviendas de la población usuaria.

Figura N° 4. Reservorio

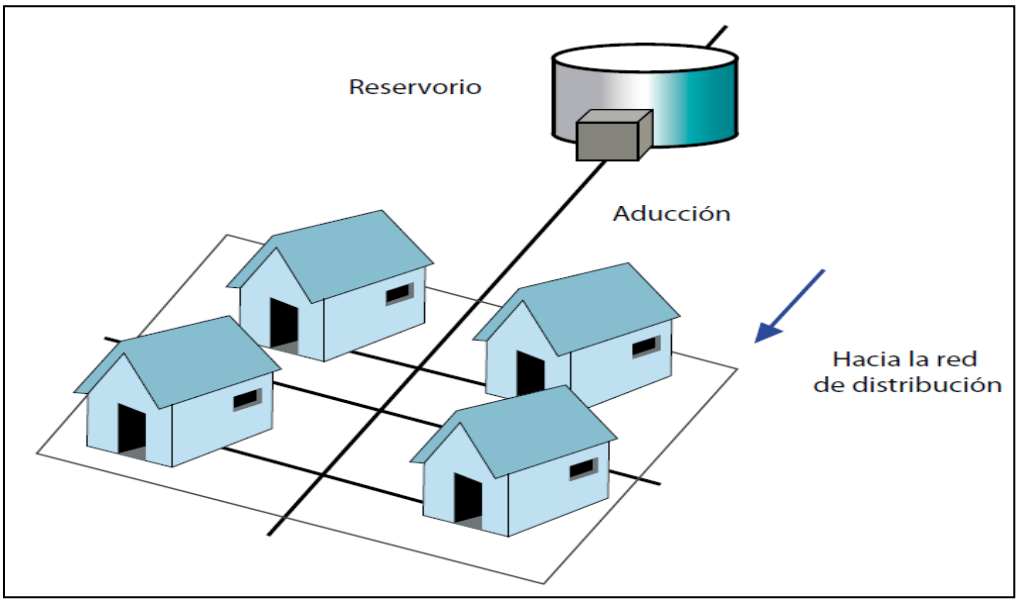


Fuente: Manual de proyectos de agua potable en poblaciones rurales (E. García, 2009)

2.2.5. Línea de aducción de agua potable

Consiste en una serie de tuberías, válvulas y otros componentes que trabajan juntos para transportar el agua potable desde el reservorio de almacenamiento hasta la red de distribución (Cooperación Alemana-peruana, 2017).

Figura N° 5. Línea de aducción

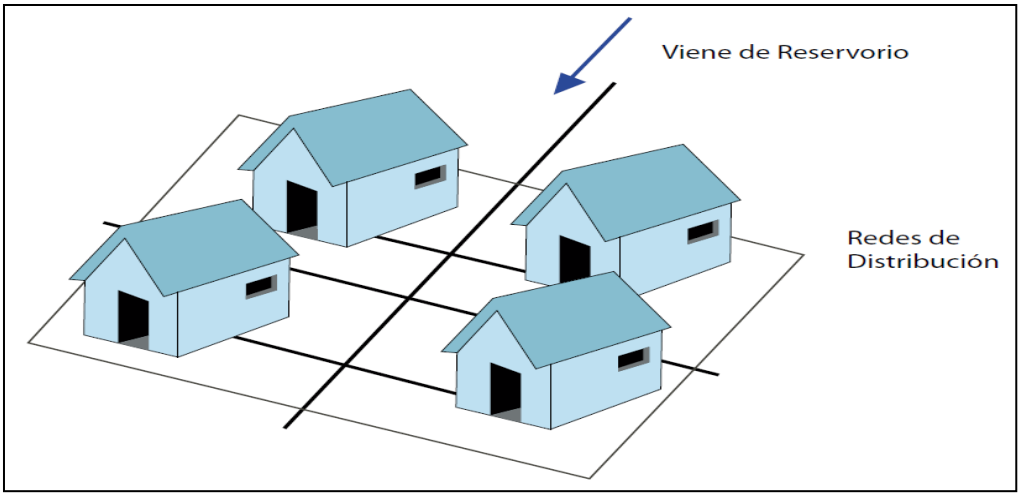


Fuente: http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/2-3sas.htm

2.2.6. Red de distribución de agua potable

Es un sistema de tuberías que cuenta con válvulas de control, estaciones que reducen la presión y otros componentes. En conjunto, estos elementos distribuyen el agua potable a cada una de las viviendas de los usuarios (Cooperación Alemana-peruana, 2017)

Figura N° 6. Red de distribución

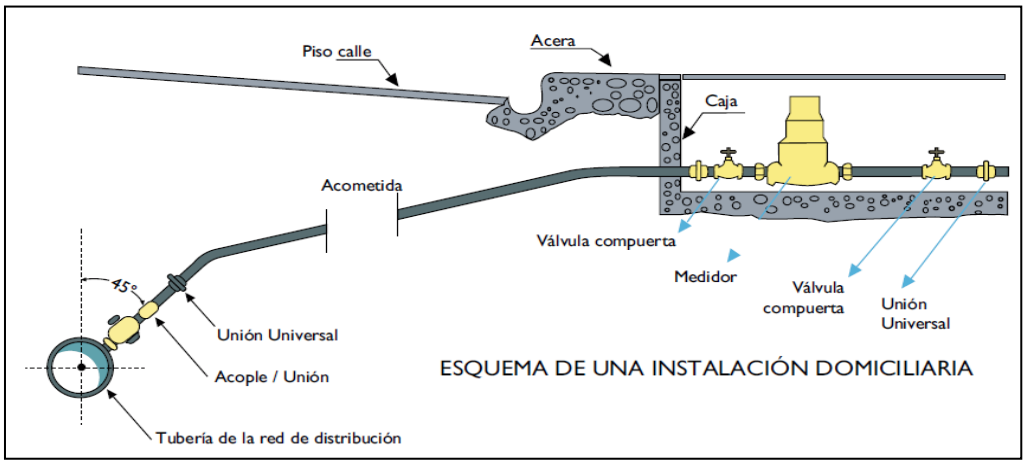


Fuente: http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/2-3sas.htm

2.2.7. Conexiones domiciliarias

Normalmente situado en la acera frente a la vivienda abastecida, la conexión domiciliaria proporciona acceso al servicio de agua potable. Esta conexión incluye elementos de toma, medición y una caja de protección. La responsabilidad del proveedor del servicio llega hasta esta conexión (Cooperación Alemana-peruana, 2017).

Figura N° 7. Conexión domiciliaria



Fuente: Adaptado de https://www.emaze.com/@AZQCOWLL/INSTALACIONES

2.2.8. ¿Qué es el agua?

El agua es una sustancia cuya molécula está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H2O). Aunque el término agua suele referirse a su estado líquido, también puede encontrarse en estado sólido como hielo, y en estado gaseoso como vapor. Es una sustancia muy común en la Tierra y en el sistema solar, donde se presenta principalmente como vapor o hielo. El agua es esencial e indispensable para el origen y la supervivencia de casi todas las formas de vida conocidas (Sunass, 2021).

El acceso al agua potable ha aumentado en casi todos los países en las últimas décadas. Sin embargo, según estudios de la FAO, uno de cada cinco países en desarrollo enfrentará problemas de escasez de agua antes de 2030. En estos países, es crucial reducir el consumo de agua en la agricultura, modernizando los sistemas de riego. (SUNASS, 2021).

2.2.9. Propiedades físicas y químicas del agua.

El agua es una sustancia cuya fórmula química es H2O, lo que significa que una molécula de agua está compuesta por dos átomos de hidrógeno unidos covalentemente a un átomo de oxígeno (SUNASS, 2021).

Henry Cavendish descubrió en 1782 que el agua es una sustancia compuesta y no un elemento, como se creía desde la antigüedad. Antoine Laurent de Lavoisier desarrolló estos resultados, revelando que el agua estaba formada por oxígeno e hidrógeno. En 1804, el químico francés Louis Joseph Gay-Lussac y el naturalista y geógrafo alemán Alexander von Humboldt demostraron que el agua consiste en dos volúmenes de hidrógeno por cada volumen de oxígeno (H_2O) (SUNNAS, 2021).

2.2.10. El agua y los seres vivos.

El agua es un componente esencial de todas las células, tanto animales como vegetales, y la vida no puede existir sin ella ni siquiera por un corto período. La cantidad de agua varía entre organismos; en general, los tejidos jóvenes contienen más agua, que se pierde a medida que envejecen. El agua es la que proporciona turgencia a las células. En un ser humano adulto, el agua constituye aproximadamente el 70% de su peso corporal. En fluidos biológicos como la saliva, el plasma y los jugos gástricos, el contenido de agua puede llegar hasta el 99.5% (Aquae fundation, 2021).

Aproximadamente el 50% del agua en los organismos se encuentra dentro de las células, un 35% en el espacio extracelular, un 5% en el plasma y el 10% restante está distribuido en otras estructuras. La ingesta de agua y su producción interna durante las reacciones químicas del metabolismo están equilibradas con la pérdida de agua a través de la excreción, la transpiración y la evaporación respiratoria. Este proceso forma parte del ciclo hidrológico propio de los organismos, el cual a su vez está conectado con el ciclo hidrológico natural en la naturaleza (Aquae fundation, 2021).

2.2.11. Tipo de fuentes para abastecimiento de agua.

Las fuentes de abastecimiento de agua se clasifican en función de su procedencia y facilidad de tratamiento.

- **Fuente superficial:** compuesto por el agua procedente de ríos, canales,

acequias, lagos, presas. Etc.

- **Fuente subterránea:** conformada por las aguas que se encuentran en el subsuelo conformando los acuíferos. Se puede aprovechar mediante pozos en todos sus tipos, galerías filtrantes, manantiales.
- **Fuente pluvial:** se refiere al agua de lluvia que se capta antes de llegar al suelo, por lo general en los techos de las viviendas y se almacena en tanque.

2.2.12. Calidad del Agua.

El agua no se encuentra naturalmente en la naturaleza en su forma químicamente pura, compuesta únicamente por moléculas H_2O; esta condición solo se logra en laboratorios. En su estado natural, el agua está típicamente impregnada de diversos compuestos sólidos, líquidos o gaseosos, ya que tiene una gran capacidad para disolver sustancias. Esta característica es beneficiosa, ya que el oxígeno disuelto es crucial para la vida acuática, y los sólidos en solución regulan la actividad química del agua y son utilizados por los organismos vivos.

Es importante destacar que el agua químicamente pura no es adecuada para sostener la vida, ya que carece de los elementos disueltos esenciales que los organismos necesitan para su funcionamiento y desarrollo (Aquae fundation, 2021).

Sin embargo, esta capacidad de disolver compuestos es también la causa principal de graves problemas de contaminación: los desechos domésticos e industriales que se introducen en cuerpos de agua pueden volverla inadecuada e incluso peligrosa para la vida. Es crucial entender los límites de impurezas que se pueden tolerar para cada uso del agua y desarrollar métodos para eliminarlas. Esto es fundamental para la higiene y la conservación de los recursos acuáticos.

En el ámbito médico, es crucial estar al tanto de los peligros derivados del manejo descuidado del agua. Es importante tomar conciencia del daño que podemos causar, ya que una vez que el agua está contaminada, los costos asociados con su purificación son muy elevados (Aquae fundation, 2021).

2.2.13. Análisis físico del agua.

Estos exámenes dan a conocer el olor, el sabor, la apariencia y aceptabilidad del agua de una manera general. Las determinaciones físicas más comunes son las siguientes:

A. pH

Con este análisis determinamos si el agua es ácida (lo cual puede provocar la corrosión de tuberías de hierro), neutra o básica. Una solución con un pH menor a 7 se considera ácida, una solución con un pH de 7 es neutra y una solución con un pH mayor a 7 es alcalina (Universidad de Ibague, 2017).

B. Turbidez

La turbidez de una muestra de agua se refiere a cuánto interfieren las partículas en suspensión con el paso de la luz a través de ella. Estas partículas pueden ser arcilla, lodo, materia orgánica, microorganismos y otras partículas similares suspendidas en el agua. La turbidez proporciona una indicación visual de la claridad del agua y también sirve para evaluar la eficacia de su tratamiento.Universidad de Ibague, 2017).

C. Color

El color del agua se origina por la presencia de sustancias orgánicas disueltas o coloidales, sustancias inorgánicas disueltas y organismos vivos como las algas. Cuando el agua es turbia, esto suele darle un color evidente, y para determinar su color real se utiliza algún método técnico específico. El color del agua es una característica estética importante, y una alta concentración de color puede causar cierto rechazo por parte de las personas (Universidad de Ibague, 2017).

D. Olor y sabor

Generalmente, se determina el olor del agua (ya que el olfato humano es más sensible que el paladar), dado que el sabor del agua depende en gran medida de su aroma (Universidad de Ibague, 2017).

E. Análisis químico del agua.

Los análisis químicos son fundamentales para caracterizar el agua. Según las Guías para la calidad del agua potable de la Organización Mundial de la Salud (1995), los problemas asociados con las sustancias químicas presentes en el agua potable principalmente radican en su capacidad para afectar la salud tras una exposición prolongada. Especial preocupación generan los contaminantes químicos con propiedades tóxicas acumulativas, como los metales pesados y las sustancias carcinógenas.

Por otro lado, el uso de desinfectantes químicos en el tratamiento del agua generalmente conlleva a la formación de productos químicos secundarios, algunos de los cuales pueden ser potencialmente peligrosos, según la OMS (1995, p. 3). Entre las sustancias químicas que son relevantes para la salud y pueden afectar el agua potable se destacan el cadmio, el cianuro, el cobre, el mercurio y el plomo (Universidad de Ibague, 2017).

2.2.14. Análisis bacteriológico del agua.

La bacteriología es la disciplina que estudia las bacterias. Estos microorganismos se encuentran en el aire, el suelo y el agua. Las bacterias comúnmente presentes en el agua de suministro suelen tener un tamaño que oscila entre uno y cuatro micrómetros (Universidad de Ibague, 2017).

A. Necesidad del examen bacteriológico del agua

a) El examen bacteriológico es importante porque permite determinar las características del agua en estado natural, a fin de realizar las siguientes acciones:

- Estudio del tipo de tratamiento efectuado;

- Uso para consumo, recreación, irrigación, etcétera;
- Clasificación de un curso de agua según tenga contacto con aguas residuales u otros desechos.

b) También es importante porque permite realizar la medición de la eficacia de las plantas de tratamiento de agua: agua en estado natural, decantada, filtrada y clorada.

c) Finalmente, permite efectuar un control de la potabilidad del agua distribuida. Cabe resaltar que la caracterización del agua depende del uso que se le va a dar.

2.2.15. Norma de la calidad del agua.

En la evaluación de la calidad del agua, se comparan sus propiedades físicas, químicas y microbiológicas con los valores de los parámetros establecidos en las normas correspondientes, según el uso previsto del agua. Es crucial determinar en qué medida los resultados de nuestro monitoreo cumplen con los estándares de calidad vigentes para el agua potable (Decreto Supremo N° 031-2010-SA).

En el Perú, la calidad del agua potable está regulada por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, promulgado por el Ministerio de Salud (MINSA) y aprobado mediante el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

Este reglamento establece que, en el caso de aplicarse la desinfección por cloración, el agua potable no debe contener menos de 0.5 mg/L de cloro residual libre en el 90% del total de muestras tomadas durante un mes. Del 10% restante, ninguna muestra debe tener menos de 0.3 mg/L de cloro residual. Además, la turbidez del agua debe ser inferior a 5 unidades nefelométricas de turbiedad (UNT) (Decreto Supremo N° 031-2010-SA).

Por otra parte, las directrices de la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomiendan asegurar una desinfección residual del agua para consumo

humano y garantizar una concentración de cloro residual no inferior a 0.2 mg/L en el agua potable (Organización Mundial de la Salud, 2006).

Tabla N° 1: Límites Máximos Permisibles de Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Bactérias Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
2. E. Coli	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
3. Bactérias Coliformes Termotolerantes o Fecales.	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
4. Bactérias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
5. Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	N° org/L	0
6. Vírus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	N° org/L	0

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

Tabla N° 2: Límites Máximos Permisibles de Parámetros de Calidad Organolépticas

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE CALIDAD ORGANOLÉPTICA

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Olor	---	Aceptable
2. Sabor	---	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
6. Conductividad (25°C)	µmho/cm	1 500
7. Sólidos totales disueltos	mgL^{-1}	1 000
8. Cloruros	$mg\ Cl^{-}\ L^{-1}$	250
9. Sulfatos	$mg\ SO_4^{=}\ L^{-1}$	250
10. Dureza total	$mg\ CaCO_3\ L^{-1}$	500
11. Amoniaco	$mg\ N\ L^{-1}$	1,5
12. Hierro	$mg\ Fe\ L^{-1}$	0,3
13. Manganeso	$mg\ Mn\ L^{-1}$	0,4
14. Aluminio	mg Al L-1	0,2
15. Cobre	$mg\ Cu\ L^{-1}$	2,0
16. Zinc	$mg\ Zn\ L^{-1}$	3,0
17. Sodio	$mg\ Na\ L^{-1}$	200

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

Tabla N° 3: Límites Máximos Permisibles de Parámetros Químicos inorgánicos y orgánicos

Parámetros Orgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
23. Monocloramina	mgL^{-1}	3
24. Tricloroeteno	mgL^{-1}	0,07
25. Tetracloruro de carbono	mgL^{-1}	0,004
26. Ftalato de di (2-etilhexilo)	mgL^{-1}	0,008
27. 1,2- Diclorobenceno	mgL^{-1}	1
28. 1,4- Diclorobenceno	mgL^{-1}	0,3
29. 1,1- Dicloroeteno	mgL^{-1}	0,03
30. 1,2- Dicloroeteno	mgL^{-1}	0,05
31. Diclorometano	mgL^{-1}	0,02
32. Ácido edético (EDTA)	mgL^{-1}	0,6
33. Etilbenceno	mgL^{-1}	0,3
34. Hexaclorobutadieno	mgL^{-1}	0,0006
35. Acido Nitrilotriacético	mgL^{-1}	0,2
36. Estireno	mgL^{-1}	0,02
37. Tolueno	mgL^{-1}	0,7
38. Xileno	mgL^{-1}	0,5
39. Atrazina	mgL^{-1}	0,002
40. Carbofurano	mgL^{-1}	0,007
41. Clorotoluron	mgL^{-1}	0,03
42. Cianazina	mgL^{-1}	0,0006
43. 2,4- DB	mgL^{-1}	0,09
44. 1,2- Dibromo-3- Cloropropano	mgL^{-1}	0,001
45. 1,2- Dibromoetano	mgL^{-1}	0,0004
46. 1,2- Dicloropropano (1,2- DCP)	mgL^{-1}	0,04
47. 1,3- Dicloropropeno	mgL^{-1}	0,02
48. Dicloroprop	mgL^{-1}	0,1
49. Dimetato	mgL^{-1}	0,006
50. Fenoprop	mgL^{-1}	0,009
51. Isoproturon	mgL^{-1}	0,009
52. MCPA	mgL^{-1}	0,002
53. Mecoprop	mgL^{-1}	0,01
54. Metolacloro	mgL^{-1}	0,01
55. Molinato	mgL^{-1}	0,006
56. Pendimetalina	mgL^{-1}	0,02
57. Simazina	mgL^{-1}	0,002
58. 2,4,5- T	mgL^{-1}	0,009
59. Terbutilazina	mgL^{-1}	0,007
60. Trifluralina	mgL^{-1}	0,02
61. Cloropirifos	mgL^{-1}	0,03
62. Piriproxifeno	mgL^{-1}	0,3
63. Microcistin-LR	mgL^{-1}	0,001

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS QUÍMICOS INORGÁNICOS Y ORGÁNICOS

Parámetros Inorgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Antimonio	mg Sb L^{-1}	0,020
2. Arsénico **(nota 1)**	mg As L^{-1}	0,010
3. Bario	mg Ba L^{-1}	0,700
4. Boro	mg B L^{-1}	1,500
5. Cadmio	mg Cd L^{-1}	0,003
6. Cianuro	mg CN^- L^{-1}	0,070
7. Cloro **(nota 2)**	mg L^{-1}	5
8. Clorito	mg L^{-1}	0,7
9. Clorato	mg L^{-1}	0,7
10. Cromo total	mg Cr L^{-1}	0,050
11. Flúor	mg F^- L^{-1}	1,000
12. Mercurio	mg Hg L^{-1}	0,001
13. Níquel	mg Ni L^{-1}	0,020
14. Nitratos	mg NO_3 L^{-1}	50,00
15. Nitritos	mg NO_2 L^{-1}	3,00 Exposición corta 0,20 Exposición larga
16. Plomo	mg Pb L^{-1}	0,010
17. Selenio	mg Se L^{-1}	0,010
18. Molibdeno	mg Mo L^{-1}	0,07
19. Uranio	mg U L^{-1}	0,015
Parámetros Orgánicos	**Unidad de medida**	**Límite máximo permisible**
1. Trihalometanos totales **(nota 3)**		1,00
2. Hidrocarburo disuelto o emulsionado; aceite mineral	mgL^{-1}	0,01
3. Aceites y grasas	mgL^{-1}	0,5
4. Alacloro	mgL^{-1}	0,020
5. Aldicarb	mgL^{-1}	0,010
6. Aldrín y dieldrín	mgL^{-1}	0,00003
7. Benceno	mgL^{-1}	0,010
8. Clordano (total de isómeros)	mgL^{-1}	0,0002
9. DDT (total de isómeros)	mgL^{-1}	0,001
10. Endrín	mgL^{-1}	0,0006
11. Gamma HCH (lindano)	mgL^{-1}	0,002
12. Hexaclorobenceno	mgL^{-1}	0,001
13. Heptacloro y heptacloroepóxido	mgL^{-1}	0,00003
14. Metoxicloro	mgL^{-1}	0,020
15. Pentaclorofenol	mgL^{-1}	0,009
16. 2,4-D	mgL^{-1}	0,030
17. Acrilamida	mgL^{-1}	0,0005
18. Epiclorhidrina	mgL^{-1}	0,0004
19. Cloruro de vinilo	mgL^{-1}	0,0003
20. Benzopireno	mgL^{-1}	0,0007
21. 1,2-dicloroetano	mgL^{-1}	0,03
22. Tetracloroeteno	mgL^{-1}	0,04

Parámetros Orgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
64. Bromato	mgL^{-1}	0,01
65. Bromodiclorometano	mgL^{-1}	0,06
66. Bromoformo	mgL^{-1}	0,1
67. Hidrato de cloral (tricloroacetaldehido)	mgL^{-1}	0,01
68. Cloroformo	mgL^{-1}	0,2
69. Cloruro de cianógeno (como CN)	mgL^{-1}	0,07
	mgL^{-1}	0,07
70. Dibromoacetonitrilo	mgL^{-1}	0,1
71. Dibromoclorometano	mgL^{-1}	0,05
72. Dicloroacetato	mgL^{-1}	0,02
73. Dicloroacetonitrilo	mgL^{-1}	0,9
74. Formaldehído	mgL^{-1}	0,02
75. Monocloroacetato	mgL^{-1}	0,2
76. Tricloroacetato	mgL^{-1}	0,2
77. 2,4,6- Triclorofenol		

2.2.16. Desinfección del agua para consumo humano

La desinfección es una operación crucial para garantizar la seguridad del agua potable. Es obligatoria en todos los sistemas de suministro de agua destinada al consumo humano. Consiste en eliminar los microorganismos patógenos presentes en el agua antes de que sea distribuida a la población. Este proceso se lleva a cabo mediante agentes químicos o físicos y debe dejar un efecto residual en el agua para prevenir cualquier contaminación microbiana después de la desinfección.

La evaluación de la calidad del agua se realiza mediante la comparación de sus propiedades físicas, químicas y microbiológicas con los valores de los parámetros establecidos en las normativas correspondientes, según el uso previsto del agua. En este contexto, es fundamental evaluar en qué medida los resultados del monitoreo cumplen con los estándares de calidad vigentes para el agua potable (Cooperación Alemana-peruana, 2017).

2.2.17. Características de un buen desinfectante

Las principales características de un buen desinfectante deben ser:

- Tener la capacidad de destruir todos los tipos de patógenos en las cantidades típicas presentes en el agua y en un corto tiempo de contacto,

- No perder su capacidad desinfectante ante cambios en la composición y condiciones del agua a desinfectar,
- No ser tóxico y no generar subproductos tóxicos,
- Debe mantener su capacidad desinfectante en un rango adecuado de temperatura del agua,
- Debe ser muy fácil y seguro de aplicar, así como de determinar su concentración en el agua y
- Debe proveer al agua una protección residual contra contaminaciones posteriores a la desinfección, es decir, tener efecto residual.

2.2.18. Desinfección y Cloración

La desinfección del agua puede realizarse mediante agentes físicos o agentes químicos. En la Tabla N° 4, se presentan los principales agentes desinfectantes que se utilizan en sistemas de abastecimiento de agua potable, así como sus principales ventajas y desventajas.

Los agentes desinfectantes actúan generalmente en dos formas para la destrucción de los microorganismos:

A. Destruyendo directamente la pared celular y por tanto al microorganismo
B. Afectando la actividad enzimática en el exterior del microorganismo y por tanto su metabolismo o alimentación, originando su muerte.

Tabla N° 4. Agentes desinfectantes que se utilizan en sistemas de abastecimiento de agua potable

Agente desinfectante		Ventajas	Desventajas
Agentes físicos	Filtración	• Retiene todo tipo de microorganismos incluyendo quistes de parásitos. • Filtros lentos pueden alcanzar 96% de eficiencia de remoción de bacterias y los filtros rápidos hasta 98%.	• Sólo funciona para microorganismos de gran tamaño. • Funciona con baja turbiedad. • No elimina algas y diatomeas que generan olores y color al agua. • No tiene efecto residual.
	Radiación ultravioleta	• Destruye ADN de bacterias y virus. • No requiere de tiempos de contacto altos. • No altera las características del agua. • Su aplicación es sencilla y de bajo costo.	• No tiene efecto residual. • El mantenimiento de las lámparas requiere personal calificado. • Requiere energía eléctrica para su aplicación. • Puede disminuir su eficacia en aguas turbias o con color.
Agentes químicos	Cloración	• Tiene efecto residual. • Es de fácil aplicación y bajo costo. • Requiere cortos periodos de contacto. • Muy efectivo para bacterias y virus.	• Puede agregar sabor, olor y color al agua. • Baja capacidad desinfectante en aguas con pH mayores a 7.5. • Requiere cuidadoso almacenamiento y manipulación. • Es altamente corrosivo. • Puede generar subproductos peligrosos para la salud (trihalometanos y compuestos orgánicos halogenados y no halogenados). • No es efectivo para remover huevos y quistes de parásitos. • Operación y mantenimiento simples de equipos.
	Ozono	• Tiempos de contacto mucho menores que el cloro. • Capacidad de desinfección no depende del pH.	• No tiene efecto residual. • Alto costo respecto al cloro. • Baja vida media en el agua, menos de 30 minutos. • Requiere equipos especializados y energía para su aplicación. • Complicado mantenimiento de equipos.

Fuente: OMS

De todos los agentes desinfectantes, el cloro sigue siendo el de mayor aplicación en sistemas de abastecimiento de agua, entre otras ventajas, principalmente, por su efecto residual, su bajo costo y la facilidad para su aplicación.

2.2.19. Cloración como proceso de desinfección

El principal beneficio del agua potable es proteger la salud mediante el control de enfermedades transmitidas por el agua. La cloración juega un papel fundamental en este proceso al eliminar los agentes patógenos presentes en el agua. Los sistemas de suministro de agua potable que no están tratados adecuadamente, o que carecen de tratamiento, continúan representando una

grave amenaza para la salud pública, especialmente en países como Perú, y más aún en comunidades rurales.

Un ejemplo notable de esta amenaza persistente ocurrió en nuestro país en 1991, donde la falta o insuficiencia de desinfección del agua potable fue el factor principal detrás de brotes de enfermedades transmitidas por el agua. (Cooperación Alemana-peruana, 2017).

La desinfección con cloro sigue siendo reconocida por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como la mejor garantía para asegurar un agua microbiológicamente segura. Esto es especialmente crucial para proteger la salud pública, ya que el consumo de agua contaminada puede causar graves problemas de salud, especialmente en niños menores de 5 años.

En respuesta a esta problemática, la cloración se ha establecido como uno de los métodos principales para desactivar o destruir organismos patógenos en el agua. Es efectiva cuando se aplica correctamente, lo que la convierte en una actividad vital, sobre todo en comunidades pequeñas y zonas rurales donde los sistemas de abastecimiento de agua pueden ser más vulnerables.

El objetivo actual de la cloración del agua es asegurar que el agua que llega al consumidor sea esencialmente saludable, mediante la destrucción de agentes patógenos y la creación de una barrera protectora contra microorganismos dañinos que podrían ingresar al sistema de abastecimiento. Esto ayuda a prevenir la contaminación microbiológica del agua durante su distribución.

En Perú, el sector salud ha dispuesto que los proveedores de agua realicen la desinfección con cloro u otro desinfectante efectivo antes de distribuirla para consumo humano, conforme al Decreto Supremo N° 031-2010-SALUD, que regula la calidad del agua para consumo humano.

Es importante destacar que la efectividad de la cloración del agua está estrechamente relacionada con la turbiedad del agua. La turbiedad, medida en

Unidades Nefelométricas de Turbiedad (UNT), indica la claridad del agua y afecta la capacidad del cloro para desinfectar eficazmente. Se recomienda mantener la turbiedad antes de la cloración idealmente por debajo de 1 UNT, con un máximo aceptable de 5 UNT. En situaciones de emergencia, se puede considerar una turbiedad de hasta 20 UNT por períodos muy cortos.

2.2.20. Clorador.

"Un dispositivo para aplicar cloro al agua en la dosis adecuada es esencial para la desinfección efectiva del agua potable. Dependiendo de la presentación del cloro en el mercado, existen tres métodos principales de aplicación:

A. Cloro gas: Este método utiliza eyectores de alta presión para inyectar el cloro gas directamente en el agua, asegurando su completa disolución. Este sistema es común en redes de agua potable que sirven a poblaciones de tamaño mediano a grande.

B. Cloro sólido: El cloro en forma sólida, como el hipoclorito de calcio en tabletas, se aplica mediante difusores o hipocloradores. Este método es recomendado por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS). Los clorinadores de tabletas son frecuentemente usados en piscinas y otros sistemas de agua. Estos dispositivos requieren acceso a tabletas de cloro con las especificaciones adecuadas y flujos constantes de agua en las tuberías conectadas. Es crucial instalarlos sobre el nivel del agua en el reservorio o seguir especificaciones especiales si se instalan por debajo del nivel del agua.

Este tipo de sistemas de cloración puede ser utilizado en sistemas de agua potable que cuenten con sistemas de bombeo para la conducción o aducción del agua tratada, asegurando así la adecuada desinfección del agua antes de su distribución para consumo humano (Cooperación Alemana-peruana, 2017).

C. Cloro líquido: El cloro también puede aplicarse en su forma líquida, conocido como hipoclorito de sodio. Este puede añadirse directamente al agua en la cámara de cloración o en el reservorio, utilizando dispositivos que operan por gravedad o mediante bombas dosificadoras.

- Dosificadores por gravedad: Son ideales para sistemas de agua potable con caudales pequeños, generalmente hasta 10 litros por segundo (Lps). Estos dosificadores son fáciles de operar y no requieren personal especializado, lo que los hace muy prácticos para comunidades con recursos humanos limitados.
- Bombas dosificadoras: Estas permiten una aplicación precisa del hipoclorito de sodio en sistemas de agua potable.

La aplicación del cloro líquido o del cloro sólido disuelto mediante estos métodos asegura una desinfección efectiva, manteniendo altos estándares de calidad y seguridad microbiológica del agua potable antes de su distribución para consumo humano. (Cooperación Alemana-peruana, 2017).

2.2.21. El Cloro (Cl_2)

El cloro es un gas de color amarillo verdoso, con una densidad 2.48 veces mayor que la del aire bajo condiciones normales de temperatura y presión. Este elemento fue descubierto en 1774 por el químico sueco Scheele y recibió su nombre en 1810 de Sir Humphrey Davy, derivado del término griego "chloros" que significa verde-amarillo.

En la naturaleza, el cloro se encuentra principalmente en forma de compuestos, como el cloruro de sodio (sal común) y otras sales.

El cloro se utilizó por primera vez para la desinfección del agua en 1908 en New Jersey, Estados Unidos. Además de su uso para desinfectar, el cloro también se emplea en el tratamiento del agua para controlar algas, olores, y color, y como un oxidante para reducir la presencia de hierro y manganeso.

Es importante tener en cuenta que el cloro gas es altamente tóxico y puede causar daños graves, incluso fatales, si se inhala durante un tiempo prolongado. (Cooperación Alemana-peruana, 2017).

Tabla N° 5: Resumen los efectos tóxicos del cloro.

Nivel de exposición	Efecto tóxico
0.01mg/l	Afecta la vida acuática
3.5mg/l	Nivel en el cuál es detectable su olor.
Hasta 15mg/l	Irritación de mucosas de ojos y respiratorias
50mg/l	Efectos graves en cortos periodos de exposición
1000mg/l	Efectos letales

Fuente: : Adaptado de Nicholas P. Cheremisinoff (2002).

2.2.22. La cloración como método de desinfección apropiado para el ámbito rural

El cloro es un desinfectante versátil que puede utilizarse en tres formas: gas, sólido (hipoclorito de calcio) y líquido (hipoclorito de sodio). Aunque todas estas formas tienen una capacidad desinfectante similar, su elección depende del contexto, especialmente en áreas rurales y pequeñas poblaciones. La cloración con gas de cloro es más compleja, ya que requiere equipos especializados, personal capacitado y condiciones especiales de almacenamiento. En cambio, los hipocloritos de sodio y calcio son más fáciles de manejar debido a sus concentraciones más bajas de cloro y su mayor estabilidad, lo que los hace más adecuados para áreas rurales.

La desinfección del agua mediante cloro se realiza en dos etapas:

A. Desinfección primaria:

El cloro elimina los microorganismos presentes en el agua en el primer contacto.

B. Desinfección secundaria o residual:

Esta etapa protege el agua de posibles contaminaciones futuras, como la eliminación de bacterias en las tuberías de distribución, mediante una concentración adicional de cloro.

La cloración es un método muy efectivo y adecuado para la desinfección del agua en áreas rurales. Sin embargo, una aplicación incorrecta o una manipulación inadecuada puede representar riesgos para la salud. Por ello, es esencial comprender y considerar los factores que determinan la efectividad de la cloración para minimizar los riesgos asociados a su uso.

Figura N° 8. Productos de cloro como desinfectante, presentación en el mercado

2.2.23. Problemática en la cloración del agua en el medio rural

Según informes preliminares del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento a través del Programa Nacional de Saneamiento Rural (PNSR), se estima que menos del 3% de los sistemas de abastecimiento de agua rural suministran agua clorada. Esto representa un riesgo significativo para la salud de los usuarios de estos sistemas. Los sistemas rurales del país presentan varias limitaciones y necesitan cumplir con ciertos requisitos básicos para garantizar agua de calidad y su sostenibilidad, tales como:

A. Caracterización del agua: Evaluar las condiciones físicas, químicas y microbiológicas del agua antes de procesarla para su desinfección.

B. Tecnología de cloración adecuada: Seleccionar una tecnología de cloración sencilla y apropiada para el contexto rural, adecuada a las condiciones locales y al caudal de agua suministrada.

C. Capacidad local para operar y mantener: Asegurar que haya capacidad local para operar, mantener, reparar, calibrar y reponer la tecnología de cloración cuando sea necesario.

D. Disponibilidad de cloro y repuestos: Garantizar la disponibilidad local de cloro y repuestos para los equipos de cloración. Actualmente, se usa hipoclorito de calcio al 65-70% en diversas presentaciones (briquetas, tabletas, granulado) debido a la falta de producción y comercialización del hipoclorito de calcio al 30-33% en el país.

E. Soporte institucional: Contar con el apoyo continuo de actores locales y sectoriales, especialmente de los gobiernos locales, para el control de la calidad del agua y el suministro de cloro mediante estrategias como fondos rotatorios. El sector salud es responsable de la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano.

F. Funcionamiento adecuado de los sistemas de agua potable: Asegurar que los sistemas estén bien mantenidos (sin fugas ni roturas) para reducir los riesgos de contaminación y la pérdida de cloro.

G. Soporte económico: Obtener apoyo económico de los usuarios a través del pago del servicio, para cubrir los costos de producción de agua de calidad y la gestión del servicio.

Si estas condiciones no se cumplen, es probable que el agua suministrada en los sistemas rurales no esté clorada, lo que puede representar un riesgo sanitario para la población que depende de estas fuentes.

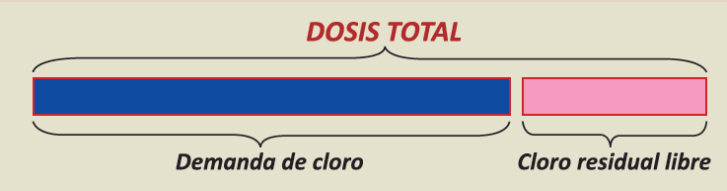
2.2.24. La cloración en sistemas de abastecimiento de agua rural

La cloración es el proceso de añadir una cantidad específica de cloro al agua destinada al consumo humano. La forma en que se añade el cloro, así

como el sistema de dosificación, varía según la cantidad de agua a tratar, la presentación del cloro disponible y el presupuesto asignado para el sistema de cloración.

La cantidad de cloro a dosificar depende de la demanda de cloro, que está estrechamente relacionada con la calidad química y microbiológica del agua. Esta demanda debe ajustarse para alcanzar el nivel de cloro residual deseado en la red de abastecimiento. Antes de comenzar el proceso de desinfección, es recomendable realizar pruebas de consumo instantáneo de cloro, conocidas como "ensayos de demanda de cloro", para determinar la cantidad exacta necesaria.

Figura N° 9: Dosis Total



2.2.25. Ventajas y limitantes del cloro

A. Ventajas del cloro

- Potente germicida: El cloro es extremadamente eficaz para reducir los niveles de microorganismos patógenos en el agua potable, asegurando su seguridad para el consumo humano.
- Efecto residual: El cloro mantiene una acción desinfectante continua, lo que es único entre los desinfectantes disponibles a gran escala. Este efecto residual garantiza la higiene del agua potable, incluso cuando se almacena en recipientes como baldes, proporcionando un margen de seguridad adicional antes de su consumo.
- Control del gusto y olores: El cloro oxida muchas sustancias naturales, como las secreciones de algas y los olores de la

vegetación en descomposición, mejorando el sabor y eliminando olores desagradables del agua.

- Control del crecimiento biológico: La acción germicida del cloro elimina bacterias, mohos y algas, previniendo su crecimiento en reservorios y tuberías de conducción de agua.
- Control químico: El cloro destruye el sulfuro de hidrógeno y elimina el amoníaco y otros compuestos nitrogenados que afectan el sabor del agua y dificultan la desinfección.

B. Limitaciones del cloro

- Corrosividad y toxicidad: Todas las formas de cloro son muy corrosivas y tóxicas. Su almacenamiento, transporte y manejo requieren estrictas medidas de seguridad industrial, aunque en zonas rurales, donde se usan en menores cantidades, estos problemas se minimizan.
- Formación de compuestos peligrosos: El cloro puede oxidar materiales orgánicos presentes en el agua, formando compuestos peligrosos como los metanos trihalogenados (MTH).
- Inestabilidad del cloro residual: En presencia de altas concentraciones de materiales que demandan cloro, el cloro residual puede volverse inestable, requiriendo dosis más altas para lograr una desinfección adecuada.
- Resistencia de algunos parásitos: Algunas especies parásitas, como los oocistos de Cryptosporidium parvum, los quistes de Entamoeba histolytica y Giardia lamblia, y los huevos de gusanos parásitos, han mostrado resistencia a bajas dosis de cloro.

Tabla N° 6: Las formas más comunes de presentación del cloro son:

Nombre del producto químico	Nombre Comercial	Características	Contenido de cloro
Cloro	Cloro licuado. Cloro gaseoso.	Gas licuado a presión.	99.8%
Hipoclorito de calcio	HTH, percloron.	Polvo, gránulos y tabletas. Razonablemente estable, pero en contacto con sustancias orgánicas puede iniciar combustión.	65-70% 20-30%
Hipoclorito de sodio	Lejía.	Líquido amarillo pálido. Pierde potencia rápidamente a concentraciones mayores a 7%.	1-15%

Fuente: manual saba 2015

La cloración, en condiciones normales, puede reducir más del 99% de Escherichia coli y ciertos virus, pero no es tan efectiva contra quistes o protozoarios parásitos. Las condiciones necesarias para esta efectividad son:

- Cloro residual en estado libre mayor a 0.3 mg/L.
- Tiempo de contacto de al menos 30 minutos.
- pH del agua inferior a 8.0.
- Turbiedad del agua inferior a 5 UNT (unidades nefelométricas de turbidez).

Estos parámetros aseguran que el cloro pueda actuar de manera óptima para desinfectar el agua.

2.3. Definición de términos básicos

2.3.1. Cloración del agua

La cloración es el procedimiento de desinfección del agua mediante el uso de cloro o compuestos clorados. Aunque se puede utilizar gas cloro, generalmente se prefiere el hipoclorito de sodio (lejía) debido a su facilidad de almacenamiento y dosificación. También se emplean otros compuestos clorados, como el dióxido de cloro (ClO_2) y el hipoclorito de calcio, en algunos casos. (Sunass, 2021).

2.3.2. Agua segura

El agua segura es aquella que está libre de gérmenes y sustancias tóxicas que puedan perjudicar la salud de quienes la consumen (Sunass, 2021).

2.3.3. Caracterización del agua para consumo

El agua segura es aquella que se evalúa según las características físicas, químicas y bacteriológicas establecidas por la normativa vigente. Esta evaluación determina si el agua es apta o no para el consumo humano, descartando cualquier riesgo potencial para la salud. (Sunass, 2021).

2.3.4. Tecnología de cloración

Un clorador es un dispositivo específicamente diseñado para llevar a cabo la cloración del agua, considerando tanto aspectos técnicos como operativos para su correcta aplicación e instalación (Sunass, 2021).

2.3.5. Compuesto de cloro

Un producto que contiene cloro como uno de sus componentes es cualquier sustancia que incluye cloro en su composición. En el proceso de desinfección del agua, los compuestos de cloro más comúnmente utilizados son el cloro gas (Cl_2), el hipoclorito de sodio (NaOCl) y el hipoclorito de calcio ($Ca(OCl)_2$). Estos compuestos son efectivos para eliminar microorganismos y garantizar la seguridad microbiológica del agua (Sunass, 2021).

2.3.6. Cloro libre.

El residual de cloro es la cantidad de cloro disponible para desinfectar el agua. Este queda como remanente después de reaccionar con los compuestos presentes en el agua y está listo para eliminar patógenos. Se calcula como la suma del ácido hipocloroso más el ion hipoclorito (Sunass, 2021)..

2.3.7. Cloro residual libre.

El cloro residual libre es la cantidad de cloro que permanece disponible después de haber desinfectado el agua, es decir, después de haber destruido o inactivado los microorganismos presentes. Según la normativa peruana, se

exige una concentración mínima de cloro residual libre en el agua potable de 0.50 mg/L. Esta medida se determina sumando la concentración de ácido hipocloroso más la concentración de ion hipoclorito que se forma en el agua después de añadir el compuesto de cloro. El equilibrio del cloro residual libre está influenciado por el pH del agua (Sunass, 2021).

2.3.8. Turbiedad.

El parámetro que indica la capacidad de un haz de luz para atravesar un cuerpo de agua se conoce como turbidez. Este es considerado como una característica organoléptica de la calidad del agua potable, ya que afecta la claridad y la transparencia del agua percibida visualmente (Sunass, 2021).

2.3.9. Las demandas de cloro (DC)

Se refieren a las diversas sustancias presentes en el agua que consumen cloro o reaccionan con él durante el proceso de desinfección. Estas sustancias pueden incluir materia orgánica, amoníaco y otros compuestos que compiten con los patógenos por la acción del cloro. La presencia de estas demandas de cloro puede afectar la cantidad de cloro residual disponible para la desinfección efectiva del agua, haciendo necesario ajustar las dosis de cloro según las condiciones específicas del agua tratada.Demanda de cloro.

2.3.10. Tiempo de contacto

Se refiere al período durante el cual el cloro está en contacto directo con el agua durante el proceso de desinfección. Es crucial que este tiempo sea suficiente para permitir que el cloro ejerza su función desinfectante de manera efectiva. Esto asegura que los microorganismos presentes en el agua sean adecuadamente destruidos o inactivados antes de que el agua sea distribuida para consumo humano (Sunass, 2021).

2.3.11. pH del agua

El pH del agua es la medida de la concentración de iones H+ en ella, lo cual indica su grado de acidez o basicidad. La desinfección del agua mediante

cloración es más efectiva cuando el pH está cerca del valor neutro, alrededor de 7. Sin embargo, su efectividad se reduce significativamente a pH mayores a 8.0.

Según las normativas y recomendaciones, el agua destinada al consumo humano debe tener un pH dentro del rango de 6.5 a 8.5 para garantizar tanto la eficacia de la desinfección como la seguridad y el bienestar de quienes la consumen. (MINSA, 2010).

2.3.12. Acido hipocloroso (HOCl).

El compuesto químico al que te refieres es el ácido hipocloroso (HOCl). Este se forma cuando el cloro se disuelve en agua y reacciona con ella. El ácido hipocloroso es altamente efectivo como desinfectante debido a su bajo peso molecular, lo que le permite penetrar la pared celular de los microorganismos y ejercer su acción desinfectante de manera eficaz.

Para asegurar una desinfección efectiva del agua, es importante procurar la formación de ácido hipocloroso durante el proceso de cloración. Esto se logra manteniendo condiciones adecuadas de pH y concentración de cloro, ya que estas afectan directamente la proporción de ácido hipocloroso generado y, por lo tanto, su capacidad desinfectante (MINSA, 2010).

2.3.13. Ion Hipoclorito (OCl^-).

El compuesto químico al que te refieres es el ion hipoclorito (OCl^-). Este se forma cuando el cloro se disuelve en agua y reacciona con ella, dando lugar tanto a ácido hipocloroso (HOCl) como a ion hipoclorito (OCl^-), dependiendo del pH del agua.

El ion hipoclorito tiene una capacidad desinfectante considerablemente menor en comparación con el ácido hipocloroso. Esto se debe a que, como ion, el hipoclorito no puede penetrar eficazmente la pared celular de los microorganismos, lo que limita su efectividad para destruir o inactivar patógenos (MINSA, 2010).

2.3.14. Solución clorada o solución madre.

La combinación de agua con un compuesto de cloro, con una concentración alta de cloro, se refiere al proceso de cloración. Durante este proceso, un compuesto de cloro, como el cloro gas (Cl_2), hipoclorito de sodio (NaOCl), o hipoclorito de calcio ($Ca(OCl)_2$), se añade al agua para desinfectarla. La alta concentración de cloro en el compuesto utilizado asegura que se alcancen niveles adecuados de cloro residual libre en el agua, necesario para la efectiva desinfección y protección contra microorganismos patógenos. (Sunass, 2021).

2.3.15. Junta administradora de agua y saneamiento (JASS)

La Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS) es una organización comunal sin fines de lucro dedicada a la administración, operación y mantenimiento de los servicios de saneamiento en comunidades. Su objetivo principal es garantizar el acceso y la gestión sostenible de agua potable y servicios de alcantarillado o disposición adecuada de aguas residuales, contribuyendo así al bienestar y la salud de la población local (Sunass, 2021).

2.3.16. Área técnica municipal (ATM)

El órgano dentro del ámbito municipal al que te refieres es el Área Técnica Municipal (ATM). Esta área tiene como función principal garantizar la sostenibilidad en la administración, operación y mantenimiento de los sistemas de abastecimiento de agua potable en el ámbito rural. Esto incluye asegurar que los sistemas de agua funcionen de manera eficiente y efectiva, proporcionando agua potable de calidad a la población local de manera continua y sostenible. (Sunass, 2021).

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La propuesta técnica para la cloración del agua optimiza el uso del sistema de cloración por goteo de carga constante de doble recipiente en el

sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado de Lucmapampa del distrito San Pedro de Pillao, región Pasco 2022 cumpliendo el decreto supremo N° 031-2010-SA Reglamento de la calidad de agua para consumo humano.

2.4.2. Hipótesis específicas

1. El uso del sistema de cloración por goteo de carga constante de doble recipiente optimiza la cloración del agua en el sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado de Lucmapampa del distrito San Pedro de Pillao, región Pasco 2022.
2. El procedimiento técnico para la cloración del agua optimiza el uso del sistema de cloración por goteo de carga constante de doble recipiente en el sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado de Lucmapampa del distrito San Pedro de Pillao, región Pasco 2022.

2.5. Identificación de las variables

2.5.1. Variable independiente

Cloración del agua

2.5.2. Variable dependiente

Optimiza el sistema de cloración por goteo de carga constante de doble recipiente

2.5.3. Variable interviniente

- LMP agua potable
- Concentración de parámetros físicos y microbiológicos.

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

La operacional de variables e indicadores son las siguientes:

Tabla N° 7 Operacionabilidad de variables e indicadores

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Variable Dependiente Optimiza el sistema de cloración por goteo de carga constante de doble recipiente	**Cooperación Alemana-Peruana, 2017. "La cloración en sistemas de abastecimiento de agua rural"** **"La cloración es el proceso mediante el cual se agrega una determinada cantidad de cloro al agua a ser consumida por la población. El cloro puede estar en diferentes formas, el sistema de dosificación depende de la cantidad de agua a ser clorada, la presentación del insumo cloro y el presupuesto que se desea invertir en el sistema".**	**Dimensiones Independiente:** ▪ El sistema de cloración se propone para la población de Lucmapampa.	• Nivel de cloro • LMP de cloro
Variable Independiente Cloración del agua	***(Sunass, 2021) Cloración de agua*** ***"Es el procedimiento de desinfección de aguas mediante el empleo de cloro o compuestos clorados. Se puede emplear gas cloro, pero normalmente se emplea hipoclorito de sodio (lejía) por su mayor facilidad de almacenamiento y dosificación. En algunos casos se emplean otros compuestos clorados, como dióxido de cloro (ClO_2), hipoclorito de calcio".***	**Dimensiones Dependiente:** ▪ Nivel de dosificación y eficacia de cloración.	

CAPITULO III

METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION

3.1. Tipo de investigación

El presente trabajo de investigación es de tipo descriptivo. En él se estudió el procedimiento técnico para realizar la cloración del agua mediante el uso de la tecnología de cloración instalada en el sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado de Lucmapampa, ubicado en el distrito de Yanahuanca. Se describe el contexto actual de la situación, incluyendo información detallada sobre las variables involucradas en esta problemática específica.

El objetivo principal es analizar y describir cómo se lleva a cabo el proceso de cloración del agua en dicho sistema de abastecimiento. Además, se exploran posibles alternativas y estrategias para optimizar este proceso, con el fin de mejorar la calidad del agua potable ofrecida a la comunidad de Lucmapampa.

Este enfoque descriptivo permite obtener un panorama detallado y preciso de la situación actual del sistema de cloración, identificando áreas de mejora y proponiendo acciones específicas para garantizar un suministro de agua seguro y de alta calidad para los habitantes del centro poblado.

3.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación es correlacional, con el propósito de medir el grado de relación que existe entre dos variables relacionadas con la cloración del agua mediante la tecnología instalada en el sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado de Lucmapampa.

En este contexto, el estudio se enfoca en establecer y cuantificar la relación entre las variables específicas del proceso de cloración. Por ejemplo, se investiga la relación entre la concentración de cloro residual en el agua y la eficacia de la desinfección, o entre el tipo de tecnología de cloración utilizada y la calidad del agua suministrada.

El objetivo es entender cómo estas variables están interrelacionadas dentro del contexto particular de Lucmapampa, lo cual puede proporcionar información crucial para mejorar la efectividad y la eficiencia del sistema de cloración de agua en esa comunidad.

3.3. Métodos de investigación

El método de investigación se realizó mediante el siguiente procedimiento:

3.3.1. Identificación el Área de Estudio

- Reconocimiento de campo del área de estudio.
- Descripción de los procesos de la planta de tratamiento de agua potable

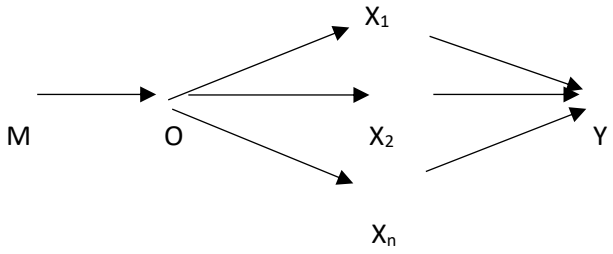
3.3.2. Monitoreo y Análisis de Agua Potable

- Identificación de puntos de monitoreo
- Se realizará con un laboratorio a fin de tener resultados que garanticen la calidad de la investigación.

3.4. Diseño de investigación

El estudio es de diseño no experimental, según Hernández, collado y baptista (2015:152) sostienen “el diseño no experimental es una investigación que se realiza sin manipular deliberadamente las variables. Es decir, se trata de estudios donde no hacemos variar en forma intencional la variable independiente, para ver su efecto sobre otras variables. El investigador lo que hace es la investigación no experimental, es observar fenómenos tal como se dan en su contexto para luego analizarlos”.

Por su tipo es de transversal explicativos. El esquema es el siguiente:



Donde:

M es la muestra de la población.

O es la observación de la muestra de la población.

X_1, X_2, X_n son las causas y factores.

Y es el problema de estudio.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población y Muestra

Población

La población para este estudio constituye fundamentalmente el sistema de abastecimiento de agua potable con conexiones domiciliarios del centro poblado de Lucmapampa.

Muestra

El tipo de muestra establecido para el presente estudio es la muestra No Probabilístico, por lo que la muestra estará dada por los puntos de control de

cloro residual de 3 conexiones domiciliarios alto, medio y bajo del centro poblado de Lucmapampa según protocolo.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas

Observación.

Observación directa del presente estudio ambiente, infraestructura y actividad humana para la obtención, recopilación y registro de datos del objeto en estudio

Entrevista.

Una entrevista focalizada en base teniendo como lineamiento los datos obtener y en base a la experiencia ya adquirido.

- Resultados de la caracterización de la fuente de agua.
- Recopilación de los datos del monitoreo realizado de la fuente de agua para fines de consumo humano.
- Obtención de información documental.

Acceso a fuentes fidedignas de documentos relacionados con el objeto en estudio.

3.6.2. Instrumentos

Registros documentarios de la zona en estudios, con datos proporcionados por el ministerio de vivienda, construcción y saneamiento

- Registros documentarios de la zona en estudio proporcionados por el área técnica municipal ATM de la municipalidad provincial de Daniel Alcides Carrión del 2019
- Guías internacionales con aplicación en ámbito rural en tema saneamiento.
- Sistema de posicionamiento global GPS marca garmin
- Comparador de cloro tipo disco.
- Balde de 5 litros
- Flexómetro.

- Libreta de apuntes, fichas y agenda.
- Registro de fotografías.

3.7. Técnicas de procesamientos y análisis de datos

A. Técnica de procesamiento.

- Agrupación de datos y codificación
- Tabulación mecánica

B. Análisis de datos.

Se utilizó la estadística descriptiva, tablas de frecuencias, gráficos y otros, con la finalidad de hacer un adecuado análisis e inferencia estadística

3.8. Tratamiento estadístico

el uso de Excel para el tratamiento estadístico en el estudio correlacional proporciona una plataforma accesible y funcional para analizar las relaciones entre variables relacionadas con la cloración del agua en Lucmapampa, destacando su utilidad y aplicabilidad en estudios de nivel básico a moderadamente avanzado en términos estadísticos.

3.9. Orientación ética filosófica y epistémica

Presento la investigación como información para tener en cuenta de la calidad de agua potable, los cuales los datos presentados son obtenidos de manera ética y de trabajo propio de mi investigación.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

4.1.1. Ubicación a la zona de investigación

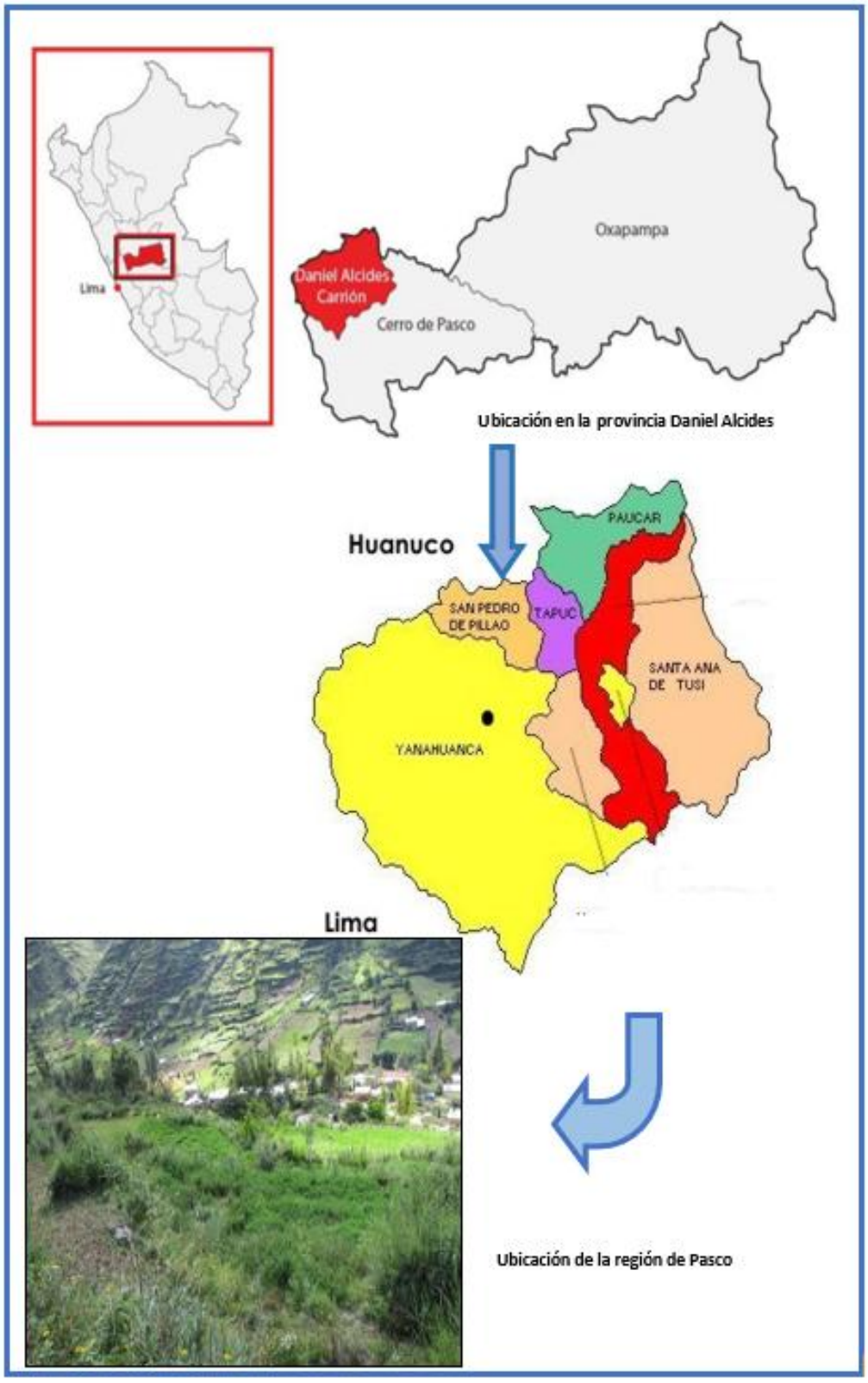
La población de Lucmapampa está situada a aproximadamente 6 kilómetros de la capital de la provincia de Daniel Alcides Carrión, que es Yanahuanca. Este centro poblado forma parte del distrito de Pillao, dentro de la provincia de Daniel Alcides Carrión, en la región de Pasco, Perú.

4.1.2. Como llegar a la zona de investigación

Para llegar a la zona de investigación, partiendo desde la capital de la región Pasco específicamente desde la ciudad de Cerro de Pasco por vía asfaltada en un tramo de 67 Km haciendo tiempo de 1h 30 min llegando así hasta la ciudad de Yanahuanca, posterior a ello se parte desde la ciudad de Yanahuanca hasta la población de Lucmapampa que queda ubicado a 6 km en la vía Yanahuanca-Ambo.

El mapa 1 se detalla la ubicación en la región Pasco:

Mapa N° 1: Ubicación a la población de Lucmapampa-Distrito de Pillao de la provincia de Daniel Alcides Carrión



Proceso de gestión de agua potable en el Centro Poblado de Lucmapampa

Son sistemas donde la fuente de abastecimiento de agua es de buena calidad y no requiere tratamiento complementario previo a su distribución, salvo la cloración; adicionalmente, no requieren ningún tipo de bombeo para que el agua llegue hasta los usuarios.

En estos sistemas las fuentes de abastecimiento del agua suelen ser subterráneas o subálveas. Las primeras afloran a la superficie como manantiales, y en las subálveas el agua es captada a través de galerías filtrantes. La desinfección no es muy exigente, ya que el agua que ha sido filtrada en los estratos porosos del subsuelo, tiene buena calidad bacteriológica, pero se cuenta con un sistema de Cloración por goteo constante. Los sistemas por gravedad sin tratamiento tienen una operación bastante simple, sin embargo, requieren un mantenimiento mínimo para garantizar su buen funcionamiento.

Tabla N° 8 Componentes del sistema de agua potable Lucmapampa

COMPONENTE	CANTIDAD
CAPTACIÓN	1
LINEA DE CONDUCCIÓN	1
CAMARAS ROMPE PRESIÓN	7
RESERVORIO CON SISTEMA DE CLORACION POR GOTEO DE CARGA CONSTANTE	1
LINEA DE ADUCCION	1
REDES DE DISTRIBUCION	1
CONEXIONES DOMICILIARIAS	30

Fuente: Elaboración propia

a. Captación

La captación se realiza en la fuente denominado Gocha Gocha con un caudal promedio mensual de 348.190 m^3, y aproximadamente 0.134 lt/seg

b. Línea de conducción:

El agua se traslada con tubería de 2” en un tramo de 2249.45 m desde el manantial Gocha Gocha hasta el reservorio de almacenamiento

c. Reservorio de agua

El reservorio de agua es de forma rectangular y de concreto armado de capacidad de 3.5 m^3, es en este reservorio que tiene instalado el sistema de cloración.

d. Línea de aducción y red de distribución

El sistema de aducción esta desde el reservorio hasta la población recorre un tramo de 116.90 m y se distribuye hasta en 30 viviendas de la localidad de Lucmapampa.

e. Sistema de romper la presión

Se tiene 7 cámaras de rompepresión que ayuda a baja el nivel de velocidad del agua, lo que ayuda a mantener duraderos las tuberías y accesorios del sistema de distribución del agua.

Por otro lado, en el anexo N° 1 se adjunta la resolución administrativa N° 205-2018-ANA-AAA. Huallaga-Ala.Alto Huallaga autorización de aprovechamiento hídrico donde se detalla el permiso y información técnica del sistema de captación, traslado y distribución.

4.1.3. Sistema de Cloración por goteo de carga constante de doble recipiente

Este sistema es para una cloración adecuada de agua donde se tiene en Lucmapampa un tanque de 750 L dentro de ello se tiene hipoclorito de calcio preparado conocido también como solución madre, desde este recipiente es trasladada por tuberías a gravedad a otro pequeño recipiente de 42 L que tiene

una válvula boya, este recipiente ultimo el caudal de goteo e constante y al igual la altura de goteo lo cual garantiza el goteo constante de cloro al reservorio, el goteo se consigue a través de una tubería y válvula de PVC que debe ser ubicada en la tapa del reservorio, para más detalle los siguientes componentes tiene la siguiente función:

a. Tanque de 750 L

Tanque está ubicado en la zona superior donde contiene la solución madre, este tanque tiene 3 salidas: En la parte superior se tiene el tubo transparente donde nos muestra la solución madre, la segunda salida la válvula de limpieza y el tercero la tubería de paso hacia el tanque de 42 L.

b. Tanque regulador de carga constante de 42 L

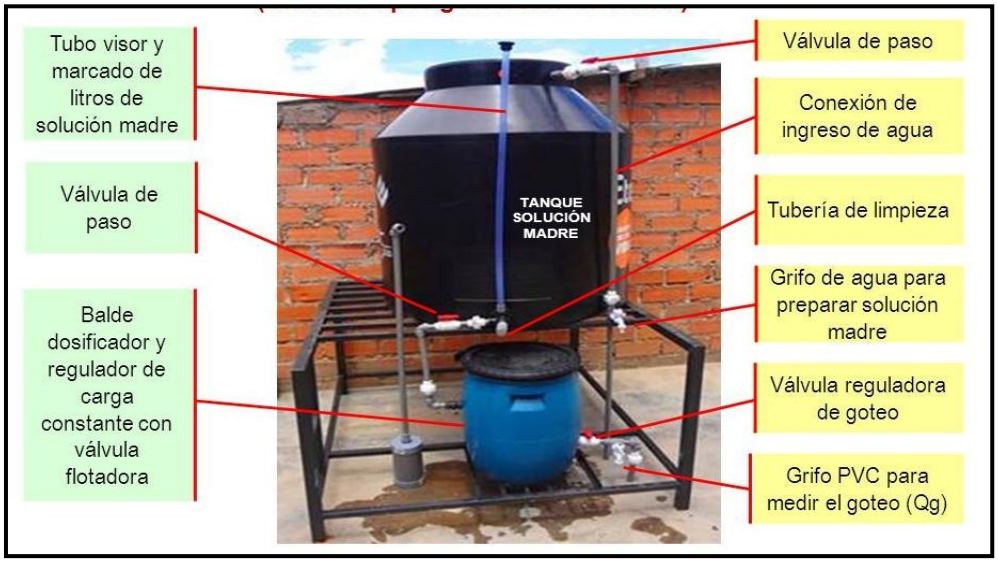
Este tanque está ubicado en el nivel inferior de del tanque de 750 L, pose dentro del tanque una válvula flotadora que ayuda a mantener el caudal de goteo y liquido de cloro en su interior.

c. Conexiones de salida y dosificación de cloro al reservorio

Estas conexiones están compuestas de tuberías y accesorios que nos permite regular y medir el goteo de cloro al reservorio.

Para más detalle en la siguiente figura se puede observar el detalle del sistema de Cloración por goteo de carga constante de doble recipiente.

Figura N° 10: Sistema de Cloración por goteo de carga constante de doble recipiente



4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Dosificación y cálculos de cloro

- El agua que llega al tanque de 750 L es de un caudal de 0.134 lt/seg 11,577.6 lt/día y por mes 347,328 lt/mes **(Q).**
- La concentración de hipoclorito de calcio recibido es de 70 % este documento recibido se adjunta en el Anexo N° 02 de la presente investigación **(% Cloro).**
- El número de días a clorar es de 30 días que en segundos seria 2,592,000 segundo **(T).**
- La dosificación de cloro a utilizar es 1.5 ppm o mg/lt **(C_2).**

En base se calcula la siguiente formula:

$$P = \frac{Q * T * C_2}{10 * \%Cl}$$

P= Peso de hipoclorito de calcio en gramos

Q= Caudal de ingreso al reservorio (L/s)

T= Tiempo de goteo en segundos

C_2=Concentración (1.5 mg/lt)

%Cl= 70%

$$P = \frac{Q * T * C_2}{10 * \%Cl}$$

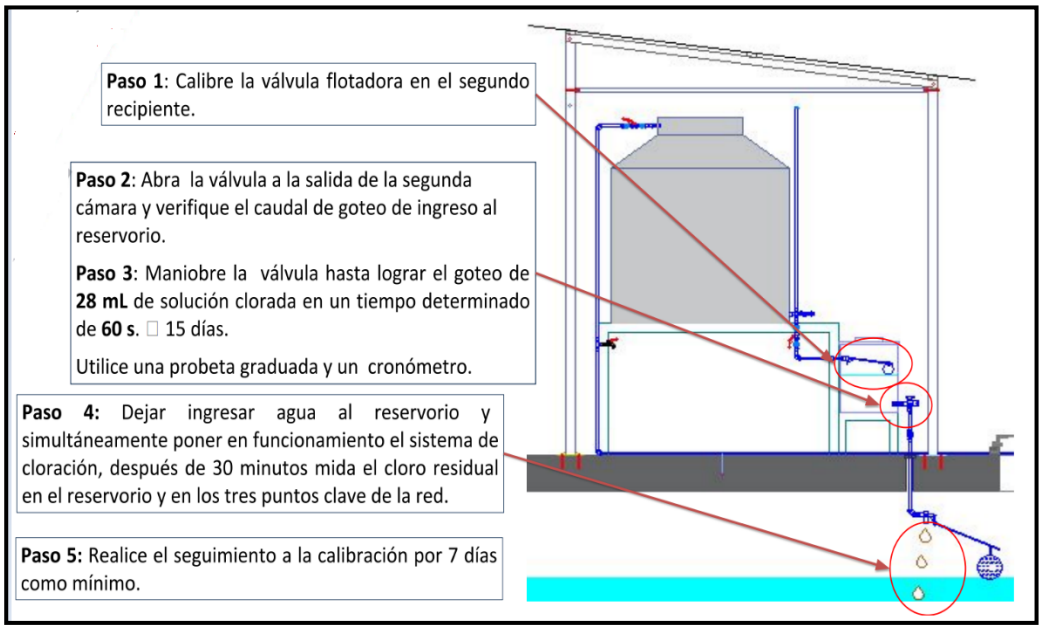
P= 0.134 *2,592,000* 1.5

10 * 70

P= 744.27 g

Esa cantidad de 744.27 gr. diluyamos en agua en un balde de 20 lt para luego dosificar en el tanque de 750 L y procedemos a calibrar el dosificador de la siguiente manera:

Figura N° 11: Sistema de dosificación



4.2.2. Resultados de cloro residual

Los trabajos de monitoreo y reconocimiento de del sistema de tratamiento se realizó durante el año 2022 tal como se puede observar en las siguientes imágenes:

A continuación, se detalla los resultados de monitoreo durante el año 2022, para ello se consideró 4 puntos de monitoreo tal como se detalla a continuación:

1. **Reservorio:** Propietario la Municipalidad distrital de Pillao
2. **Primera vivienda (después de reservorio):** Propietario Candelario Flores Vingula
3. **Vivienda Intermedia (después de reservorio):** Propietario María Huinchos Espinoza
4. **Última Vivienda:** Propietario Montalvo Cueto Aurora

Imágenes N° 1: Reconocimiento del sistema de dotación de agua potable

Imágenes N° 2: Reconocimiento del sistema de dotación de agua potable

Imágenes N° 3: Monitoreo en cloro en el Reservorio

Imágenes N° 4: Primera vivienda (después de reservorio)

Imágenes N° 5: Vivienda Intermedia (después de reservorio)

Imágenes N° 6: Última Vivienda

Tabla N° 9 Resultados de cloro y cloro residual en la población de Lucmapampa

N°	Ubicación de punto de muestreo	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Cloro residual (mg/lt)
1.	Reservorio			
		09/02/2022	1.2	10:35
		11/03/2022	1.0	11:00
		12/04/2022	1.1	15:15
		13/05/2022	1.2	15:00
		14/06/2022	1	14:30
		07/09/2022	1	10:00
		10/10/2022	1	10:00
2.	Primera Vivienda (después de reservorio)			
		09/02/2022	1.0	10:55
		11/03/2022	0.8	11:30
		12/04/2022	0.8	15:40
		13/05/2022	0.9	15:25
		14/06/2022	0.8	14:50
		07/09/2022	0.7	10:20
		10/10/2022	0.8	10:30
3.	Vivienda Intermedia			
		09/02/2022	0.8	11:10
		11/03/2022	0.6	11:50
		12/04/2022	0.7	15:55
		13/05/2022	0.7	15:37
		14/06/2022	0.6	15:20

		07/09/2022	0.6	10:40
		10/10/2022	0.6	10:50
4.	Última Vivienda			
		09/02/2022	0.6	11:20
		11/03/2022	0.5	12:10
		12/04/2022	0.5	16:15
		13/05/2022	0.6	15:50
		14/06/2022	0.5	15:50
		07/09/2022	0.5	11:00
		10/10/2022	0.5	11:20

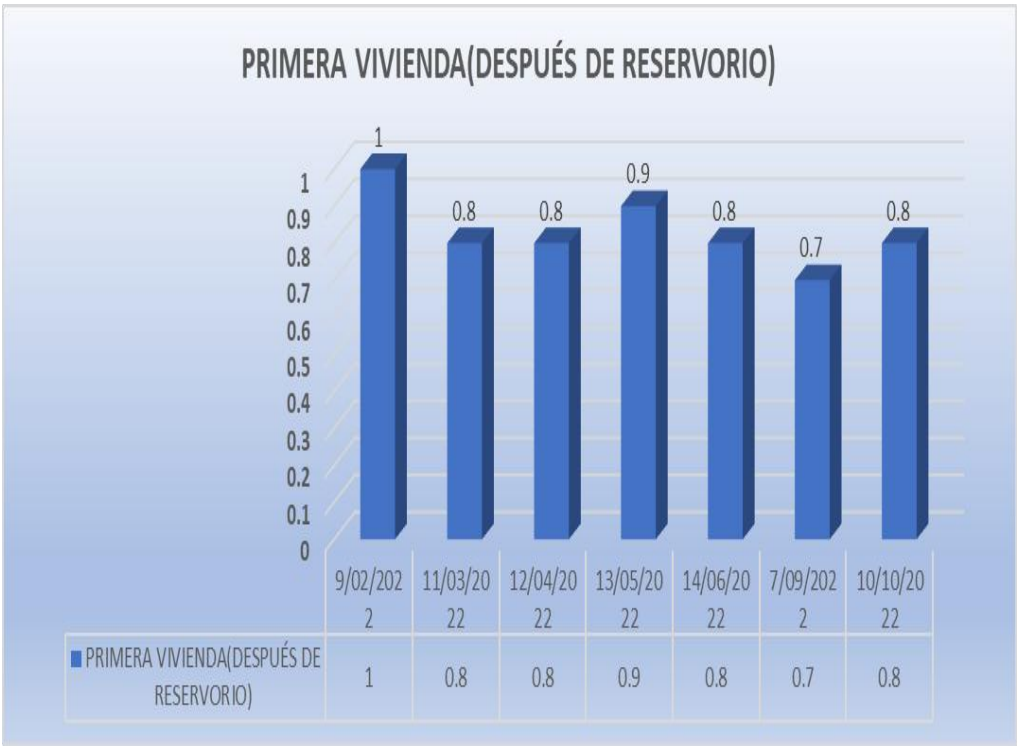
Fuente: Ministerio de vivienda y saneamiento

Gráfico N° 1: Resultados de cloro en el reservorio

Interpretación de cloro

Considerando el Decreto Supremo N° 031-2010-SA, que establece el reglamento de la calidad de agua para consumo humano, el nivel de cloro debe estar por debajo de los 5 mg/L. Según los datos presentados en la Tabla N° 01 y el Gráfico N° 01, los resultados en el reservorio están dentro de los límites permitidos y son adecuados para la desinfección en las tuberías de conducción y aducción.

Gráfico N° 2: Resultados de cloro residual en la primera vivienda (después del reservorio)

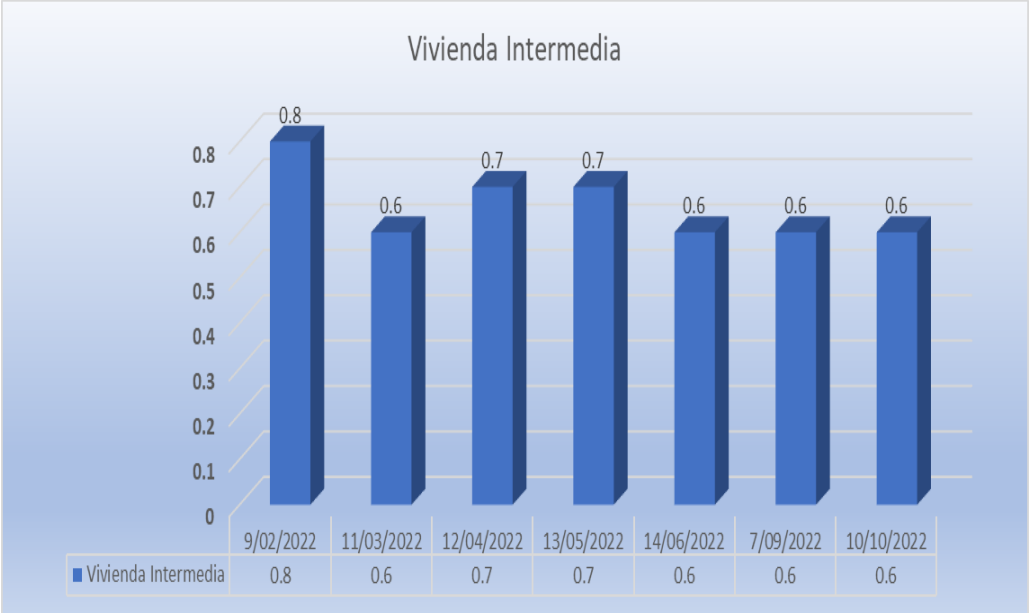


Interpretación de cloro residual

Según el Decreto Supremo N° 031-2010-SA, que establece el reglamento de la calidad de agua para consumo humano, el cloro residual en cualquier punto de la red de distribución no debe ser inferior a 0.5 mg/L. De acuerdo con los datos presentados en la Tabla N° 01 y el Gráfico N° 02, los resultados del cloro residual en la primera vivienda (después del reservorio) están por encima del mínimo requerido. Esto asegura que el agua potable que

llega a la población de Lucmapampa está desinfectada y es apta para el consumo humano.

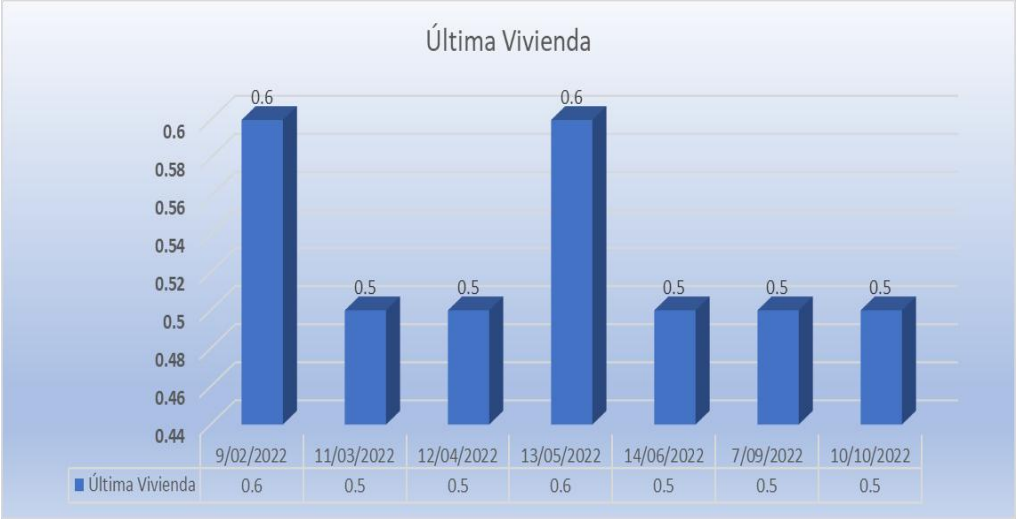
Gráfico N° 3: Resultados de cloro residual vivienda intermedia



Interpretación de cloro residual

De acuerdo con el Decreto Supremo N° 031-2010-SA, que regula la calidad del agua para consumo humano, el cloro residual en cualquier punto de la red de distribución no debe ser inferior a 0.5 mg/L. Según los resultados observados en la Tabla N° 01 y el Gráfico N° 03, los niveles de cloro residual en una vivienda intermedia están por encima del mínimo requerido. Esto garantiza que el agua potable que llega a la población de Lucmapampa está debidamente desinfectada y es apta para el consumo humano.

Gráfico N° 4: Resultados de cloro residual de última vivienda



Interpretación de cloro residual

Según el Decreto Supremo N° 031-2010-SA, que establece el Reglamento de la calidad de agua para consumo humano, el cloro residual en cualquier punto de la red de distribución no debe ser inferior a 0.5 mg/L. De acuerdo con los resultados observados en la Tabla N° 01 y el Gráfico N° 04, los niveles de cloro residual en la última vivienda están por encima del mínimo requerido. Esto asegura que el agua potable que llega a la población de Lucmapampa está adecuadamente desinfectada y es apta para el consumo humano.

4.3. Prueba de hipótesis

Al inicio de nuestra investigación formulamos la hipótesis de que la propuesta técnica para la cloración del agua mediante el sistema de cloración por goteo de carga constante de doble recipiente optimiza el sistema de abastecimiento de agua potable en el centro poblado de Lucmapampa, distrito de San Pedro de Pillao, región Pasco, cumpliendo con el Decreto Supremo N° 031-2010-SA, que regula la calidad del agua para consumo humano.

Tras evaluar el sistema implementado en el reservorio y en tres viviendas de Lucmapampa, se constató que la hipótesis planteada es válida. El

procedimiento técnico para la cloración del agua efectivamente optimiza el uso del sistema de cloración por goteo de carga constante de doble recipiente en el sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado, asegurando el cumplimiento de las normativas vigentes para garantizar agua segura y apta para el consumo humano en la comunidad.

4.4. Discusión de resultados

Concluida con la investigación determinamos los siguientes resultados:

- Se evaluó el proceso de gestión del agua potable desde su captación en la fuente principal, denominada Gocha Gocha, con un caudal aproximado de 0.134 litros por segundo. Esta agua es transportada a lo largo de 2.25 kilómetros hasta un reservorio con capacidad de 3.5 metros cúbicos, desde donde se distribuye a 73 personas.
- Se evaluó la calidad del agua potable mediante el uso del sistema de cloración por goteo de carga constante de doble recipiente en el sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado de Lucmapampa. Este sistema dosifica eficientemente 744.27 gramos de cloro por mes para abastecer un volumen mensual de agua de 347,328 litros o 347.328 metros cúbicos.
- Los resultados fueron comparados con el Decreto Supremo N° 031-2010-SA, que regula la calidad del agua para consumo humano. Se constató que los niveles de cloro en el reservorio cumplen con el límite máximo de 5 mg por litro. Además, en los puntos de monitoreo en tres viviendas del poblado de Lucmapampa, el cloro residual se encuentra por encima del mínimo requerido, garantizando que el agua potable que llega a la población está desinfectada y es apta para el consumo humano.

CONCLUSIONES

La presente investigación demostró con la aplicación del procedimiento técnico para la cloración del agua mediante la tecnología de cloración por goteo convencional en este presente estudio el Hipoclorador por goteo de carga constante de doble recipiente en el ámbito rural serian fundamentales para asegurar la dotación de agua de calidad y apto para el consumo humano, por lo que aportaría de forma directa e indirecta a minimizar estos índices mencionados y el cierre de brechas concerniente a calidad.

Para la evaluación de la eficiencia de la cloración se comparó con el decreto supremo N° 031-2010-SA Reglamento de la calidad de agua para consumo humano ello se constató en la evaluación en el reservorio y en tres viviendas en las población de Lucmapampa, logrando en el reservorio cumpliendo el cloro donde en un máximo de 5 mg/lt, de los resultados observado y en los puntos de monitoreo que son las viviendas el cloro residual se encuentra por encima de lo requerido mínimamente con ello garantiza que el agua potable que llega a la población de Lucmapampa se encuentra desinfectado y es apto para consumo humano.

Como se pudo evaluar la calidad de agua potable, mediante el uso del sistema de cloración por goteo de carga constante de doble recipiente en el sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado de Lucmapampa logrando eficientemente dosificando 744.27 gr/mes de cloro para el abastecimiento de 347,328 lt/mes o 347.328 m^3/mes.

RECOMENDACIONES

Las recomendaciones propuestas son las siguientes:

1. Como se pudo evidenciar el sistema de cloración por el por goteo de carga constante de doble recipiente serian fundamentales para asegurar la dotación de agua de calidad y apto para el consumo humano por lo que se recomienda su difusión.
2. En mucho de las zonas rurales no se realiza el proceso de tratamiento y menos el clorado por lo que se recomienda a las municipalidades distritales y provinciales y juntas de usuarios utilizar esta técnica a fin de contribuir la buena calidad de agua en los usuarios.

.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

Agua, saneamiento y salud Departamento de Protección del Medio Humano Organización Mundial de la Salud Ginebra(2017) “Gestión del agua en el hogar: salud acelerada Ganancias del suministro de agua mejorado 2017”.

Aguas urbanas. (2021). *Calidad de agua*.

Atencio Santiago, H. (2018). *Análisis de la calidad del agua para Consumo Humano y Percepción local en la población de la localidad de San Juan Antonio de Rancas.* Pasco-Perú.

Asociación española de abastecimientos de agua y saneamiento (1984)“ Manual de la cloración”

Brousett Minaya, M., Chambi Rodríguez, A., Mollocondo Turpo, M., Aguilar Atamari, M., Lujano Laura, E. (2018). *Evaluación Físico-Química y Microbiológica de Agua para Consumo Humano.* Puno-Perú.

Camilo Venegas B., Marcela Mercado R., Claudia Campos, M. (2014). Evaluación de la calidad microbiológica del agua para consumo y del agua residual en una población de Bogotá. Bogota Colombia.

CARE PERÚ (2018) “compendio de innovaciones tecnológicas en agua y saneamiento rural – experiencias del proyecto saba plus”

La Contraloría General de la República. (2015). Informe N° 869-2015-CG/ADE Auditoría de Desempeño a los Servicios de Saneamiento para Hogares Rurales. Lima.

Cooperación alemana, implementada por la Deutsche Desellschaft für Internationale Zusammenarbeit (giz) gmbh (2017) “Cloración del agua en sistemas de abastecimiento de agua potable en el ámbito rural”

COSUDE, CARE Perú. (2018). Memoria Descriptiva – Instalación del Hipoclorador de goteo de carga constante de doble recipiente.

Fredy Málaga Inquilla (2012) “sistema de abastecimiento de agua y desague para el centro poblado Umapalca-Sabandía-Arequipa” tesis Universidad Católica de Santa maría

Chávez Ortiz, J., Leiva Tafur, D y Fernando Corroto. (2016). Caracterización fisicoquímica y microbiológica de las aguas residuales en la ciudad de Chachapoyas, Región Amazonas.

Chulluncuy Camacho, N. C. (2011). Tratamiento de agua para consumo humano. *Ingenieria Industrial*, 153-170.

Cristina Collivignarelli, M., Abbà, A., Benigna, A., Sorlini, & Torretta, V. (2018). Resumen de los principales procesos de desinfección de las plantas de tratamiento de aguas residuales y potables. *Sustainability*.

Defensoría del Pueblo(2015). Ciudadanos sin agua, un derecho vulnerado. Informe Defensorial N° 94. Lima.

Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM. (2010). *Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales.*

Dirección General de Salud Ambiental Ministerio de Salud Lima – Perú 2011 "Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA."Perú.

DS N° 031-2010-SA. (2011). *Reglamento de la calidad del agua para consumo humano.* Perú.

Environmental Protection Agency. (2011). Water Treatment Manual: Desinfection.

Florina Gilca, A., Teodosiu, C., & Fiore, S. P. (2020). Subproductos de desinfección emergentes: Revisión de su aparición y control en los procesos de tratamiento del agua potable . *Chemosphere*.

Figueroa Mundaca, Segundo Aníbal (2017) "propuesta de una adecuada instalación de tecnologías de cloración para sistemas de agua potable por gravedad y bombeo en el distrito de salas, provincia y departamento de Lambayeque" universidad nacional Pedro Ruíz Gallo

García Ávila, F., Avilés Añazco, A., Sánchez Cordero, V. G., Lorgio, & Tonon Ordoñez, M. D. (2021). El reto de mejorar la eficacia de los sistemas de tratamiento de

agua potable en las zonas rurales que se enfrentan a cambios en la calidad del agua bruta. *South African Journal of Chemical Engineering*, 141-149.

García E. (2009). Manual de Proyectos de Agua Potable en Poblaciones rurales-FPA. Lima, Perú

Gordon Pérez, Paul Martín (2014) "opciones técnicas para abastecimiento de agua potable y saneamiento en centros poblados del ámbito rural – provincia de Maynas – Loreto – 2014" tesis universidad científica del Perú

Gustavo Nolberto Saavedra Valladolid (2018) "propuesta técnica para el mejoramiento y ampliación del servicio de agua potable en los centros poblados rurales de Culqui y Culqui alto en el distrito de Paimas, provincia de Ayabaca – Piura" tesis universidad nacional de Piura.

HUTTON, G., & Haller, L. (2004). Water, Sanitation and Health Protection of the Human Environment. Genob: WHO.

Martel, A. B., & Vargas, L. d. (2004). Tratamiento de agua para consumo humano. Plantas de filtración rápida. Manual I: Teoría Tomo II. Lima: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. Organización Mundial de la Salud.

Naciones Unidas - Asamblea General. (2010). Resolución 64/292. El derecho humano al agua y el saneamiento

Nunja García, J. V., Narvasta Torres, I., & Luna García, G. M. (2013). Subproductos de la desinfección en el agua potable y sus riesgos en la salud humana. *Repositorio digital UNFSC*.

Organización Mundial de la Salud. (2006). Guías para la calidad del agua potable [recurso electrónico]: incluye el primer apéndice. Vol. 1: Recomendaciones. Tercera edición. Versión electrónica para la web.

Organización Panamericana de la Salud. (2003). HDT - CEPIS No 89. Algoritmo Para La Selección De Tecnología Para El Abastecimiento Rural De Agua. Lima: Cepis. Obtenido de www.cepis.ops.oms.org

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2011). Benefits of Investing in Water in Sanitation: An OECD Perspective. OECD Publishing.

Pacheco Castelo, Diego Marcelo y Zuñiga Hidalgo, Salvador Rodrigo (2018) “Análisis de la eficiencia de las tecnologías de cloración de agua por goteo convencional, goteo adaptado, clorinador y goteo autocompensante aplicadas en la comunidad campesina de Pillao Matao en el distrito de San Jerónimo para el año 2017 y proyectadas a futuro” universidad andina del Cusco.Programa de incentivos a la mejora de la gestión municipal meta 35- (2018) “Protocolo caracterización de fuentes de agua y del agua para consumo humano”

Pérez Osorio, G., Arriola Morales, J., García Lucero, T., Saldaña Blanco, M., Mendoza Hernández, J., 2016). (2016). Evaluación de la calidad de cuatro jagueyes del parque estatal Flor del Bosque Puebla México.

Propueta ciudadana. (2011). *En que consiste el servicio de agua potable*.

Reglamento de la calidad del agua para consumo humano. (2011). *Normativa para consumo humano en el Perú.*

Ríos Tobón, S., Agudelo Cadavid, R., & Gutiérrez Builes, L. (2017). Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. *Rev. Fac. Nac. Salud Pública*, 236-247.

Rolin Gonzales Tavera (2018) “Evaluación de la calidad del agua para consumo humano en el asentamiento humano señor de los milagros, distrito de Yarinacocha- región Ucayali- 2018” tesis universidad nacional de Ucayali

Sánchez . (2018). *Importancia al accso de agua potable y saneamiento*.

Solsona, F., & Méndez, J. P. (2002). Desinfección del agua. Lima: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente - Organización Mundial de la Salud.

SUM Canadá. (2005). Cómo desinfectar y clorar un sistema de agua potable rural. Lima.

Simon Arocha Ravelo (1979) “abastecimientos de agua”

Terence J. Mcchee (1999) “abastecimiento de agua y alcantarillado”

The SABA Water and Sanitation Experience (2014): Boosting Impact at Global Scale - Componente Perú - SABA PLUS “SISTEMA DE CLORACIÓN POR GOTEO Manual de instalación, operación y mantenimiento

UNAS. (2018). *Calidad de agua potable.* Lima-Perú.}

Veynlizt Caroli, Pardo Calero (2018) “Calidad de agua de consumo humano en la fuente de abastecimiento y su influencia en la salud de la población del centro poblado San Antonio de Ñauza, distrito de Conchamarca, provincia de Ambo - mayo-julio 2018” tesis universidad de Huánuco

Páginas de Internet:

Elaboración de Tesis-Trabajos de Investigación extraído de

http://bibliotecas.uc.cl/Elaboracion-de-tesis-trabajos-de-investigacion/elaboracion-de-tesis-trabajos-de-investigacion.html

Cómo estructurar una tesis extraído de

http://blog.udlap.mx/blog/2014/10/comoestructurarunatesis/

Manual para la Elaboración de Tesis Universitaria extraído de

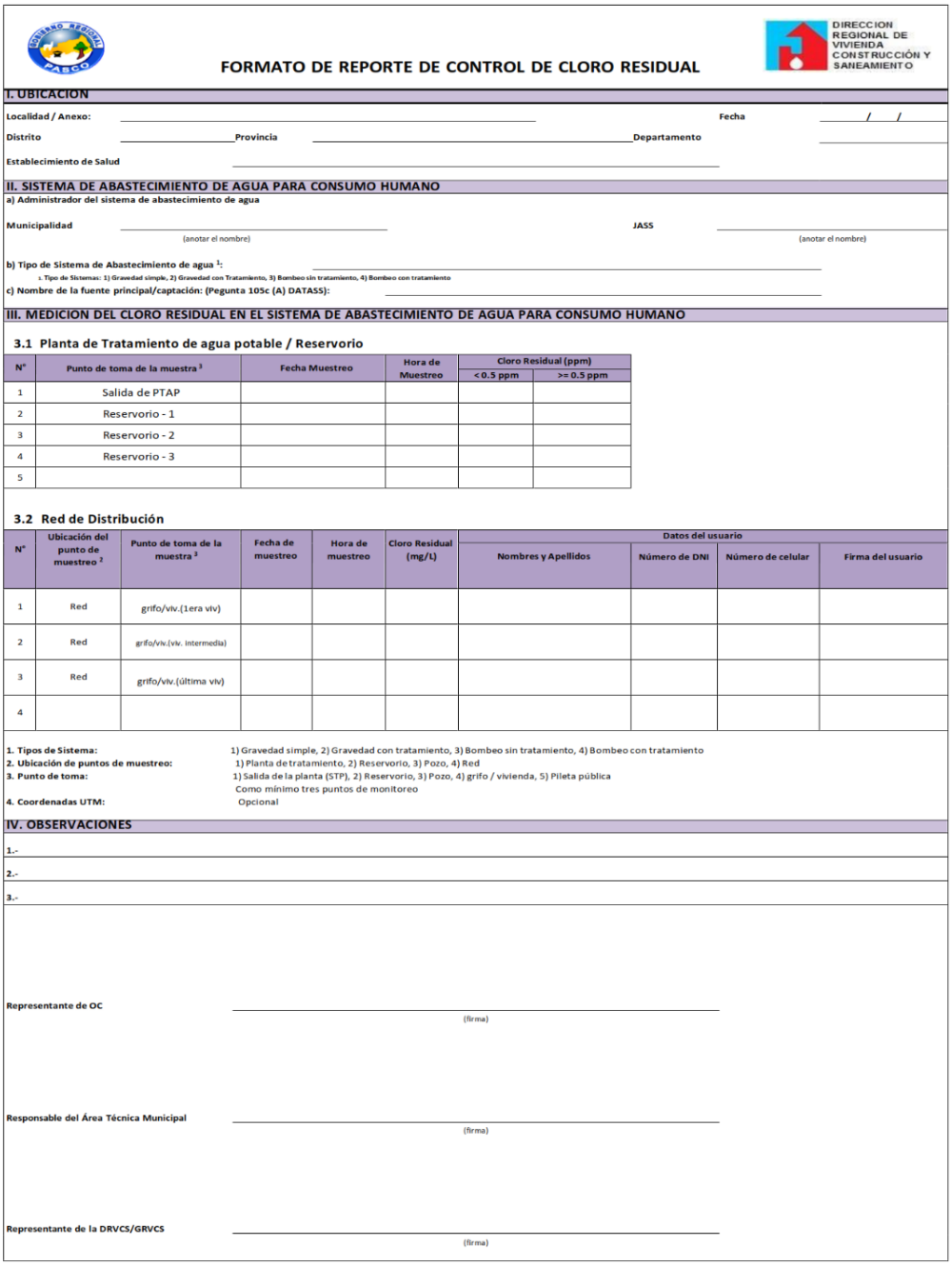
https://es.slideshare.net/apinilloss03/manual-para-elaboracion-tesis-universitaria-1255239

ANEXOS

ANEXO N° 01

Instrumentos de recolección de Datos

Como instrumento de recolección de datos se utiliza el formato de Reporte de Cloro Residual para obtener los resultados confiables de la concentración de Cloro en los puntos de monitoreo del Centro Poblado de Lucmapampa del Distrito de San Pedro de Pillao.



FORMATO DE REPORTE DE CONTROL DE CLORO RESIDUAL

DIRECCION REGIONAL DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO

I. UBICACION

Localidad / Anexo: _____ Fecha ___/___/___

Distrito _____ Provincia _____ Departamento _____

Establecimiento de Salud _____

II. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

a) Administrador del sistema de abastecimiento de agua

Municipalidad _____ JASS _____

(anotar el nombre) (anotar el nombre)

b) Tipo de Sistema de Abastecimiento de agua [1]: _____

1. Tipo de Sistemas: 1) Gravedad simple, 2) Gravedad con Tratamiento, 3) Bombeo sin tratamiento, 4) Bombeo con tratamiento

c) Nombre de la fuente principal/captación: (Pegunta 105c (A) DATASS): _____

III. MEDICION DEL CLORO RESIDUAL EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

3.1 Planta de Tratamiento de agua potable / Reservorio

N°	Punto de toma de la muestra [3]	Fecha Muestreo	Hora de Muestreo	Cloro Residual (ppm)	
				< 0.5 ppm	>= 0.5 ppm
1	Salida de PTAP				
2	Reservorio - 1				
3	Reservorio - 2				
4	Reservorio - 3				
5					

3.2 Red de Distribución

N°	Ubicación del punto de muestreo [2]	Punto de toma de la muestra [3]	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Cloro Residual (mg/L)	Datos del usuario			
						Nombres y Apellidos	Número de DNI	Número de celular	Firma del usuario
1	Red	grifo/viv.(1era viv)							
2	Red	grifo/viv.(viv. intermedia)							
3	Red	grifo/viv.(última viv)							
4									

1. Tipos de Sistema: 1) Gravedad simple, 2) Gravedad con tratamiento, 3) Bombeo sin tratamiento, 4) Bombeo con tratamiento
2. Ubicación de puntos de muestreo: 1) Planta de tratamiento, 2) Reservorio, 3) Pozo, 4) Red
3. Punto de toma: 1) Salida de la planta (STP), 2) Reservorio, 3) Pozo, 4) grifo / vivienda, 5) Pileta pública
Como mínimo tres puntos de monitoreo
4. Coordenadas UTM: Opcional

IV. OBSERVACIONES

1.-

2.-

3.-

Representante de OC _____
(firma)

Responsable del Área Técnica Municipal _____
(firma)

Representante de la DRVCS/GRVCS _____
(firma)

ANEXO N° 02

Resolución Administrativa de Autorización de uso de recurso hídrico

ducir (Ctrl+ f)

REPUBLICA DEL PERU

Resolución Administrativa
N° 205-2018 -ANA-AAA.HUALLAGA-ALA.ALTO HUALLAGA

AUTORIZACIÓN PARA EJECUCIÓN DE OBRAS DE APROVECHAMIENTO HÍDRICO SUPERFICIAL
Decreto Supremo N° 022-2016-MINAGRI

Huánuco, 15 de noviembre de 2018

CUT	201104-2018	Fecha Solicitud	14/11/2018
Solicitante	CONSORCIO YURAQYAKU		

De conformidad con el Informe Técnico N°137-2018 -ANA-AAA.HUALLAGA-ALA.ALTO HUALLAGA/AEPE FTA FTA – 03553 y lo establecido en el artículo 3° del Decreto Supremo N° 022-2016-MINAGRI y del expediente que queda registrado con CUT 201104-2018.

SE RESUELVE:

Artículo 1°.- Autorizar la ejecución de obras de aprovechamiento hídrico, a CONSORCIO YURAQYAKU, para el desarrollo del proyecto "Creación de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento Rural en el Caserío de Lucmapampa, Distrito de San Pedro de Pillao – Daniel Alcides Carrión - Pasco", por un periodo de cuatro (4) meses , conforme al detalle siguiente:

Fuente de Agua			Manantial GOCHA GOCHA			
Ubicación Geográfica del Punto de Captación (WGS84 UTM)			ZONA:18 / Este: 335591.0000 / Norte: 8843924.0000			
Localización de la Captación (margen)			No definido,			
Acreditación para Proyecto (m³)						
Ene :348.190	Feb :314.500	Mar :348.190	Abr :336.960	May :348.190	Jun :336.960	Jul :348.190
Ago :348.190	Set :336.960	Oct :348.190	Nov :336.960	Dic :348.190	Total :4099.670	

Artículo 2°.- Los datos del objeto de la autorización de ejecución de obras de aprovechamiento hídrico, corresponde al detalle siguiente.

Titular	CONSORCIO YURAQYAKU
Tipo de Uso	Poblacional
Nombre del Proyecto	"Creación de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento Rural en el Caserío de Lucmapampa, Distrito de San Pedro de Pillao – Daniel Alcides Carrión - Pasco"
Tipo de Proyecto	
Ubicación Política	Dpto: Pasco, Prov: Daniel Alcides Carrion, Dist: San Pedro De Pillao
Ubicación Administrativa	AAA: Hualaga, ALA: ALTO HUALLAGA
Componente / Obras del Proyecto	- Captación para manantial de ladera. - Línea de conducción 2249,45 m. - Reservorio rectangular de 3,50 m3. - Línea de aducción 116,99 m. - Red de distribución 761,83 m. - Válvulas de puga de lodos (03 und). - Válvulas de aire (03 und). - Cámara rompe presión T6 conducción (06 und). - Cámara rompe presión T6 distribución (01 und).

ducir (Ctrl+ I)

Resolución Administrativa
N° 205-2018 -ANA-AAA.HUALLAGA-ALA.ALTO HUALLAGA

AUTORIZACIÓN PARA EJECUCIÓN DE OBRAS DE APROVECHAMIENTO HÍDRICO SUPERFICIAL
Decreto Supremo N° 022-2016-MINAGRI

Huánuco, 15 de noviembre de 2018

CUT	201104-2018	Fecha Solicitud	14/11/2018
Solicitante	CONSCRCIO YURAQYAKU		

De conformidad con el Informe Técnico N°137-2018 -ANA-AAA.HUALLAGA-ALA.ALTO HUALLAGA/AEPE FTA FTA – 03553 y lo establecido en el artículo 3° del Decreto Supremo N° 022-2016-MINAGRI y del expediente que queda registrado con CUT 201104-2018.

SE RESUELVE:

Artículo 1°.- Autorizar la ejecución de obras de aprovechamiento hídrico, a CONSORCIO YURAQYAKU, para el desarrollo del proyecto "Creación de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento Rural en el Caserío de Lucmapampa, Distrito de San Pedro de Pillao – Daniel Alcides Carrión - Pasco", por un periodo de cuatro (4) meses , conforme al detalle siguiente:

Fuente de Agua			Manantial GOCHA GOCHA			
Ubicación Geográfica del Punto de Captación (WGS84 UTM)			ZONA:18 / Este: 335591.0000 / Norte: 8843924.0000			
Localización de la Captación (margen)			No defnido,			
Acreditación para Proyecto (m³)						
Ene :348.190	Feb :314.500	Mar :348.190	Abr :336.960	May :348.190	Jun :336.960	Jul :348.190
Ago :348.190	Set :336.960	Oct :348.190	Nov :336.960	Dic :348.190	Total :4099.670	

Artículo 2°.- Los datos del objeto de la autorización de ejecución de obras de aprovechamiento hídrico, corresponde al detalle siguiente.

Titular	CONSORCIO YURAQYAKU
Tipo de Uso	Poblacional
Nombre del Proyecto	"Creación de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento Rural en el Caserío de Lucmapampa, Distrito de San Pedro de Pillao – Daniel Alcides Carrión - Pasco"
Tipo de Proyecto	
Ubicación Política	Dpto: Pasco, Prov: Daniel Alcides Carrion, Dist: San Pedro De Pillao
Ubicación Administrativa	AAA: Hualaga, ALA: ALTO HUALLAGA
Componente / Obras del Proyecto	- Captación para manantial de ladera. - Línea de conducción 2249,45 m. - Reservorio rectangular de 3,50 m3. - Línea de aducción 116,99 m. - Red de distribución 761,83 m. - Válvulas de puga de lodos (03 und). - Válvulas de aire (03 und). - Cámara rompe presión T6 conducción (06 und). - Cámara rompe presión T6 distribución (01 und).

ANEXO N° 03

Hipoclorito de calcio recibido en la población de Lucmapampa

DANIEL ALCIDES CARRION | Municipalidad Distrital SAN PEDRO DE PILLAO | ATM ÁREA TÉCNICA MUNICIPAL

Creado el 15 de Diciembre de 1959 con Ley 13276

ACTA DE ENTREGA DE INSUMOS CRITICOS (ATM – O.C/JASS)

Departamento	PASCO
Provincia	DANIEL ALCIDES CARRIÓN
Distrito	SAN PEDRO DE PILLAO
Centro Poblado	SAN PABLO DE LUCMAPAMPA PILLAO
Ubigeo de Centro Poblado	190205 0033
Prestador (JASS)	JASS LUCMAPAMPA PILLAO
Código prestador	P190205 003301
Código de sistema	519 02 05 003301

Siendo las 10:00 horas del día jueves 19 de Noviembre del 2020, con la presencia de los representantes de la Organización Comunal prestadora de servicios de saneamiento (JASS) Lucmapampa Pillao representante del ATM Jhon Richard PARIÑO JIMÉNEZ de la Municipalidad distrital de San Pedro de Pillao; se realiza la entrega a la JASS los siguientes materiales, insumos y equipo:

Cuadro N° 01
Detalle de entrega

N°	INSUMO	PRESENTACIÓN COMERCIAL	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA VENCIMIENTO
1	Hipoclorito de calcio	Bidon de 45 kg	01	UNIDAD	10/06/22
2	Pastillas DPD	CAJA X 100 Blister	01	CAJA	01/01/23
3	Comparador de cloro	Visual	01	UNIDAD	—
4	Otro...				

MUNICIPALIDAD DISTRITAL SAN PEDRO DE PILLAO
RICHARD JHON PARIÑO JIMENEZ
RESPONSABLE DEL MEA TECNICA MUNICIPAL DE SANEAMIENTO BASICO RURAL (ATM)

De acuerdo a la información registrada por la municipalidad en el aplicativo informático DATASS del MVCS, se prevé que estos insumos cubran la demanda para la provisión de agua clorada por un periodo mínimo de 06 meses, para las familias de los hogares rurales del Centro Poblado S.P. LUCMAPAMPA del distrito de San Pedro de Pillao, Provincia de Daniel Alcides Carrión, Departamento de Pasco.

La JASS a través de sus representantes se compromete a lo siguiente:

- Realizar la cloración permanente en los sistemas de agua potable, asegurando los niveles de cloro residual establecidos según norma (>= 0.5 mg/l. en la última vivienda) y registrar los resultados en el cuaderno de control de cloro.
- Brindar asistencia técnica a las familias para el adecuado uso y manipulación del agua en el hogar.
- Sensibilizar a las familias para el cuidado del agua en el hogar, evitando así su desperdicio.
- Sensibilizar a las familias para el pago puntual de la cuota familiar por el servicio de agua potable.

La municipalidad a través del responsable de ATM se compromete a lo siguiente:

- Brindar capacitación y asistencia técnica a la JASS para la mejora de la prestación del servicio de agua en el centro poblado de SAN PABLO LUCMAPAMPA del distrito de San Pedro de Pillao.
- Realizar la verificación permanente del cloro residual al sistema de agua potable del centro poblado de SAN PABLO DE LUCMAPAMPA del distrito de San Pedro de Pillao.

En señal de conformidad, todos los presentes suscriben el acta y colocan sus vistos en las hojas anteriores.

APELLIDOS Y NOMBRES: 04058360 PRESIDENTE JASS
DNI N°:
CARGO: Representante de la JASS
CLAUDIO CRISTOBAL DIAZ

MUNICIPALIDAD DISTRITAL SAN PEDRO DE PILLAO
RICHARD JHON PARIÑO JIMENEZ
RESPONSABLE DEL AREA TECNICA MUNICIPAL DE SANEAMIENTO BASICO Y RURAL (ATM)

APELLIDOS Y NOMBRES:
DNI N°:
CARGO: Responsable de ATM*

APELLIDOS Y NOMBRES: [illegible]
DNI N°: 07140659
CARGO: fiscal

Representante de la JASS

COMUNIDAD CAMPESINA SAN PEDRO DE PILLAO
CASERIO SAN PABLO DE LUCMAPAMPA
DIRECTIVA COMUNAL
CLAUDIO CRISTOBAL DIAZ
PRESIDENTE
04058360
PRESIDENTE

APELLIDOS Y NOMBRES:
DNI N°:
CARGO:

Autoridad comunal

ANEXO N° 04

Informe de resultado de monitoreo de cloro y cloro residuales

CALIDAD DE Vida

DIRECCION REGIONAL DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO

FORMATO DE REPORTE DE CONTROL DE CLORO RESIDUAL

I. UBICACIÓN

Localidad / Anexo: Lucmapampa Pillao. Fecha: 09/02/2022

Distrito: San Pedro de Pillao Provincia: Daniel Alcides Carrion Departamento: Pasco

Establecimiento de Salud: P.S. Pillao.

II. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

a) Administrador del sistema de abastecimiento de agua

Municipalidad: San Pedro de Pillao (escribir el nombre) JASS: San Pablo de Lucmapampa (escribir el nombre)

b) Tipo de Sistema de Abastecimiento de agua [1]: Gravedad Sin Tratamiento

1.Tipo de Sistemas: 1) Gravedad simple, 2) Gravedad con Tratamiento, 3) Bombeo sin tratamiento, 4) Bombeo con tratamiento

c) Nombre de la fuente principal/captación: (Pregunta 1.05c (A) DATASS): Manantial Lucmapampa

III. MEDICIÓN DEL CLORO RESIDUAL EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

3.1 Planta de Tratamiento de agua potable / Reservorio

N°	Punto de toma de la muestra [2]	Fecha Muestreo	Hora de Muestreo	Cloro Residual (ppm)	
				< 0.5 ppm	>= a 0.5 ppm
1	Salida de PTAP				
2	Reservorio - 1	09/02/2022	10:35 a.m		1.2.
3	Reservorio - 2				
4	Reservorio - 3				
5					

3.2 Red de Distribución

N°	Ubicación del punto de muestreo [3]	Punto de toma de la muestra [4]	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Cloro Residual (mg/L)	Datos del usuario			
						Nombres y Apellidos	Número de DNI	Número de celular	Firma del usuario
1	Red	grifo(a) (domicilio)	09/02/2022	10:55 a.m	1.0	CANDELARIO FLORES VINCULA	04202425	—	
2	Red	grifo(a) (domicilio)	09/02/2022	11:10 a.m	0.8	MARIA HUANCHOS ESPINOZA	10274475	—	
3	Red	grifo(a) (domicilio)	09/02/2022	11:20 a.m	0.6	AURORA HUAYLLANO CUETO	43648914	—	
4									

1. Tipos de Sistema: 1) Gravedad simple, 2) Gravedad con tratamiento, 3) Bombeo sin tratamiento, 4) Bombeo con tratamiento
2. Ubicación de puntos de muestreo: 1) Planta de tratamiento, 2) Reservorio, 3) Pozo, 4) Red
3. Punto de toma: 1) Salida de la planta (STP), 2) Reservorio, 3) Pozo, 4) Grifo / vivienda, 5) Pileta pública
Como mínimo tres puntos de monitoreo
4. Coordenadas UTM: Opcional

IV. OBSERVACIONES

1.-

2.-

3.-

Representante de OC

JASS — PRESIDENTE JASS - LUCMAPAMPA

Responsable del Área Técnica Municipal

MUNICIPALIDAD DISTRITAL SAN PEDRO DE PILLAO

Flor del Pilar GRADOS PALACIOS
SUB GERENTE DE DESARROLLO SOCIAL Y ECONÓMICO

Representante de la DIRVCS/GRVCS

DIRECCION REGIONAL DE VIVIENDA CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO - PASCO

Ing. Neil E. Panez Medrano
COORDINADOR SOCIAL

CALIDAD DE Vida

FORMATO DE REPORTE DE CONTROL DE CLORO RESIDUAL

DIRECCION REGIONAL DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO

I. UBICACIÓN

Localidad / Anexo: LUCMAPAMPA PILLAO Fecha 11 / 03 /2022

Distrito SAN PEDRO DE PILLAO Provincia DANIEL ALCIDES CARRIÓN Departamento PASCO

Establecimiento de Salud PUESTO DE SALUD PILLAO

II. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

a) Administrador del sistema de abastecimiento de agua

Municipalidad SAN PEDRO DE PILLAO (escribir el nombre) IASS SAN PABLO DE LUCMAPAMPA (escribir el nombre)

b) Tipo de Sistema de Abastecimiento de agua [1]: 1 GRAVEDAD - SIMPLE

1.Tipo de Sistemas: 1) Gravedad simple, 2) Gravedad con Tratamiento, 3) Bombeo sin Tratamiento, 4) Bombeo con Tratamiento

c) Nombre de la fuente principal/captación: (Pegunta 10Sc (A) DATASS): MANANTIAL LUCMAPAMPA.

III. MEDICIÓN DEL CLORO RESIDUAL EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

3.1 Planta de Tratamiento de agua potable / Reservorio

N°	Punto de toma de la muestra [3]	Fecha Muestreo	Hora de Muestreo	Cloro Residual (ppm)	
				< 0.5 ppm	>= 0.5 ppm
1	Salida de PTAP				
2	Reservorio - 1	11/03/2022	11:00		1.0
3	Reservorio - 2				
4	Reservorio - 3				
5					

3.2 Red de Distribución

N°	Ubicación del punto de muestreo [2]	Punto de toma de la muestra [3]	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Cloro Residual (mg/L)	Datos del usuario			
						Nombres y Apellidos	Número de DNI	Número de celular	Firma del usuario
1	Red	grifo/vivienda	11/03/22	11:30	0.8	CANDELARIO FLORES VINCULA	04202425	—	
2	Red	grifo/vivienda	11/03/22	11:50	0.6	MARIA HUINCHOS ESPINOZA	10274975	—	
3	Red	grifo/vivienda	11/03/22	12:10	0.5	AURA MONTALVO CUELLO	43644914	—	
4									

1. Tipos de Sistema: 1) Gravedad simple, 2) Gravedad con tratamiento, 3) Bombeo sin tratamiento, 4) Bombeo con tratamiento
2. Ubicación de puntos de muestreo: 1) Planta de tratamiento, 2) Reservorio, 3) Pozo, 4) Red
3. Punto de toma: 1) Salida de la planta (STP), 2) Reservorio, 3) Pozo, 4) grifo / vivienda, 5) Pileta publica
   Como mínimo tres puntos de monitoreo
4. Coordenadas UTM: Opcional

IV. OBSERVACIONES

1.-

2.-

3.-

Representante de OC (firma)

Responsable del Área Técnica Municipal 70231645 (firma)

Representante de la DRVCS/GRVCS DIRECCION REGIONAL DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO - PASCO Ing. Neil E. Panez Medrano COORDINADOR SOCIAL (firma)

CALIDAD DE Vida

DIRECCION REGIONAL DE VIVIENDA CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO

FORMATO DE REPORTE DE CONTROL DE CLORO RESIDUAL

I. UBICACIÓN

Localidad / Anexo: LUCMAPAMPA Fecha: 12/04/2022

Distrito: ______ Provincia: DANIEL ALCIDES CARRION Departamento: PASCO

Establecimiento de Salud: P.S. SAN PEDRO DE PILLAO

II. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

a) Administrador del sistema de abastecimiento de agua

Municipalidad: SAN PEDRO DE PILLAO (anotar el nombre) JASS: LUCMAPAMPA (anotar el nombre)

b) Tipo de Sistema de Abastecimiento de agua [1]: GRAVEDAD SIMPLE

1 Tipo de Sistemas: 1) Gravedad simple, 2) Gravedad con Tratamiento, 3) Bombeo sin tratamiento, 4) Bombeo con tratamiento

c) Nombre de la fuente principal/captación: (Pregunta 105c (A) DATASS): MANANTIAL LUCMAPAMPA

III. MEDICIÓN DEL CLORO RESIDUAL EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

3.1 Planta de Tratamiento de agua potable / Reservorio

N°	Punto de toma de la muestra[3]	Fecha Muestreo	Hora de Muestreo	Cloro Residual (ppm) < 0.5 ppm	Cloro Residual (ppm) >= 0.5 ppm
1	Salida de PTAP				
2	Reservorio - 1	12-04-2022	1515		1.1
3	Reservorio - 2				
4	Reservorio - 3				
5					

3.2 Red de Distribución

N°	Ubicación del punto de muestreo[2]	Punto de toma de la muestra[3]	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Cloro Residual (mg/L)	Datos del usuario: Nombres y Apellidos	Número de DNI	Número de celular	Firma del usuario
1	Red	[illegible]	12/04/22	15:40	0.8	CANDELARIO FLORES VINGULA	04207425	—	[firma]
2	Red	[illegible]	12/04/22	15:55	0.7	MARIA HUACHOS ESPINOZA	10274475	—	[firma]
3	Red	[illegible]	12/04/22	16:15	0.5	MONTALVO CUETO AURA	43643914	—	[firma]
4									

1. Tipos de Sistema: (1) Gravedad simple, 2) Gravedad con tratamiento, 3) Bombeo sin tratamiento, 4) Bombeo con tratamiento
2. Ubicación de puntos de muestreo: 1) Planta de tratamiento, (2) Reservorio, 3) Pozo, 4) Red
3. Punto de toma: 1) Salida de la planta (STP), 2) Reservorio, 3) Pozo (4) grifo / vivienda, 5) Pileta pública
Como mínimo tres puntos de monitoreo
4. Coordenadas UTM: Opcional

IV. OBSERVACIONES

1.-

2.-

3.-

Representante de OC

[firma] Sello: JUNTA ADMINISTRADORA DE SERVICIO Y SANEAMIENTO JASS — PRESIDENTE LUCMAPAMPA

(Firma)

Responsable del Área Técnica Municipal

[firma] 2023/645

Sello: MINISTERIO DE SALUD — ELISEO CRISTOBAL LOYOLA — TÉCNICO EN ENFERMERÍA

(Firma)

Representante de la DRVCS/GRVCS

Sello: DIRECCIÓN REGIONAL DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO - PASCO

[firma] Ing. Neil E. Panez Medrano — COORDINADOR SOCIAL

(Firma)

CALIDAD DE Vida

FORMATO DE REPORTE DE CONTROL DE CLORO RESIDUAL

DIRECCION REGIONAL DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO

I. UBICACIÓN

Localidad / Anexo: LUCMAPAMPA — Fecha: 13/05/2022

Distrito: S. P. DE PILLAO — Provincia: DANIEL ALCIDES CARRIÓN — Departamento: PASCO

Establecimiento de Salud: P.S. SAN PEDRO DE PILLAO

II. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

a) Administrador del sistema de abastecimiento de agua

Municipalidad: SAN PEDRO DE PILLAO — JASS: LUCMAPAMPA

b) Tipo de Sistema de Abastecimiento de agua [1]: GRAVEDAD SIMPLE

1.Tipo de Sistema: 1) Gravedad simple, 2) Gravedad con Tratamiento, 3) Bombeo sin tratamiento, 4) Bombeo con tratamiento

c) Nombre de la fuente principal/captación: (Pegunta 105c (A) DATASS): MANANTIAL LUCMAPAMPA

III. MEDICIÓN DEL CLORO RESIDUAL EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

3.1 Planta de Tratamiento de agua potable / Reservorio

N°	Punto de toma de la muestra [2]	Fecha Muestreo	Hora de Muestreo	Cloro Residual (ppm)	
				< 0.5 ppm	>= 0.5 ppm
1	Salida de PTAP				
2	Reservorio - 1	13 - 05 - 2022	15:00		1.2
3	Reservorio - 2				
4	Reservorio - 3				
5					

3.2 Red de Distribución

N°	Ubicación del punto de muestreo [2]	Punto de toma de la muestra [3]	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Cloro Residual (mg/L)	Datos del usuario			
						Nombres y Apellidos	Número de DNI	Número de celular	Firma del usuario
1	Red	[illegible]	13/05/22	15:25	0.9	CANDELARIO FLORES VINCULA	04202425	—	
2	Red	[illegible]	13/05/22	15:37	0.7	MARIA HUINCHOS ESPINOZA	10274475	—	
3	Red	[illegible]	13/05/22	15:50	0.6	MONTALVO OCTO AURA	45610914	—	
4									

1. Tipos de Sistema: (2) Gravedad simple, 2) Gravedad con tratamiento, 3) Bombeo sin tratamiento, 4) Bombeo con tratamiento
2. Ubicación de puntos de muestreo: 1) Planta de tratamiento, (2) Reservorio, 3) Pozo, 4) Red
3. Punto de toma: 1) Salida de la planta (STP), 2) Reservorio, 3) Pozo, (4) Grifo / vivienda, 5) Pileta pública
   Como mínimo tres puntos de monitoreo
4. Coordenadas UTM: Opcional

IV. OBSERVACIONES

1.-

2.-

3.-

Representante de OC: JASS — PRESIDENTE — JASS - LUCMAPAMPA

Responsable del Área Técnica Municipal: 70231645

DIRECCIÓN REGIONAL DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO - PASCO
Ing. Neil E. Pérez Medrano
COORDINADOR SOCIAL

MINISTERIO DE SALUD
ELISEO CRISTÓBAL LOYOLA

Representante de la DRVCS/GRVCS

CALIDAD DE Vida

FORMATO DE REPORTE DE CONTROL DE CLORO RESIDUAL

DIRECCION REGIONAL DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO

I. UBICACIÓN

Localidad / Anexo: LUCMAPAMPA PILLAO Fecha 14/06/2022

Distrito S.P. DE PILLAO Provincia DANIEL ALCIDES CARRIÓN Departamento PASCO

Establecimiento de Salud PUESTO DE SALUD SAN PEDRO DE PILLAO.

II. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

a) Administrador del sistema de abastecimiento de agua

Municipalidad DISTRITAL DE SAN PEDRO DE PILLAO (anotar el nombre) JASS LUCMAPAMPA PILLAO. (anotar el nombre)

b) Tipo de Sistema de Abastecimiento de agua [1]: (1) GRAVEDAD SIMPLE

1 Tipo de Sistemas: 1) Gravedad simple, 2) Gravedad con Tratamiento, 3) Bombeo sin tratamiento, 4) Bombeo con tratamiento

c) Nombre de la fuente principal/captación: (Pegunta 105c (A) DATASS): MANANTIAL LUCMAPAMPA

III. MEDICIÓN DEL CLORO RESIDUAL EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

3.1 Planta de Tratamiento de agua potable / Reservorio

N°	Punto de toma de la muestra [3]	Fecha Muestreo	Hora de Muestreo	Cloro Residual (ppm)	
				< 0.5 ppm	>= 0.5 ppm
1	Salida de PTAP				
2	Reservorio - 1	14/06/2022	14:30		1.0
3	Reservorio - 2				
4	Reservorio - 3				
5					

3.2 Red de Distribución

N°	Ubicación del punto de muestreo [2]	Punto de toma de la muestra [3]	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Cloro Residual (mg/L)	Datos del usuario			
						Nombres y Apellidos	Número de DNI	Número de celular	Firma del usuario
1	Red	grifo/viv.(cerca viv)	14/06/22	14:50	0.8	CANDELARIO FLORES VINGULA	04202925	—	[signature]
2	Red	grifo/viv.(viv. intermedia)	14/06/22	15:20	0.6	MARIA HUINCHOS ESPINOZA	10274475	—	[signature]
3	Red	grifo/viv.(ultima viv)	14/06/22	15:50	0.5	MONTALVO CUETO ANDORA.	43643914	—	[signature]
4									

1. Tipos de Sistema: (1) Gravedad simple, 2) Gravedad con tratamiento, 3) Bombeo sin tratamiento, 4) Bombeo con tratamiento
2. Ubicación de puntos de muestreo: 1) Planta de tratamiento, (2) Reservorio, 3) Pozo, 4) Red
3. Punto de toma: 1) Salida de la planta (STP), 2) Reservorio, 3) Pozo, (4) grifo / vivienda, 5) Pileta pública
Como mínimo tres puntos de monitoreo
4. Coordenadas UTM: Opcional

IV. OBSERVACIONES

1.-

2.-

3.-

Representante de OC

[signature] PRESIDENTE JASS - LUCMAPAMPA

[signature] TESORERO JASS - LUCMAPAMPA

Responsable del Área Técnica Municipal [signature] 70231645 (firma)

DIRECCION REGIONAL DE VIVIENDA CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO - PASCO

Ing. Neil E. Panez Medrano
COORDINADOR SOCIAL

Representante de la GRVCS/GRVCS (firma)

CALIDAD DE Vida

DIRECCIÓN REGIONAL DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO

FORMATO DE REPORTE DE CONTROL DE CLORO RESIDUAL

I. UBICACIÓN

Localidad / Anexo: LUCMAPAMPA - PILLAO Fecha: 07/09/2022

Distrito: SAN PEDRO DE PILLAO Provincia: DANIEL ALCIDES CARRIÓN Departamento: PASCO

Establecimiento de Salud: PUESTO SALUD SAN PEDRO PILLAO.

II. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

a) Administrador del sistema de abastecimiento de agua

Municipalidad: SAN PEDRO DE PILLAO (anotar el nombre) JASS: LUCMAPAMPA - PILLAO (anotar el nombre)

b) Tipo de Sistema de Abastecimiento de agua [1]: (1) GRAVEDAD SIMPLE.

1. Tipo de Sistema: 1) Gravedad simple, 2) Gravedad con Tratamiento, 3) Bombeo sin tratamiento, 4) Bombeo con tratamiento

c) Nombre de la fuente principal/captación: (Pregunta 105c (A) DATASS): MANANTIAL LUCMAPAMPA

III. MEDICIÓN DEL CLORO RESIDUAL EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

3.1 Planta de Tratamiento de agua potable / Reservorio

N°	Punto de toma de la muestra [3]	Fecha Muestreo	Hora de Muestreo	Cloro Residual (ppm) <0.5 ppm	Cloro Residual (ppm) >= 0.5 ppm
1	Salida de PTAP				
2	Reservorio - 1	07/09/2022	10:00AM		1.0
3	Reservorio - 2				
4	Reservorio - 3				
5					

3.2 Red de Distribución

N°	Ubicación del punto de muestreo [2]	Punto de toma de la muestra [3]	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Cloro Residual (mg/L)	Datos del usuario: Nombres y Apellidos	Número de DNI	Número de celular	Firma del usuario
1	Red	[illegible]	07/09/22	10:20	0.7	CANDELARIO FLORES VINGULA	04202425	—	[firma]
2	Red	[illegible]	07/09/22	10:40	0.6	MARIA HUINCHOS ESPINOZA	10224475	—	[firma]
3	Red	[illegible]	07/09/22	11:00	0.5	MONTALVO CUETO AURORA	43643914	—	[firma]
4									

1. Tipos de Sistema: (1) Gravedad simple, 2) Gravedad con tratamiento, 3) Bombeo sin tratamiento, 4) Bombeo con tratamiento
2. Ubicación de puntos de muestreo: 1) Planta de tratamiento, (2) Reservorio, 3) Pozo, 4) Red
3. Punto de toma: 1) Salida de la planta (STP), 2) Reservorio, 3) Pozo, (4) grifo / vivienda, 5) Pileta pública
Como mínimo tres puntos de monitoreo
4. Coordenadas UTM: Opcional

IV. OBSERVACIONES

1.-

2.-

3.-

Representante de OC: [sello: JUNTA ADMINISTRADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO - JASS] [firma] TESORERO JASS - LUCMAPAMPA (Firma)

MINISTERIO DE SALUD [firma] ELISEO CRISTOBAL LOYOLA TÉCNICO EN ... ERIA

Responsable del Área Técnica Municipal: [firma] (Firma)

Representante de la DRVCS/GRVCS: DIRECCIÓN REGIONAL DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO - PASCO [firma] Ing. Neil E. Panez Medrano COORDINADOR SOCIAL (Firma)

CALIDAD DE Vida

DIRECCIÓN REGIONAL DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO

FORMATO DE REPORTE DE CONTROL DE CLORO RESIDUAL

I. UBICACIÓN

Localidad / Anexo: LUCHAPAMPA PILLAO | Fecha: 10/10/2022

Distrito: SAN PEDRO PILLAO | Provincia: DANIEL ALCIDES CARRIÓN | Departamento: PASCO

Establecimiento de Salud: PUESTO SALUD SAN PEDRO PILLAO

II. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

a) Administrador del sistema de abastecimiento de agua

Municipalidad: SAN PEDRO DE PILLAO (escribir el nombre) | JASS: SAN PEDRO DE PILLAO. (escribir el nombre)

b) Tipo de Sistema de Abastecimiento de agua [1]: (1) GRAVEDAD SIMPLE.

1 Tipo de Sistema: (1) Gravedad simple, 2) Gravedad con tratamiento, 3) Bombeo sin tratamiento, 4) Bombeo con tratamiento

c) Nombre de la fuente principal/captación: (Pregunta 105c (A) DATASS): MANANTIAL LUCHAPAMPA

III. MEDICIÓN DEL CLORO RESIDUAL EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

3.1 Planta de Tratamiento de agua potable / Reservorio

N°	Punto de toma de la muestra [3]	Fecha Muestreo	Hora de Muestreo	Cloro Residual (ppm) < 0.5 ppm	Cloro Residual (ppm) >= 0.5 ppm
1	Salida de PTAP				
2	Reservorio - 1	10/10/2022	10:00AM		1.0
3	Reservorio - 2				
4	Reservorio - 3				
5					

3.2 Red de Distribución

N°	Ubicación del punto de muestreo [2]	Punto de toma de la muestra [3]	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Cloro Residual (mg/L)	Datos del usuario: Nombres y Apellidos	Número de DNI	Número de celular	Firma del usuario
1	Red	grifo/vivienda inicial	10/10/22	10:30AM	0.8	CANDELARIO FLORES VINGOLA.	04202425	—	[firma]
2	Red	grifo/vivienda intermedia	10/10/22	10:50AM	0.6	ELOÑA GABRIEL CARLOS	04204870	—	[firma]
3	Red	grifo/vivienda final	10/10/22	11:20AM	0.5	Montalvo Castro Aurora	43643914	—	[firma]
4									

1. Tipos de Sistema: (1) Gravedad simple, 2) Gravedad con tratamiento, 3) Bombeo sin tratamiento, 4) Bombeo con tratamiento
2. Ubicación de puntos de muestreo: 1) Planta de tratamiento, (2) Reservorio, 3) Pozo, (4) Red
3. Punto de toma: 1) Salida de la planta (STP), 2) Reservorio, 3) Pozo, (4) grifo / vivienda, 5) Pileta pública
Como mínimo tres puntos de monitoreo
4. Coordenadas UTM: Opcional

IV. OBSERVACIONES

1.-

2.-

3.-

Representante de OC: [sello JASS] [firma] TESORERO JASS LUCHAPAMPA (firma)

MINISTERIO DE SALUD — ELISEO CRISTOBAL LOYOLA, TÉCNICO EN ... [firma]

Responsable del Área Técnica Municipal: [firma] (firma)

Representante de la DRVCS/GRVCS: DIRECCIÓN REGIONAL DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO - PASCO [firma] Ing. Neil E. Panez Medrano, COORDINADOR SOCIAL (firma)

ANEXO N° 05

Carta de Autorización Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

Pasco

CARTA DE AUTORIZACION

Yo Fredy Roland Tolentino Huaranga, identificado con DNI 19958111, en mi calidad de Director Regional de Vivienda Construcción y Saneamiento Pasco.

OTORGO LA AUTORIZACIÓN,

Al señor RODRIGUEZ MAYUNTUPA DAVID ALEJANDRO, identificado con DNI N°46130692, egresado de la Carrera profesional de Ingeniería Ambiental para que utilice la siguiente información:

- Reportes de Cloro residual del Centro Poblado de Lucmapampa del Distrito de San Pedro de Pillao, Provincia de Daniel Alcides Carrión, de los años 2021, 2022 y 2023.

con la finalidad de que pueda desarrollar su proyecto de Tesis titulada "Optimización del Sistema de Cloración por goteo de Carga constante de doble recipiente en el abastecimiento de agua potable del centro poblado de Lucmapampa, distrito de San Pedro de Pillao", para optar el Título Profesional de Ingeniería Ambiental.

Cerro de Pasco, 19 de marzo de 2024

GOBIERNO REGIONAL DE PASCO
DIRECCIÓN REGIONAL DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO PASCO

Arq. Fredy R. TOLENTINO HUARANGA
DIRECTOR
Firma y sello
DNI: 19958111