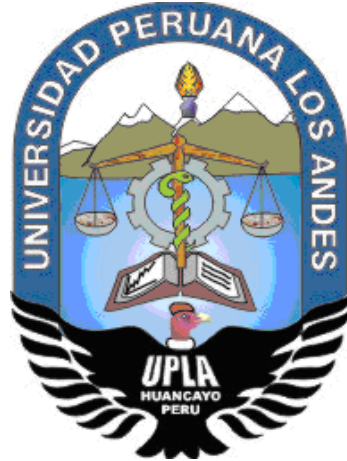


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**DISEÑO, INSTALACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE CLORACIÓN POR
GOTEO EN EL AGUA POTABLE DEL CASERÍO SAUCE DE PORCUYA -
PIURA - 2019**

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

ILDO RICARDO TIZA REYES.

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

HUANCAYO – PERÚ

2020

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

Dr. Casio Aurelio Torres López
Presidente

Dr. Juan José Bullón Rosas.
Jurado

Ing. Edmundo Muñico Casas.
Jurado

Ing. Julio Fredy Porras Mayta.
Jurado

Mg. Miguel Ángel Carlos Canales
Secretario Docente

Dedicatoria

A mi familia, por estar conmigo, por enseñarme a crecer y a que si caigo debo levantarme, por apoyarme y guiarme, por ser las bases que me ayudaron a llegar hasta aquí.

A mi hija que con su nacimiento se convirtió en el principal motor y motivo para cumplir mis sueños.

A Dios por darme salud y sabiduría.

Ildo Ricardo Tiza Reyes.

Agradecimiento

A la Universidad Peruana Los Andes.

Ildo Ricardo Tiza Reyes.

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	xiii

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Problema	15
1.2. Formulación del problema	16
1.2.1. Problema general	16
1.2.2. Problemas específicos	16
1.3. Objetivos	16
1.3.1. Objetivo general	16
1.3.2. Objetivos específicos	16
1.4. Justificación	17
1.4.1. Práctica	17
1.4.2. Metodológica	17
1.5. Delimitación	17
1.5.1. Espacial	17
1.5.2. Temporal	18
1.5.3. Económica	18

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes	19
2.1.1. Nacionales	19
2.1.2. Internacionales	21
2.2. Marco conceptual	23
2.2.1. Sistema de abastecimiento de agua potable en el ámbito rural	23
2.2.2. Partes de un sistema de agua potable convencional	24
2.2.3. Desinfección del agua para consumo humano	27
2.2.4. Parámetros con límites de calidad (D.S. N° 031 – 2010 – SA)	28
2.2.5. Parámetros y método de análisis con límite de detección	29
2.2.6. Criterios de diseño de sistema de cloración	30

2.2.7. Cloración como proceso de desinfección	31
2.2.8. Cloro Residual	35
2.2.9. Instalación del sistema de cloración	36
2.2.10. Preparación de la solución madre	36
2.3. Definición de términos	38

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1. Tipo de estudio	40
3.2. Nivel de estudio	40
3.3. Diseño del estudio	41
3.4. Población y muestra	41
3.4.1. Población	41
3.4.2. Muestra	41
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	41
3.5.1. Técnicas de recolección de datos	41
3.5.2. Instrumentos de recolección de datos	42

CAPÍTULO IV DESARROLLO DEL INFORME

4.1. Diseño del sistema de cloración por goteo controlado	43
4.1.1. Calidad del agua para consumo	43
4.1.2. Diseño del sistema de cloración	45
4.1.3. Calculo de la cantidad de hipoclorito de calcio para desinfección	47
4.2. Instalación del proyecto del sistema de cloración y sus componentes	49
4.3. Calidad del agua para consumo después del tratamiento de cloración	56
4.3.1. Parámetros fisicoquímicos	56
4.3.2. Parámetros microbiológicos	57
4.3.3. Parámetros inorgánicos	59
4.4. Discusiones	60
4.4.1. Diseño del sistema de cloración	60
4.4.2. Instalación del proyecto del sistema del sistema de cloración y sus componentes	61
4.4.3. Calidad del agua para consumo después del tratamiento	62

CONCLUSIONES **63**

RECOMENDACIONES **64**

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS **65**

ANEXOS **67**

ANEXO N° 01: ENSAYOS DE LABORATORIO	68
ANEXO N° 02: PANEL FOTOGRÁFICO	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros y métodos de análisis físico químico con su límite máximo permisible.	28
Tabla 2. Parámetros y métodos de análisis microbiológicos con sus límites máximos permisibles.	28
Tabla 3. Parámetros y métodos de análisis inorgánicos con sus límites máximos permisibles.	28
Tabla 4. Parámetros y métodos de análisis físico químico con el límite para la detección.	29
Tabla 5. Parámetros y métodos de análisis microbiológicos con el límite para la detección.	29
Tabla 6. Parámetros y métodos de análisis inorgánicos con el límite para la detección.	30
Tabla 7. Efectos del cloro.	32
Tabla 8. Descripción de Puntos de muestra.	43
Tabla 9. Comparación de parámetros fisicoquímico de la calidad ambiental para agua de consumo humano.	44
Tabla 10. Comparación de parámetros microbiológico de la calidad ambiental para consumo humano.	44
Tabla 11. Comparación de valores inorgánicos.	45
Tabla 12. Cálculo del caudal máximo diario.	45
Tabla 13. Cálculo del cloro para la solución madre.	46
Tabla 14. Verificación de la concentración del cloro.	46
Tabla 15. Cálculo de la dosis por goteo.	46
Tabla 16. Cloro para desinfección de la captación.	47
Tabla 17. Cloro para desinfección de tuberías de conducción.	47
Tabla 18. Cloro para desinfección de reservorio.	48
Tabla 19. Cloro para desinfección de tuberías de aducción.	48
Tabla 20. Cloro para desinfección de redes de distribución y conexiones domiciliarias.	48
Tabla 21. Cloro para desinfección de CRP tipo 6.	49

Tabla 22. Cloro para desinfección de CRP tipo 7.	49
Tabla 23. Materiales que componen la instalación del sistema.	54
Tabla 24. Cantidad de materiales a usar en la instalación.	55
Tabla 25. Valores fisicoquímicos del agua después del tratamiento.	56
Tabla 26. Valores bacteriológicos del agua después del tratamiento.	57
Tabla 27. Valores de los componentes inorgánicos del agua después del tratamiento.	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del proyecto.	18
Figura 2. Captación de agua subterránea.	24
Figura 3. Línea de conducción de agua.	25
Figura 4. Reservorio.	25
Figura 5. Línea de aducción.	26
Figura 6. Línea de conducción.	26
Figura 7. Preparación de solución madre.	37
Figura 8. Materiales para la dosificación.	37
Figura 9. Materiales de regulación.	38
Figura 10. Instalación del sistema de goteo controlado.	50
Figura 11. Partes del sistema de cloración.	52
Figura 12. Partes de control del sistema de cloración.	53
Figura 13. Variación de cloro residual.	57
Figura 14. Variación de los coliformes termotolerantes.	58
Figura 15. Variación de los coliformes totales.	58
Figura 16. Variación de las bacterias heterotróficas	59

RESUMEN

Este Informe Técnico tuvo como problema general: ¿Cuál es diseño, instalación y funcionamiento del sistema de cloración por goteo controlado en el sistema de agua potable del Caserío Sauce de Porcuya – Piura - 2019?; el objetivo general fue: Establecer el diseño, instalación y funcionamiento del sistema de cloración por goteo controlado en el sistema de agua potable del Caserío Sauce de Porcuya – Piura, 2019.

El tipo de estudio fue aplicado, el nivel fue descriptivo y el diseño fue el no experimental. La población del presente trabajo correspondió a los caseríos de la provincia del departamento de Piura y el tipo de muestreo fue no probabilístico o dirigido, correspondiendo al Caserío Sauce de Porcuya.

Como conclusión principal se tuvo, el diseño, instalación y funcionamiento del sistema de cloración por goteo controlado en el sistema de agua potable es adecuado para el tratamiento del agua para consumo humano en el Caserío Sauce de Porcuya, debido a que redujeron la cantidad de elementos patógenos en 99.4 %.

Palabras clave: Cloración, calidad de agua, sistema de goteo controlado.

ABSTRACT

This Technical Report had as general problem: What is the design, installation and operation of the controlled drip chlorination system in the drinking water system of Caserío Sauce de Porcuya - Piura - 2019; the general objective was: To establish the design, installation and operation of the controlled drip chlorination system in the drinking water system of Caserío Sauce de Porcuya - Piura, 2019.

The type of study was applied, the level was descriptive and the design was non-experimental. The population of the present work corresponded to the villages of the province of the department of Piura and the type of sampling was non-probabilistic or directed, corresponding to Caserío Sauce de Porcuya.

As a main conclusion, the design, installation and operation of the controlled drip chlorination system in the drinking water system is adequate for the treatment of water for human consumption in Caserío Sauce de Porcuya, due to the fact that they reduced the amount of pathogenic elements by 99.4 %.

Keywords: Chlorination, water quality, controlled drip system.

INTRODUCCIÓN

Este informe técnico: Diseño, instalación y funcionamiento de cloración por goteo en el agua potable del caserío Sauce de Porcuya Piura - 2019, tuvo como propósito diseñar y dejar en funcionamiento un sistema de cloración que potabilice el agua que consume la población del caserío Sauce de Porcuya, a fin de reducir la cantidad de casos de enfermedades gastrointestinales que se presentaba. Para el desarrollo del presente informe se ha tenido que considerar las normativas vigentes en el Reglamento Nacional de Edificaciones y complementarlas con las dadas por el Ministerio de Salud, con el fin de establecer un adecuado diagnóstico de la zona de estudio; pues según reportes anteriores, el caserío Sauce de Porcuya presentaba indicios de la mala calidad del agua, es por tal razón que mediante el Programa Nacional de Saneamiento Rural se ha buscado el control post ejecución de proyectos de agua y saneamiento que se ha venido dando en zonas rurales de todo el Perú; pero, debido a una falta de fiscalización y mantenimiento de las estructuras de cloración y almacenamiento; el agua producida no es de buena calidad, lo cual ha mellado la salud pública en la zona de estudio.

De esta manera se espera que el presente informe pueda servir como referencia para el accionar de autoridades que brindan servicios de agua en zonas rurales, pues en el presente estudio da a conocer bases teóricas que pueden ayudar al diseño, instalación y el buen funcionamiento de sistemas de cloración por goteo controlado; para de esta manera mejorar la comodidad y calidad de vida a las personas beneficiadas por los proyectos de abastecimiento de agua.

Para una mejor comprensión, el presente informe se ha dividido en los siguientes capítulos:

Capítulo I: Planteamiento del problema, donde especifica el problema, la formulación del problema general y específicos, el objetivo general y los

específicos, la justificación práctica y metodológica, y la delimitación, tanto espacial, temporal y económica.

Capítulo II: Marco teórico, donde se encuentran los antecedentes, el marco conceptual que contiene los criterios de diseño y la definición de términos.

Capítulo III: Metodología, contiene el tipo de estudio, el nivel de estudio, el diseño de estudio, la población, la muestra del informe y finalmente las técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Capítulo IV: Desarrollo del informe, en el cual se muestran los resultados de la evaluación, y la propuesta para solucionar los problemas dados.

Por último, se presenta las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y los anexos.

Bach. Ildo Ricardo Tiza Reyes.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Problema

El caserío Sauce de Porcuya fue uno de los centros poblados beneficiados por el estado al poder acceder a un sistema de agua potable y saneamiento; sin embargo, a pesar de que la culminación de dicha inversión fue una realidad, esta solo pudo mantener su finalidad durante 2 años, pues debido a la falta de un manual de operación y mantenimiento después de la ejecución del proyecto, el sistema (en especial el de agua potable) colapsó; perjudicando a la población e incrementándose los casos de enfermedades gastrointestinales. Es en este contexto y gracias al Programa Nacional de Saneamiento Rural, el cual es la encargada del control de los proyectos post ejecución, que se ha podido hacer seguimiento de la calidad del agua que se entrega a la población.

Del control de la calidad del sistema de agua potable, se ha podido determinar que el sistema propuesto en el expediente técnico no satisfacía los límites máximos permisibles que la norma D.S. N°031-2010-SA; específicamente en la cantidad de cloro residual, coliformes totales, coliformes fecales y bacterias heterótrofas; esto representaba un grave peligro en la salud del Caserío Sauce de Porcuya, afectando así la salud de la población.

En tal sentido, el presente informe técnico buscó mejorar la calidad del agua para consumo humano, por lo que se ha planteado el diseño de un nuevo sistema de cloración por goteo para posteriormente instalarlo y dejarlo en funcionamiento, logrando así que la calidad del agua sea mejor y cumpla con las normativas vigentes.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es diseño, instalación y funcionamiento del sistema de cloración por goteo controlado en el sistema de agua potable del Caserío Sauce de Porcuya - Piura - 2019?

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿Cuáles es el diseño del sistema de cloración por goteo controlado en el sistema de agua potable?
- b) ¿Cómo es la instalación y funcionamiento del sistema de cloración por goteo controlado en el sistema de agua potable?
- c) ¿Cuál es la calidad del agua después del tratamiento del sistema de cloración por goteo controlado en el sistema de agua potable?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar el diseño, instalación y funcionamiento del sistema de cloración por goteo controlado en el sistema de agua potable del Caserío Sauce de Porcuya - Piura - 2019.

1.3.2. Objetivos específicos

- a) Diseñar el sistema de cloración por goteo controlado en el sistema de agua potable.
- b) Determinar instalación y funcionamiento del sistema de cloración por goteo controlado en el sistema de agua potable.

- c) Establecer la calidad del agua después del tratamiento del sistema de cloración por goteo controlado en el sistema de agua potable.

1.4. Justificación

1.4.1. Práctica

Un estudio presenta justificación práctica cuando se pretende dar solución a un problema que afecta a una población o grupos de personas.

Con base a lo anterior el presente trabajo presentó una justificación práctica debido a que buscó establecer una alternativa de solución a la inadecuada potabilización que tenía el sistema de agua potable del Caserío Sauce de Porcuya, distrito de Huarmaca, de la provincia de Huancabamba, del departamento Piura.

1.4.2. Metodológica

El presente trabajo cuenta con una metodología aplicada, donde se elaborará instrumentos para el informe con la finalidad de recopilar e interpretar la información que se obtendrá de los diversos ensayos realizados para el diseño, instalación y funcionamiento del sistema de cloración en sistemas de agua potable en zonas rurales.

1.5. Delimitación

1.5.1. Espacial

El presente estudio compromete a los anexos y caseríos del distrito de Huarmaca que están ubicado en el distrito de Huarmaca en la provincia de Huancabamba del departamento de Piura, quienes presentan proyecto de “Sistemas de agua potable”.



Figura 1. Ubicación del proyecto.

1.5.2. Temporal

Se han recogido datos para el presente estudio en los meses de abril a octubre del año 2019 con un tiempo de ejecución de 07 meses (210 días calendarios).

1.5.3. Económica

Los gastos para el desarrollo del presente estudio fueron cubiertos en su totalidad por el sustentante.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Nacionales

Mendoza (2013) en su tesis “Vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en zonas rurales de las provincias rurales de la provincia de Moyobamba -2012” evaluó los sistemas de abastecimiento de agua potable en el ámbito rural, para ello aplicó una metodología descriptiva, tomando como muestra los principales centros poblados del distrito y evaluando las condiciones de cobertura y servicio del sistema de abastecimiento de agua. Como resultado del estudio pudo determinar que el estado sanitario de las infraestructuras de abastecimiento de agua tiene antigüedades cercanas a su tiempo de vida y no cuentan con sistemas alternos de captación; concluyendo finalmente que la calidad del sistema de agua en la provincia de Moyobamba es ineficiente, debido al pocos ingresos económicos que recaudan, lo que desfavorece a una adecuada calidad del agua.

Horna (2014) en su tesis “Optimización del consumo de cloro en la potabilización del agua, haciendo uso del método del nivel estático en reservorio del sistema de agua del sistema de agua potable rural del caserío El Tambo – Distrito de José Gálvez -2014” tuvo como

objetivo mejorar la potabilización del agua mediante el uso de cloro con una innovación tecnológica denominado Nivel Estático. El uso de esta nueva metodología es debido a que en muchos reservorios es constante el desbordamiento del agua debido al excesivo caudal de entrada, conllevando también a la pérdida del cloro. Para el desarrollo de la investigación estableció un sistema de control del nivel estático para el flujo de rebose, obtuvo un registro de información de la JASS sobre la dosis de cloro vertidas al reservorio y los caudales de rebose durante nueve semanas.

Como resultados obtuvo que el uso del sistema “Nivel Estático”, optimiza el uso del cloro en un 10.09%; por lo que concluye que su uso reduce la potencialmente las enfermedades debido al cloro residual en la vivienda más alejada del sistema.

Quispe (2018) en su investigación “Evaluación y Planteamiento de Diseño del Sistema de Dosificación de Cloro en el Tratamiento de Agua Potable del Centro Poblado de Cayacaya-Putina” hace mención de los problemas que se tiene en los tratamientos que se realiza al agua para el consumo humano, en la investigación se pone como objetivo poder evaluar para plantear un sistema de dosificación de cloro para el tratamiento de agua para el centro poblado Cayacaya ubicado en una zona rural, para el cumplimiento la investigación se desarrolló con una metodología descriptiva, de esta manera poder evaluar y determinar las opciones de tratamiento llegando como resultado a que los parámetros de calidad del agua no cumple con los requerimientos establecidos en la norma, por esto se plantea un sistema de cloración por goteo que pueda permitir la calidad del agua con el cumplimiento con las normas de abastecimiento generando sostenibilidad y garantizando el funcionamiento para mejorar la calidad de vida de toda la población beneficiada, así ser contribuyente del desarrollo.

Figuroa (2009) en su tesis “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” tuvo como objetivo desarrollar una alternativa de solución para instalar tecnologías de cloración y así mejorar la calidad del agua potable y por ende la salud pública. Para cumplir el mencionado fin, utilizó instrumentos de recolección de información y se basó en la técnica de análisis documental para comprender la situación actual de cerca de 91 centros poblados que contaban con deficiencias en la calidad de agua potables.

Como resultados obtuvo que para los centros poblados que cuente con un sistema de abastecimiento de agua por gravedad, la cloración debe ser por goteo, mientras que si es por bombeo la cloración debe ser mediante bomba dosificadora. En conclusión, establece que el sistema de cloración dependerá de la forma de abastecimiento del agua, y de no cumplirse esto el tratamiento de agua no es eficiente.

2.1.2. Internacionales

Sierra (2014) en su investigación “Estudio de un sistema de tratamiento de bajo coste para agua potable en un contexto de subdesarrollo. Aplicación a Mtanga, Kigoma Rural, Tanzania”, planteó como objetivo un estudio teórico de los diferentes sistemas de tratamiento para mejorar la calidad del agua, captada de fuentes superficiales, que sean de bajo coste para centros poblados en contexto de desarrollo.

Para el desarrollo de su investigación planteó del diseño y describió el funcionamiento de: un sedimentador, filtro lento de arena y la cloración para el control de elementos patógenos. Los resultados muestran que estos sistemas son aptos el tratamiento del agua en

zonas de sub desarrollo, pues es asequible tanto técnica como económica.

Como conclusión estableció que es importante la instalación de una planta potabilizadora de agua para abastecer a la población actual; además que esta debe contar con un adecuado mantenimiento periódico; debido a que su falta de funcionamiento perjudica la salud de la población.

Muñoz y Delgado (2019) en su investigación “Implementación del proceso de desinfección para el mejoramiento del sistema de tratamiento de agua en la vereda El Paraíso del Municipio de Colon Nariño”, plantearon como objetivo implementar un sistema de desinfección del agua con cloro granulado para el consumo humano en la zona de estudio; para lo cual realizó el diagnóstico del estado en el que se encontraba el sistema existente, determinó la dosis ideal de la cantidad de cloro y realizó estudios fisicoquímico del agua en diferentes periodos de tiempo.

Para el desarrollo de la investigación se seleccionó la vereda el Paraíso debido a que fue uno de los municipios en los que se encontró una mayor cantidad de enfermedades diarreicas.

Como resultados obtuvieron que: el 55% de la población considera que la calidad del agua es regular; el 21% era consiente que el agua no era apta para consumo humano y el 51% aseguraron que sufrieron enfermedades gastrointestinales. Esto pudo corroborarse en los diferentes ensayos que se han realizado en campo. Concluyendo finalmente que de acuerdo al IRCA el agua pasó de un índice de alto riesgo a ningún riesgo gracias a la implementación del sistema de cloración; beneficiando así a la población.

Herowicz y Klein (2011) en su investigación “Potabilizador de agua para consumo humano familiar en zonas rurales” plantearon

como objetivo el desarrollo de un producto químico seguro y eficaz para el consumo familiar de agua potable, con la finalidad de elevar la calidad de vida de las comunidades que no tengan acceso al agua potable.

Para el desarrollo de su investigación crearon un prototipo el cual tiene como base la desinfección por temperatura; por lo que creación un sistema termosifón, para generar un efecto invernadero interno, esto hace que a medida el agua ascienda por el sistema está podrá volverse potable al llegar a los 85°C; sin embargo si esta llega a los 100°C el agua se evapora, perdiendo sus principales minerales; por lo que el dispositivo cuenta con un termostato que controla que la temperatura no supere los 90°C.

Los resultados muestran que el sistema es asequible para viviendas unifamiliares debido a que solo se puede tratar 12 L por proceso, lo que se traduce hasta 24 L por día; concluyendo finalmente que su uso debe restringirse a zonas rurales de no más de 300 habitantes; en los que se asegura su buen funcionamiento técnico y económica.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Sistema de abastecimiento de agua potable en el ámbito rural

Según GIZ (2017) el ámbito rural se define como aquellas poblaciones que no exceden los 2000 habitantes, por lo que no tienen un Empresa Prestadora de Servicio (EPS) que tenga un adecuado control sobre el sistema de abastecimiento de agua y saneamiento.

Los sistemas de abastecimiento de agua pueden ser convencionales o no convencionales; en el primer caso el agua es llevado a los domicilios de manera directa de una red que abastece a una gran cantidad de viviendas; mientras que los no

convencionales son aquellas particulares de las que se benefician una vivienda o un pequeño grupo de estas (CEPIS, 2003).

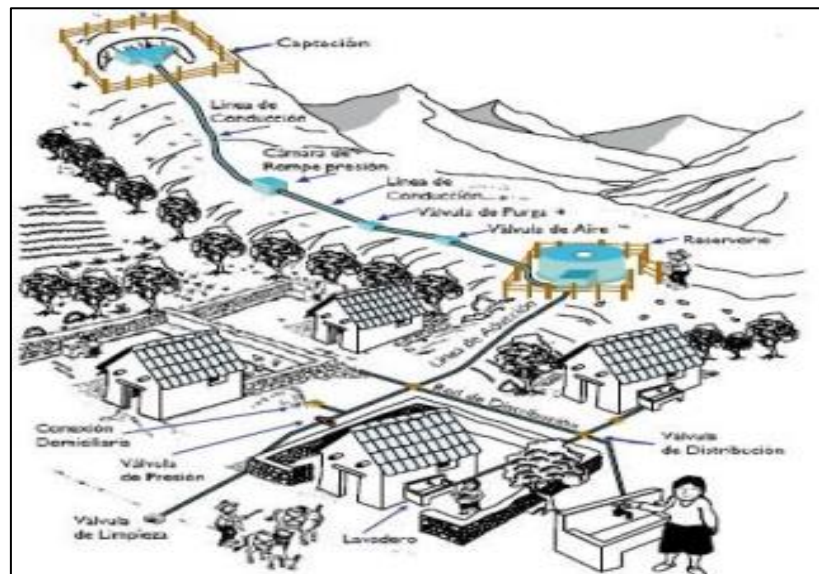


Figura 1. Sistema de Agua potable Convencional
Fuente: GIZ (2017).

2.2.2. Partes de un sistema de agua potable convencional

a) Captación de agua

Es la encargada de la obtención del agua proveniente de fuentes subterráneas o superficiales, tal como se muestra en la siguiente figura (GIZ, 2017).

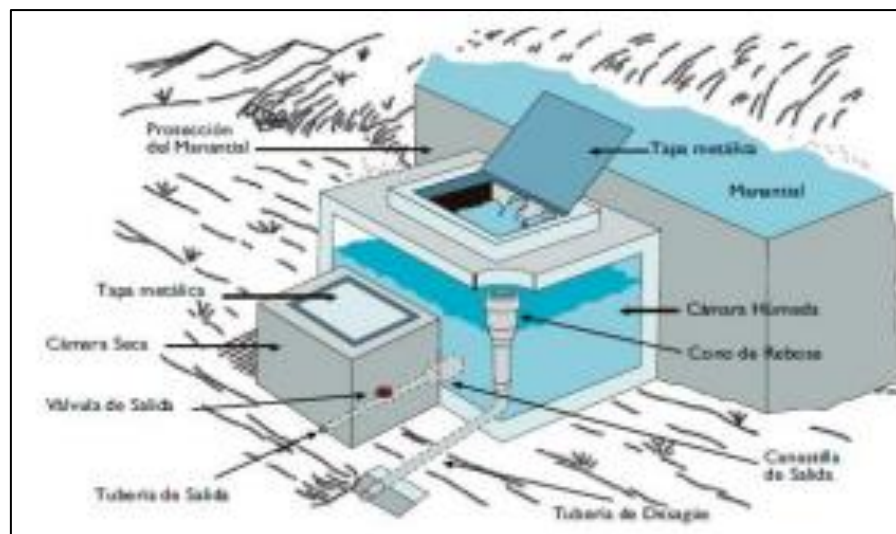


Figura 2. Captación de agua subterránea.
Fuente: GIZ (2017).

b) Línea de conducción de agua

Comprende el tramo ubicado entre la captación y el reservorio; la cual incluye tuberías, cámaras rompe presión, válvulas de aire y otras estructuras complementarias. Esta puede ser por gravedad o bombeo (GIZ, 2017). El esquema más común de este componente es el que se muestra en la siguiente figura:

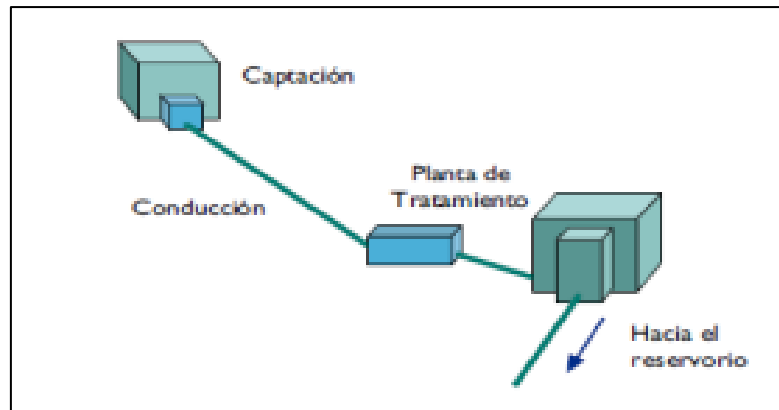


Figura 3. Línea de conducción de agua.
Fuente: GIZ (2017).

c) Almacenamiento de agua potable

Son unidades diseñadas y construidas con la finalidad de adecuar las características fisicoquímicas y bacteriológicas del agua captada y así asegurar la calidad del agua (GIZ, 2017).

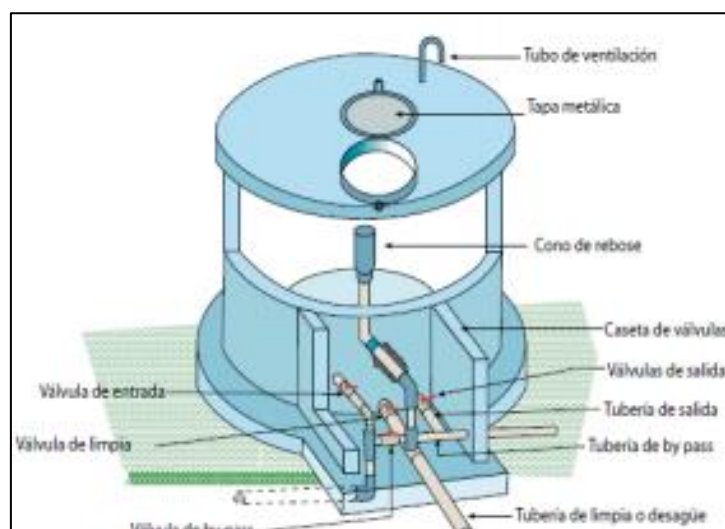


Figura 4. Reservorio.
Fuente: GIZ (2017).

d) Línea de aducción de agua potable

Es el tramo entre el reservorio y las redes de distribución, en estas se puede ubicar cámaras rompe presión, válvulas de aire y válvulas de purga (GIZ, 2017).

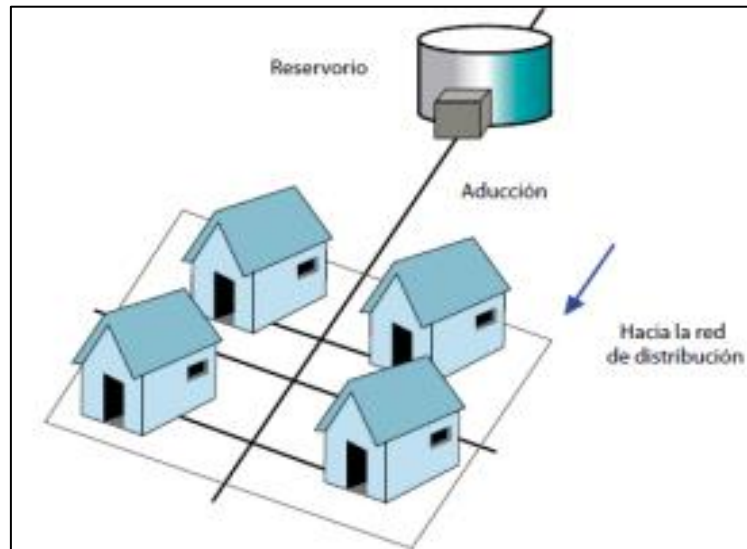


Figura 5. Línea de aducción.
Fuente: GIZ (2017).

e) Red de distribución de agua potable:

“Son el conjunto de tuberías en las que se incluyen las válvulas de control y cámaras rompe presión con la finalidad de distribuir el agua en cada vivienda” (GIZ, 2017).

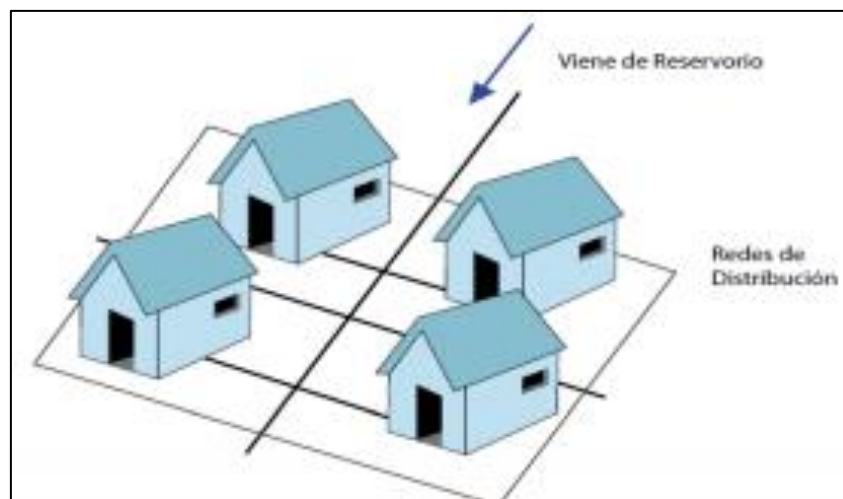


Figura 6. Línea de conducción.
Fuente: GIZ (2017).

f) Conexiones domiciliarias

Se ubican en veredas y puntos de acceso a la vivienda; su función es abastecer de agua de manera controlada a una vivienda (GIZ, 2017).

2.2.3. Desinfección del agua para consumo humano

Para la GIZ (2017) “La desinfección consiste en la eliminación de agentes patógenos presentes en el agua antes de ser abastecida a la población; esta puede realizarse mediante métodos físicos y químicos, por lo que debe contener un efecto residual”.

Para la evaluación de la calidad debe compararse los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua con lo establecido en normas o leyes que cada país establece.

a) Calidad del agua potable

La calidad del agua potable es la “Determinación de la calidad del agua suministrada por el proveedor, de acuerdo a los requisitos físicos, químicos, microbiológicos y parasitológicos del agua para consumo humano” (DIGESA, 2011).

En el Perú la función de la evaluación de la calidad del agua está en manos del Ministerio de Salud, y generalmente está basada en el control de elementos bacteriológicos los cuales son realizado mediante cloración. Es por ello que DIGESA (2011) establece que para asegurar una adecuada desinfección “las muestras tomadas en cualquier punto de la red de distribución, no deberán contener menos de 0.5 mgL⁻¹ de cloro residual libre en el noventa por ciento (90%) del total de muestras tomadas durante un mes. Del diez por ciento (10%) restante, ninguna debe contener menos de 0.3 mgL⁻¹ y la turbiedad deberá ser menor de 5 unidad nefelométrica de turbiedad (UNT).

2.2.4. Parámetros con límites de calidad (D.S. N° 031 – 2010 – SA)

a) Parámetros fisicoquímicos

Tabla 1. Parámetros y métodos de análisis físico químico con su límite máximo permisible.

Parámetros	LMP D.S. N° 031 - 2010- SA	Unidades
pH	6.5 - 8.5	Unidades de pH
Temperatura	---	°C
Cloro residual	0.5 - 1.0	mg/L
Conductividad eléctrica	1500	us/cm
Turbidez	5	NTU
Nitratos	50	mg/L
Cloruros	250	mg/L
Sólidos totales disueltos	1000	mg/L
Alcalinidad total	---	mg/L
Sulfatos	250	mg/L
Color verdadero	15	UCV
Fluoruros	---	mg/L
Dureza total	500	mg/L

Fuente: DIGESA (2011).

b) Parámetros microbiológicos

Tabla 2. Parámetros y métodos de análisis microbiológicos con sus límites máximos permisibles.

Parámetros	LMP D.S. N° 031 - 2010- SA	Unidades
Coliformes termotolerantes	< 1.8	NMP/100 mL
Coliformes totales	< 1.8	NMP/100 mL
Recuentos heterótrofos en placa	500	UFC/MI

Fuente: DIGESA (2011).

c) Parámetros inorgánicos

Tabla 3. Parámetros y métodos de análisis inorgánicos con sus límites máximos permisibles.

Parámetros	LMP D.S. N° 031 - 2010- SA	Unidades
Arsénico total	0.01	mg/L
Aluminio total	0.2	mg/L
Cromo total	0.05	mg/L
Cadmio total	0.03	mg/L
Cobre total	2	mg/L
Hierro total	0.3	mg/L
Manganeso total	0.4	mg/L
Plomo total	0.01	mg/L

Fuente: DIGESA (2011).

2.2.5. Parámetros y método de análisis con límite de detección

a) Parámetros fisicoquímicos

Tabla 4. Parámetros y métodos de análisis físico químico con el límite para la detección.

Parámetros	Métodos de análisis	Límites de detección	Unidad
Físico químico			
pH			Unidad de pH
Temperatura	In situ		°C
Cloro residual			mg/L
Conductividad eléctrica	APHA 2510 B	0.01	mg CN-/L
Turbidez	APHA 2130 B	0.05	NTU
Nitratos	APHA 4500 - NO - 3 B	0.01	mg/L
Cloruros	APHA 4500 - CI - C	1	mg/L
Sólidos totales disueltos	APHA 2540 C	3	mg/L
Alcalinidad total	APHA 2320 B	2	mg/L
Sulfatos	APHA 4500 - SO42 - E	1	mg/L
Color verdadero	APHA 2120 C	1	UC
Fluoruros	APHA 4500 - F - D	0.029	mg/L
Dureza total	APHA 2340 C	2	mg/L

Fuente: DIGESA (2011).

b) Parámetros microbiológicos

Tabla 5. Parámetros y métodos de análisis microbiológicos con el límite para la detección.

Parámetros	Métodos de análisis	Límites de detección	Unidad
Microbiológicos			
Coliformes termotolerantes	APHA 9221 E	1.8	NMP/100 mL
Coliformes totales	APHA 9221 B	1.8	NMP/100 mL
Recuentos heterótrofos en placa	APHA 9215 B	1	UFC/MI

Fuente: DIGESA (2011).

c) Parámetros inorgánicos

Tabla 6. Parámetros y métodos de análisis inorgánicos con el límite para la detección.

Parámetros	Métodos de análisis	Límites de detección	Unidad
Arsénico total	APHA 3114 C	0.001	mg/L
Aluminio total	APHA 3111 D	0.105	mg/L
Cromo total	APHA 3111 B	0.011	mg/L
Cadmio total	APHA 3111 B	0.003	mg/L
Cobre total	APHA 3111 B	0.007	mg/L
Hierro total	APHA 3111 B	0.01	mg/L
Manganeso total	APHA 3111 B	0.004	mg/L
Plomo total	APHA 3111 B	0.014	mg/L

Fuente: DIGESA (2011).

2.2.6. Criterios de diseño de sistema de cloración

De acuerdo a Quispe (2017) para calcular la cantidad de solución de hipoclorito cálcico o sódico, se deben aplicar los siguientes cálculos:

a) Cálculo del peso de la sustancia

Mediante la siguiente ecuación:

$$P = Q * d \quad \text{(Ecuación 1)}$$

Donde:

P : Peso de cloro en gr/h.

Q : Caudal de agua a clorar en m³/h.

d : Dosificación adoptada en gr/m³.

b) Determinación del peso del producto comercial en base al porcentaje de cloro

$$P_c = \frac{P * 100}{r} \quad \text{(Ecuación 2)}$$

Donde:

P_c : Peso producto comercial en gr/h.

r : Porcentaje de cloro activo que contiene el producto comercial (%).

c) Determinación del caudal horario para la solución en relación de la solución preparada, con la finalidad de escoger el dosificador adecuado

$$q_s = \frac{P_c * 100}{c} \quad (\text{Ecuación 3})$$

Donde:

P_c : Peso producto comercial en kg/h.

q_s : Demanda horaria de la solución en l/h, asumiendo que la densidad de 1 litro de solución pesa 1 kg.

c : Concentración solución (%).

d) Cálculo del volumen de la solución, en base al tiempo de consumo del recipiente en la que se almacena

$$V_s = q_s * t \quad (\text{Ecuación 4})$$

Donde:

V_s : Volumen de la solución en litros (correspondiente al volumen útil de los recipientes de preparación).

t : Tiempo de uso de los recipientes de solución en horas; Normalmente t se ajusta a los ciclos de operación de 6 horas (4 ciclos), 8 horas (3 ciclos) y 12 horas (2 ciclos) correspondiente al vaciado de los recipientes y carga de nuevo volumen de solución.

2.2.7. Cloración como proceso de desinfección

a) Cloración por goteo

De acuerdo a la GIZ (2017) la dosificación mediante el sistema de goteo consiste en esparcir una solución clorada en pequeñas

cantidades en el reservorio, con la finalidad de asegurar la presencia residual de cloro que la norma exige.

Las ventajas del sistema por goteo son:

- Es muy práctico.
- Funciona sin requerimiento de energía.
- Facilidad de mantenimiento y operación.
- Funciona sin requerimiento de la presión del agua.
- Simplicidad en la construcción y diseño.
- Fácil de adquirir los insumos para desinfectar.
- Relativa exactitud de dosificación.
- Bajo costo en su construcción.

b) El cloro (Cl₂)

De acuerdo a lo interpretado por Landeo (2018) “el cloro es un gas de color amarillo verdoso, el cual es muy usado para la desinfección del agua, debido a que tiene la propiedad de controlar la cantidad de algas, reducir olores y oxigena el fierro y el manganeso, entre otros”.

Como gas es un elemento altamente tóxico, pues puede provocar la muerte según sea el grado de exposición. Estos efectos se muestran en la siguiente tabla (GIZ, 2017).

Tabla 7. Efectos del cloro.

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

Fuente: Adaptado por Landeo (2018).

c) Dosificación de cloro para solución madre

Para la DIGESA (2011) la solución madre es la combinación de agua con un compuesto de cloro, con una concentración alta de cloro, que se inyecta en el tanque de cloración. Y se calcula con la siguiente fórmula:

$$P(\text{gr}) = \frac{VC}{\%10} \quad (\text{Ecuación 5})$$

Donde:

P : Peso del producto (hipoclorito de calcio) en gramos a disolver en el tanque.

D : Dosis de cloro libre en mg/l de solución a prepararse (Miligramos por litro (ppm)).

V : Volumen de agua de la estructura a desinfectar en litros.

C : Cantidad de cloro líquido que se agregará al agua expresado en litros.

$$V = QT \quad (\text{Ecuación 6})$$

Donde:

V : Volumen del agua a desinfectar en litros.

Q : Caudal de salida.

T : Tiempo de vaciado.

La dosificación de cloro tiene que estar en mg/l; si la concentración estuviera en %, hay que pasar de % a mg/l, según:

$$C_{\text{cloro}} = 0.3 \% = 3\,000 \text{ mg/l}$$

$$C_{\text{cloro}} = 0.5 \% = 5\,000 \text{ mg/l}$$

$$C_{\text{cloro}} = 1.0 \% = 10\,000 \text{ mg/l}$$

$$C_{\text{cloro}} = 5.0 \% = 50\,000 \text{ mg/l}$$

Según RNE OS. 020. Planta de tratamiento de agua para consumo humano, se debe cumplir:

“El efluente de la planta debe contar por lo menos con 1ppm de cloro residual o con lo necesario con la condición de que en el punto más alejado exista no menos de 0.2 ppm. En los lugares donde exista vulnerabilidad de enfermedades diarreicas, se debe contar con un residual de 0.5ppm en los puntos más alejados”.

d) Caudal de goteo

Es el caudal que ingresa del tanque de cloración al reservorio, se calcula aplicando la siguiente formula:

$$Qg = \frac{V}{T} \quad \text{(Ecuación 7)}$$

Donde:

Qg : Caudal de goteo (ml/min).

V : Volumen (ml).

T : Tiempo de recarga (min).

Para asumir una mejor trabajabilidad, se recomienda que el caudal de goteo (Qg) sea mayor a 30 ml/min (DIGESA, 2011).

e) Cálculo de tiempo de vaciado de tanque

$$T = \frac{V}{C} \quad \text{(Ecuación 8)}$$

Donde:

V : Volumen del tanque.

C : Caudal de goteo.

f) Cálculo de concentración real de hipoclorito de sodio

$$Cr = \frac{\%hip.sodio \times volumen\ de\ hip.sodio}{Vol.tanque} \quad \text{(Ecuación 9)}$$

Donde:

% hip. sodio : Hipoclorito de sodio (%).

Volumen hip. Sodio : Volumen de hipoclorito de sodio (L).

Vol. Tanque : Volumen del tanque de cloración.

g) Cálculo de dosis por goteo

$$Dosis\ Goteo = \frac{Vol.bombeoxcon.en\ Reservorio}{10x\%Cr\ de\ sodio} \quad (Ecuación\ 10)$$

2.2.8. Cloro Residual

Cantidad de cloro presente en el agua en forma de ácido hipocloroso e hipoclorito que debe quedar en el agua de consumo humano para proteger de posible contaminación microbiológica, posterior a la cloración como parte del tratamiento (DIGESA, 2011).

Requisitos para la cloración del agua para consumo humano:

- Reporte de análisis físico, químico y microbiológico (1 análisis en Labor. Certificado de preferencia); metales pesados.
- Parámetros básicos de campo: pH (6.5 – 8.5); Turbiedad (5 UNT); color; conductividad; demanda de cloro.
- Identificación de riesgos (ficha pvica).
- Medir el caudal de agua a clorar
- Operador / personal de jass capacitado(a) y entrenado(a)
- Cuidado ambiental
- Sistema de agua potable en buenas condiciones: operativo y desinfectado
- Pago de cuota familiar “REAL”: Cubrir costos de AOM
- Responsable de ATM capacitado para brindar Asistencia Técnica y seguimiento (Registro de Cloración).

a) Medición del cloro residual

“El método más utilizado es el colorimétrico de DPD (N,N-dietilopfenilenediamina), el cual consiste en tomar una muestra de agua clorada en algún punto de la red de distribución y se mide la cantidad de cloro residual” (Madera, 2013). La concentración debe estar entre 0.50 – 1.00 mg/l.

2.2.9. Instalación del sistema de cloración

De acuerdo a la GIZ (2017) para la instalación de un sistema de cloración se debe analizar la disponibilidad de los recursos económicos y personal calificado, no solo para la etapa inicial de instalación, sino también para los trabajos posteriores de operación y mantenimiento.

a) Tanque de cloración

Según la GIZ (2017) es un tanque de polietileno donde se inyectará la solución madre y estará ubicado sobre el reservorio.

El volumen del tanque de cloración se determina en función al caudal máximo diario, tiempo de recarga y caudal de goteo, cumpliendo con las condiciones presentados en el informe.

b) Sistema de cloración por goteo

Para el sistema de cloración la DIGESA (2011) el sistema de cloración debe comprender:

2.2.10. Preparación de la solución madre

La preparación de la solución madre es realizada en un recipiente de volumen controlado, en la que se debe tener en cuenta el volumen y la cantidad necesaria de hipoclorito de calcio al 70%.



Figura 7. Preparación de solución madre.
Fuente: DIGESA (2011)

a) Dosificación

La dosificación será estimada en función a un adecuado diseño para un sistema de agua potable que incluye la captación, la aducción y las redes de distribución.



Figura 8. Materiales para la dosificación.
Fuente: DIGESA (2011)

b) Regulación

La regulación es un aspecto importante de control de la cantidad de cloro en el agua, pues esta debe estar dentro de un rango establecido para una adecuada desinfección y nocividad.



Figura 9. Materiales de regulación.
Fuente: DIGESA (2011).

2.3. Definición de términos

- **Sistema de agua potable.** - Es el conjunto de componentes físico, con el fin de brindar agua potabilizada; este inicia en una estructura de captación y finaliza con una red de distribución (Horna, 2014).
- **Potabilización.** - Es el proceso de control de la calidad bacteriológica del agua, con el fin de bastecer a la población (Horna, 2014).
- **Cloro.** - Es el agente con mayor uso en el mundo para desinfectar el agua de consumo humano; debido a que es un agente oxidante por lo, con bajas cantidades, se puede eliminar agentes patógenos; además que es de fácil control (Horna, 2014).
- **Cloro residual.** - Es la cantidad de cloro presente en el agua y se presenta en forma de ácido hipocloroso o hipoclorito. Este debe estar presente en una concentración de 0.5 a 1 ppm para asegurar que el

agua sea potable y evitar una posible contaminación microbiológica (Horna, 2014).

- **Límites máximo permisible.** - Son valores máximos admisibles de los principales parámetros de la calidad del agua; en el Perú está regido por el decreto supremo DS 031-2010-MINSA (Horna, 2014).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Tipo de estudio

El presente informe técnico fue del tipo aplicado; pues este tipo de estudio busca proponer soluciones a problemas que aquejan a una población utilizando conocimiento existente.

En función a lo mencionado anteriormente el presente trabajo fue buscó una alternativa de solución a la deficiente calidad de agua para consumo humano que tenía el caserío Sauce de Porcuya del distrito de Huarmaca - Piura, pues la cantidad de elementos biológicos sobrepasaban lo exigido por la norma actual.

3.2. Nivel de estudio

El presente trabajo tuvo un nivel de estudio descriptivo debido a que establecen las principales características y componentes del problema de estudio; además que este nivel de estudio se centra en la recolección de información con la finalidad de explica la realidad como tal y proponer alternativas de solución.

Con base a lo anterior, el presente informe describió la situación actual en la que se encuentra el sistema de desinfección de los caseríos del distrito de Huarmaca – Piura, para finalmente proponer un sistema de cloración que asegure la calidad del agua y por ende disminuyan las enfermedades que aquejaban a la población.

3.3. Diseño del estudio

El presente estudio consideró un diseño no experimental de corte longitudinal, debido a que no existieron manipulación de variables y la recolección de la data necesario fue en un solo momento.

3.4. Población y muestra

3.4.1. Población

La población del presente trabajo correspondió a los caseríos del distrito de Huarmaca, en la provincia de Huancabamba que se encuentra en el departamento de Piura.

3.4.2. Muestra

El tipo de muestro fue el no probabilístico o intencional, siendo la muestra el Caserío Sauce de Porcuya que se ubica en la provincia de Huancabamba, del departamento de Piura.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1. Técnicas de recolección de datos

a) Recolección de datos

La información primaria fue brindada por los estudios que se realizaron con anterioridad, así como proyectos que tengan similitud con el tema del informe, para determinación de algunos requisitos con lo que se deseaba conseguir, teniendo como soporte para el informe libros que tengan el tema relacionado con su desarrollo, para hacer posible los resultados y conclusiones.

b) Revisión Literaria

Para la revisión de las definiciones y estudios metodológicos y temáticos se utilizaron diversos autores y fuentes, tesis de grado que están relacionadas con el tema para poder estructurar y sacar antecedentes que ayuden en la redacción del tema del informe.

Para la metodología se utilizó como libro base a Sampieri, para el análisis de los demás componentes se utilizaron Normas Vigentes.

c) Observación

La recolección de datos fue llevada a cabo de forma visual en el propio campo de ejecución del proyecto, para el análisis posterior de los datos. Muy importante para determinar ciertos requerimientos de campo.

d) Observación Indirecta

La recolección de datos por la observación indirecta fue realizada por medio de las entrevistas y conversaciones que se tuvo con los directos pobladores que serán beneficiados, asimismo con los profesionales responsables como laboratoristas e ingenieros que tengan experiencia en el proyecto para poder obtener algunos principios y experiencias para tomarlos en cuenta en el informe.

3.5.2. Instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de los datos se tuvo que utilizar diversos equipos e instrumentos, entre lo requerido en el campo se encuentra: trípode, estación, wincha, etc. Todo esto se llevó acabo con la ayuda de especializados en la utilización de dichos equipos, asimismo la utilización de dichos instrumentos que sean de mayor confianza posible para evitar errores.

CAPÍTULO IV DESARROLLO DEL INFORME

4.1. Diseño del sistema de cloración por goteo controlado

4.1.1. Calidad del agua para consumo

Para el correcto diseño del sistema de cloración, primero debe de calcularse las condiciones de la calidad actual del agua.

a) Ubicación de muestreo

El muestreo fue realizado mediante un punto de control ubicado en el reservorio, cuyas características se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 8. Descripción de Puntos de muestra.

Estación de Muestreo	Descripción	Ubicación Geográfica	
		Coordenadas UTM WGS-84	Altitud m.s.n.m
CAG-01	Muestra tomada en Reservorio	9360903N 653185 E	1734

La toma de muestra fue realizada en función a lo establecido en el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales – RJ-010-2016-ANA.

b) Calidad del agua sin sistema de cloración por goteo

La actual zona de estudio contaba con un sistema de cloración deficiente, cuya calidad de agua a simple inspección visual resultaba

dudosa, por tal razón se realizó un estudio de calidad del agua, y cuyos valores se muestran a continuación:

Tabla 9. Comparación de parámetros fisicoquímico de la calidad ambiental para agua de consumo humano.

Parámetros	LMP D.S. N° 031 - 2010- SA	CAG - 01 Muestra tomada en el reservorio	Unidades
pH	6.5 - 8.5	6.75	Unidades de pH
Temperatura	---	18.3	°C
Cloro residual	0.5 - 1.0	< 0.10	mg/L
Conductividad eléctrica	1500	45.5	us/cm
Turbidez	5	4.44	NTU
Nitratos	50	0.488	mg/L
Cloruros	250	1	mg/L
Sólidos totales disueltos	1000	23	mg/L
Alcalinidad total	---	8	mg/L
Sulfatos	250	7	mg/L
Color verdadero	15	13	UCV
Fluoruros	---	0.029	mg/L
Dureza total	500	8	mg/L

Con respecto al parámetro fisicoquímicos, se ha podido observar que el único factor que no cumple la norma D.S. N° 031- 2010-SA es el cloro residual no cumple el rango establecido por la norma D.S. N° 031- 2010-SA.

Tabla 10. Comparación de parámetros microbiológico de la calidad ambiental para consumo humano.

Parámetros	LMP D.S. N° 031 - 2010- SA	CAG - 01 Muestra tomada en el reservorio	Unidades
Coliformes termotolerantes	< 1.8	22	NMP/100 mL
Coliformes totales	< 1.8	16	NMP/100 mL
Recuentos heterótrofos en placa	500	1600	UFC/MI

La tabla anterior muestra los resultados obtenidos de los parámetros microbiológicos; de esta se puede interpretar que estos están muy por encima de lo recomendado por la norma D.S. N° 031- 2010-SA.

Tabla 11. Comparación de valores inorgánicos.

Parámetros	LMP D.S. N° 031 - 2010- SA	CAG - 01 Muestra tomada en el reservorio	Unidades
Arsénico total	0.01	< 0.001	mg/L
Aluminio total	0.2	0.189	mg/L
Cromo total	0.05	< 0.011	mg/L
Cadmio total	0.03	< 0.003	mg/L
Cobre total	2	< 0.007	mg/L
Hierro total	0.3	0.201	mg/L
Manganeso total	0.4	< 0.004	mg/L
Plomo total	0.01	< 0.014	mg/L
Mercurio	0.001	< 0.0002	mg/L

Los parámetros inorgánicos no han sobrepasado límites máximos permisibles. Esto indica que la presencia de metales pesados no se encuentra en el agua por lo que son aptos para el consumo humano.

4.1.2. Diseño del sistema de cloración

Para el diseño de cloración es necesario determinar lo siguiente:

a) Demanda de agua (caudal máximo diario)

El caudal máximo diario es la cantidad promedio de consumo de una población, y el caudal con el que se diseñan las redes de distribución y la línea de aducción; los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 12. Cálculo del caudal máximo diario.

Datos		
Población	129	Hab.
Dotación	50	l/h/día
k2 (C. Var. D.)	1.3	
Qmd	0.10	L/s

Como se observa en la tabla anterior el caudal máximo horario es de 0.10 l/s; este caudal es el que se debe considerar para el proceso de cloración.

b) Dosificación de cloro para solución madre

Para obtener la dosificación de la cantidad de cloro es necesario establecer un tiempo de recarga, el porcentaje de cloro y el caudal máximo horario.

Tabla 13. Cálculo del cloro para la solución madre.

Datos de campo		
Tiempo de recarga	7	días
% de cloro	70	%
Caudal de ingreso o QMD	0.1	L/s
Concentración en reservorio (PPM)	1.5	mgr/L
P(gr) =	129.60	gr

Los resultados muestran que para una correcta desinfección en un caudal de 0.10 l/s es necesario el uso de 129 g de hipoclorito de calcio.

c) Verificación de concentración de cloro

La verificación de la concentración del cloro es de suma importancia debido a que con ella se asegura la cantidad de cloro no sobrepase los 5000 mg/L.

Tabla 14. Verificación de la concentración del cloro.

Datos		
Peso de cloro	129.60	gr
Volumen de tanque de cloración	250	L
Concentración real	518.40	mg/L

Como se observa en la tabla, la concentración es de 518.4 mg/L; esta no supera lo establecido por la norma actual.

d) Caudal del goteo

Con la concentración verificada, seguidamente es necesario establecer el caudal de goteo para cumplir con la dosificación en el reservorio.

Tabla 15. Cálculo de la dosis por goteo.

Datos		
Tiempo de recarga	7.00	Días
Volumen de tanque de cloración	250	L
Dosis de goteo	25	ml/min

La tabla anterior muestra que para un tiempo de recarga de 7 días y un volumen de 250 L es necesario un caudal de 25 ml/min; este valor es el mínimo que la norma recomienda.

4.1.3. Cálculo de la cantidad de hipoclorito de calcio para desinfección

Para el cálculo de la cantidad de hipoclorito es necesario estimar la cantidad para cada componente en el sistema. Los cálculos se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 16. Cloro para desinfección de la captación.

Captación				
Largo(m):	1.00	Ancho (m) =	0.72	Alto (m) = 0.50
Volumen (L):	360			
Concentración (ppm):	200	Peso	103	gr
Cloro (%):	70			

La tabla anterior indica que para la correcta desinfección en la captación es necesario 103 g de hipoclorito de calcio al 70 %.

Tabla 17. Cloro para desinfección de tuberías de conducción.

Tuberías conducción				
Descripción	Área	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Volumen (litros)
1/2"	0.00013		0	0
3/4"	0.00029		0	0
1"	0.00051	1885.82	0.96	955.56
1 1/4"	0.00079		0	0
1 1/2"	0.0011		0	0
2"	0.0020		0	0
3"	0.0046		0	0
Volumen (L):	956			
Concentración (ppm):	50	Peso	68	gr
Cloro (%):	70			

Para la desinfección de tuberías en la red de conducción es necesario 68 g de hipoclorito de calcio, el cual se encuentra distribuido en un volumen de 956 litros, tal como se observa en la tabla anterior.

Tabla 18. Cloro para desinfección de reservorio.

Reservorio			
Altura (m):	1.8	Ø de reservorio (m) =	2.00
Volumen (L):	5655		
Concentración (ppm):	50	Peso	404 gr
Cloro (%):	70		

Para la desinfección del reservorio fue necesario una cantidad de 404 g de hipoclorito de calcio con una concentración de 50 ppm y un volumen de aproximadamente 5 m³.

Tabla 19. Cloro para desinfección de tuberías de aducción.

Tuberías aducción				
Descripción	Área	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Volumen (litros)
1/2"	0.00013		0	0
3/4"	0.00029	665.92	0.19	189.80
1"	0.00051	3000	1.520	1520.13
1 1/4"	0.00079		0	0
1 1/2"	0.0011		0	0
2"	0.0020		0	0
3"	0.0046		0	0
Volumen (L):	1709.93			
Concentración (ppm):	50	Peso	122	gr
Cloro (%):	70			

En las tuberías de aducción serpa necesario la aplicación de 122 g de hipoclorito de calcio para un volumen de 8 litros con una concentración de 50 ppm.

Tabla 20. Cloro para desinfección de redes de distribución y conexiones domiciliarias.

Redes de distribución y conexión domiciliaria				
Descripción	Área	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Volumen (litros)
1/2"	0.00013		0	0
3/4"	0.00029	1000	0.29	285.02
1"	0.00051		0	0
1 1/4"	0.00079		0	0
1 1/2"	0.0011		0	0
2"	0.0020		0	0
3"	0.0046		0	0
Volumen (L):	285.02			
Concentración (ppm):	50	Peso	20	gr
Cloro (%):	70			

Para la desinfección del agua en las redes de distribución fue necesario 20 g de hipoclorito de calcio para poder mantener una concentración de 50 ppm en un volumen es 285.02 litros

Tabla 21. Cloro para desinfección de CRP tipo 6.

CRP tipo 6					
Largo (m):	1.00	Ancho (m) =	0.60	Alto (m) =	1.00
Volumen (L):	600		Peso	171	gr
			N°		
	200		CRP	3	
Concentración (ppm):			6		
Cloro (%):	70		Total	514	gr

En la cámara rompe presión tipo 6 y 7 se debe tener una concentración de 200 ppm, esto se logra con 514 g en un volumen de 600 litros; tal como se muestra en la Tabla 21 y Tabla 22.

Tabla 22. Cloro para desinfección de CRP tipo 7.

CRP tipo 7					
Largo (m):	1.00	Ancho (m) =	0.60	Alto (m) =	1.00
Volumen (L):	600		Peso	171	gr
			N°		
	200		CRP	15	
Concentración (ppm):			7		

Con la suma de la cantidad de hipoclorito de calcio se pudo determinar que para la desinfección de todos los componentes del sistema de agua en la zona de estudio es necesario considerara 3803 gramos de hipoclorito de calcio al 70 %.

4.2. Instalación del proyecto del sistema de cloración y sus componentes

Se presenta la propuesta de sistema de cloración por goteo, para que se pueda implementar en otros proyectos, considerando que esta es una alternativa que está brindando resultados en diferentes proyectos acudimos a los proyectistas para que puedan realizar el análisis correspondiente.

Para un sistema de cloración por goteo con estas características, Utilizando los datos de la UP 035 Sauce de Porcuya (Caudal = 0.10 l/s, Tanque dosador 250 L):

- Tiempo de recarga : 7 días

- Peso de cloro : 129.60 gr \equiv 130 gr
- Caudal de goteo : 24.80 ml/min \equiv 25 ml/min

Por lo expuesto es necesario contar con un sistema de cloración que garantice una correcta potabilización del agua, además que nos certifique la sostenibilidad de los proyectos. Para la instalación del sistema de cloración se pudo realizar una imagen donde se puede apreciar todas las características del sistema a instalar, además se muestran los lugares donde fueron ubicados, teniendo en cuenta que el encargado de la instalación es un personal capacitado tal y como menciona las recomendaciones en las bases teóricas.

Es aquel sistema (sistema por goteo) que sirve para la potabilización del agua, haciendo que ingrese el caudal adecuado de cloro para ser mezclado homogéneamente con el agua que ingresa al reservorio.



Figura 10. Instalación del sistema de goteo controlado.

- Grifo de entrada: Sirve para sacar agua para la solución madre o lavar algunos materiales a usar en la cloración.

- Llave de entrada: Sirve para el control de sedimentos o limos que el agua acarrea.
- Filtro de entrada: Sirve para la retención de sedimentos o limos que el agua acarrea.
- Tanque de cloración: Tanque en la que se deposita la solución madre para la cloración del sistema de agua potable.
- Filtro de salida: regula la presión e impide el paso de residuos de hipoclorito de calcio no disuelto.
- Válvula calibrador: Calibra el caudal de goteo
- Grifo calibrador: Sirve para la medición del caudal de goteo
- Válvula de paso: Sirve para el pase del caudal de goteo ya calibrado.

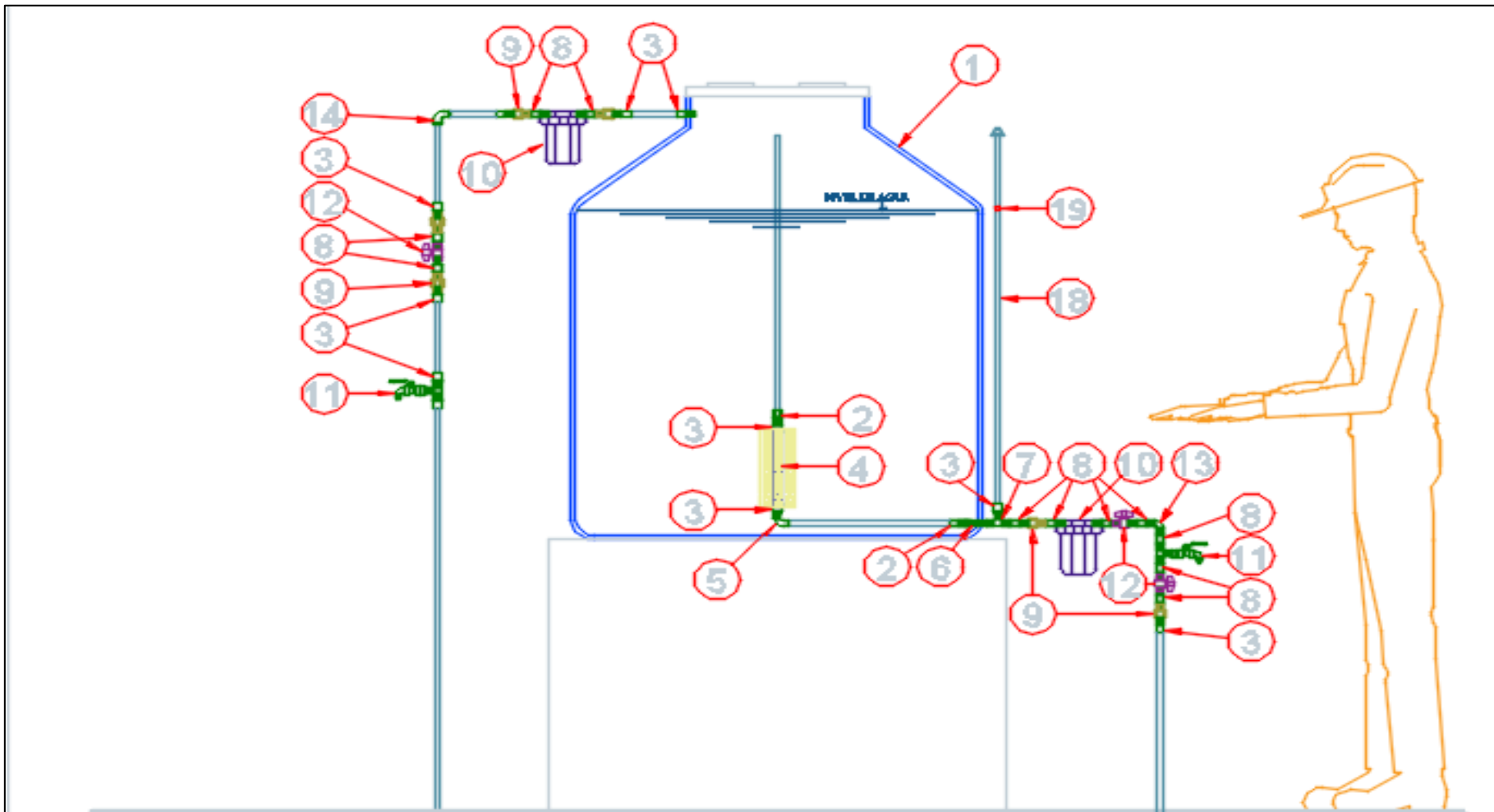


Figura 11. Partes del sistema de cloración.

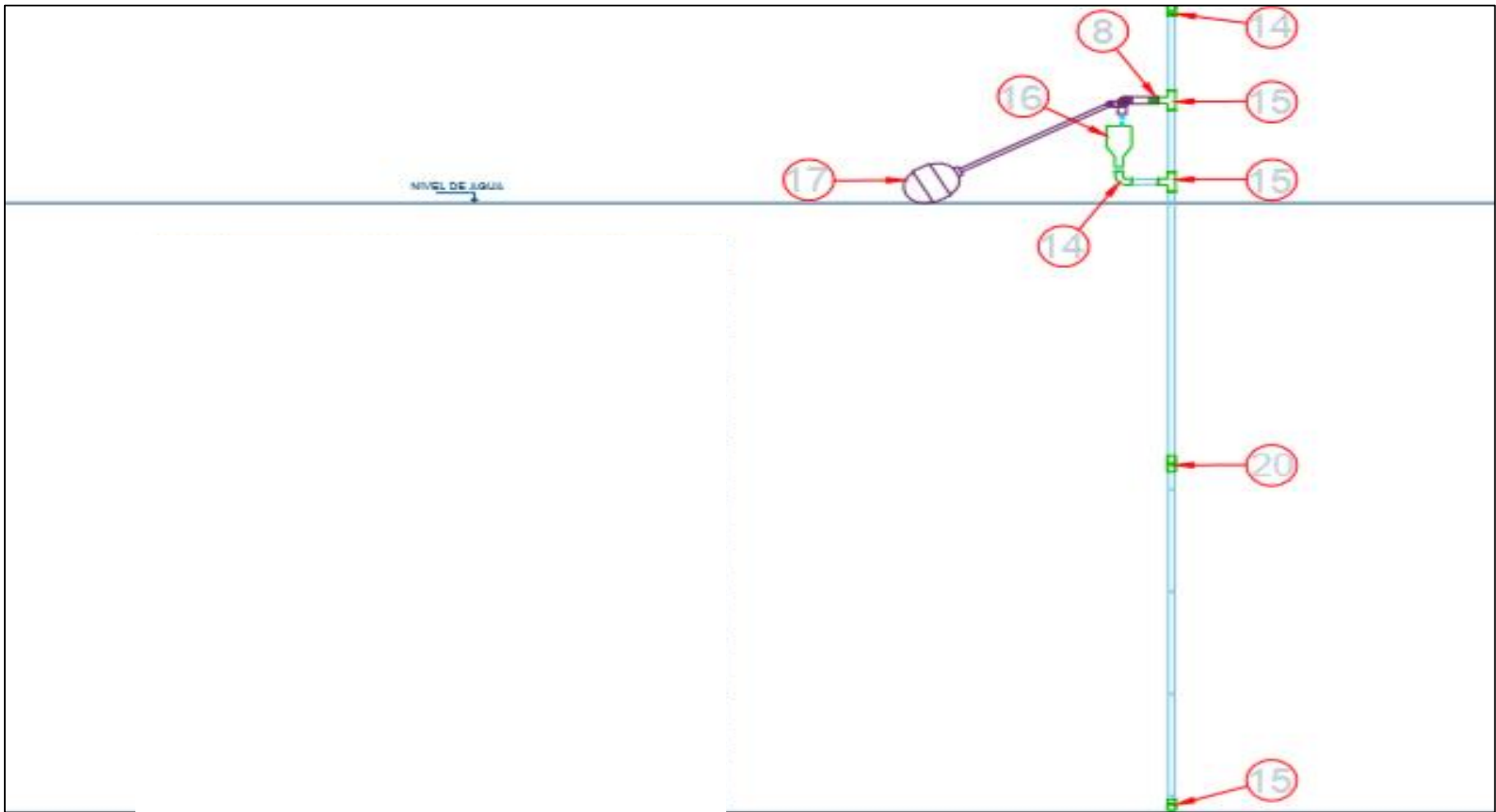


Figura 12. Partes de control del sistema de cloración.

Tabla 23. Materiales que componen la instalación del sistema.

Código	Descripción
1	Tanque de solución madre
2	Unión mixta 1/2" PVC
3	Adaptador 1/2" PVC
4	Filtro
5	Codo de 90° mixto 1/2" PVC
6	Niple roscado 1/2" de 3" PVC
7	Tee roscado 1/2" PVC
8	Niple 1/2" PVC
9	Unión universal 1/2" PVC
10	Filtro con vaso
11	Grifo de bronce
12	Válvula de paso 1/2" PVC
13	Codo de 90° roscado 1/2" PVC
14	Codo de 90° 1/2" PVC
15	Tee 1/2" PVC
16	Reducción de 2" a 1/2" PVC
17	Boya flotadora
18	Tubo visor de agua 1/2" PVC
19	Bola nivelante de agua
20	Unión simple 1/2" PVC
21	Vaso graduado
22	Balde de 20 L
23	Comparador de cloro
24	Hipoclorito de calcio al 70 %
25	Tubo de 1/2"

La figura y la tabla anterior es posible notar todos los accesorios utilizados para la instalación del sistema de cloración, asimismo se muestra cómo quedará la instalación para el proceso de cloración, además es necesario poder instalar este nuevo sistema ya que el sistema previamente utilizado no está funcionando correctamente por lo que sus accesorios no están cumpliendo con sus características para que se pueda llevar a cabo la cloración.

a) Instalación

Para la instalación se utilizó los siguientes insumos y materiales (con la cantidad utilizada).

Tabla 24. Cantidad de materiales a usar en la instalación.

Relación de materiales	Und	Cantidad
Niple de 1/2" x 4" PVC	Und	1
Unión mixta de 1/2" PVC	Und	5
Codo mixto de 1/2" PVC	Und	2
Adaptador de 1/2" PVC	Und	10
Filtro	Und	1
Unión universal de 1/2" PVC	Und	7
Tee 1/2" PVC	Und	6
Grifo de bronce	Und	2
Válvula de paso 1/2" PVC	Und	2
Niple de 1/2" PVC	Und	12
Filtro con vaso	Und	2
Tubo visor de 1/2"	Und	1
Tee con rosca de 1/2" PVC	Und	1
Codo de 1/2" PVC	Und	10
Automático y boya flotadora	Und	1
Tapón macho de 1/2" PVC	Und	1
Tapón hembra de 1/2" PVC	Und	1
Reducción de 2" a 1/2" PVC	Und	1
Unión simple de 1/2" PVC	Und	2
Tubo de 1/2" PVC	Und	3
Pegamento PVC	Gl	0.5
Tanque dosador	Und	1
Comparador de cloro	Und	1
Hipoclorito de calcio al 70%	Kg	5
Vaso o jarra graduada	Und	1
Cinta teflón	Und	1

b) Cloración

Es la acción realizada con el propósito de eliminar microorganismos patógenos en el agua y así hacerlas aptas para el consumo humano, sin cambiar sustancialmente sus características en el olor, color y sabor.

Materiales, insumos y equipos de protección personal.

- Hipoclorito de calcio al 70 %
- Balde de plástico de 20 litros
- Balanza

- 01 cuchara sopera
- 01 mantel blanco
- Traje impermeable
- Jarra graduada pequeña
- Cronometro
- Botas de jebe
- Guantes de jebe
- Respirador con filtros de gases
- Casco protector
- Lentes protectores

4.3. Calidad del agua para consumo después del tratamiento de cloración

Para demostrar la eficiencia del tratamiento del sistema de cloración elegido, se ha realizado un análisis post tratamiento. Los resultados obtenidos muestran se muestran a continuación.

4.3.1. Parámetros fisicoquímicos

Tabla 25. Valores fisicoquímicos del agua después del tratamiento.

Análisis y/o mediciones de campo	Und	Resultado
Cloro residual	mg Cl ₂ /L	1
Conductividad	μS/cm	97
pH	pH	7.52
Temperatura	°C	17.5
Alcalinidad	mg CaCO ₂ /L	52
Cloruros	mg CL-/L	< 1
Color verdadero	mg Pt-Co/L	< 5
Fluoruros	mg F/L	0.069
Nitratos	mg NO ₃ -/L	1.6
Sólido totales disueltos	mg Sólidos totales disueltos/L	93
Sulfatos	mg SO ₄ ²⁻ /L	< 1
Turbiedad	NTU	2.9

Los resultados muestran que después del tratamiento con el sistema de cloración este logra estar entre los límites permitidos, tal como se muestra en la siguiente tabla:

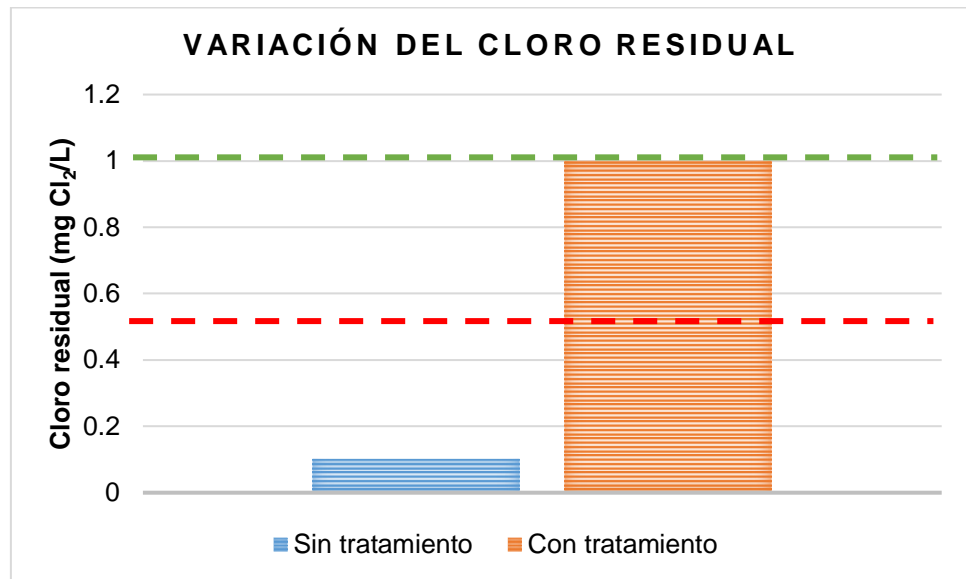


Figura 13. Variación de cloro residual.

Las líneas puntadas indican que los límites máximos y mínimo de la concentración de cloro en el sistema.

4.3.2. Parámetros microbiológicos

Tabla 26. Valores bacteriológicos del agua después del tratamiento.

Análisis y/o mediciones de campo	Und	Resultado
Bacterias heterotróficas	UFC/mL	< 1
Coliformes termotolerantes (NMP)	NPM/100 mL	< 1.1
Coliformes totales (NMP)	NPM/100 mL	< 1.1

Con respecto a los parámetros biológicos, los valores obtenidos han disminuido considerablemente, tal como lo muestra la tabla anterior.

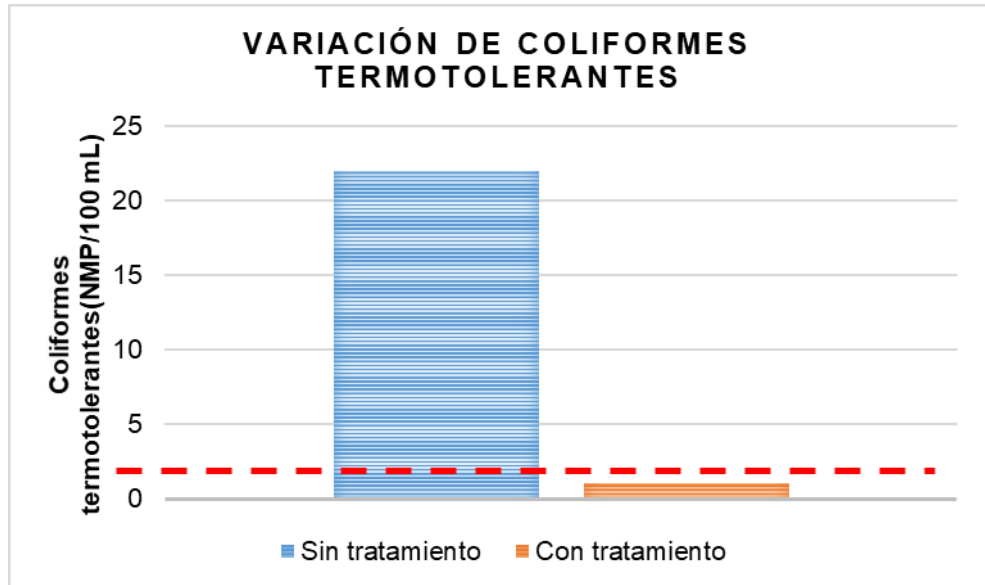


Figura 14. Variación de los coliformes termotolerantes.

La figura anterior muestra la disminución de la cantidad inicial de los coliformes termotolerantes. Una vez aplicado el tratamiento el valor obtenido no supera los 1.8 NMP/100mL que la norma exige.

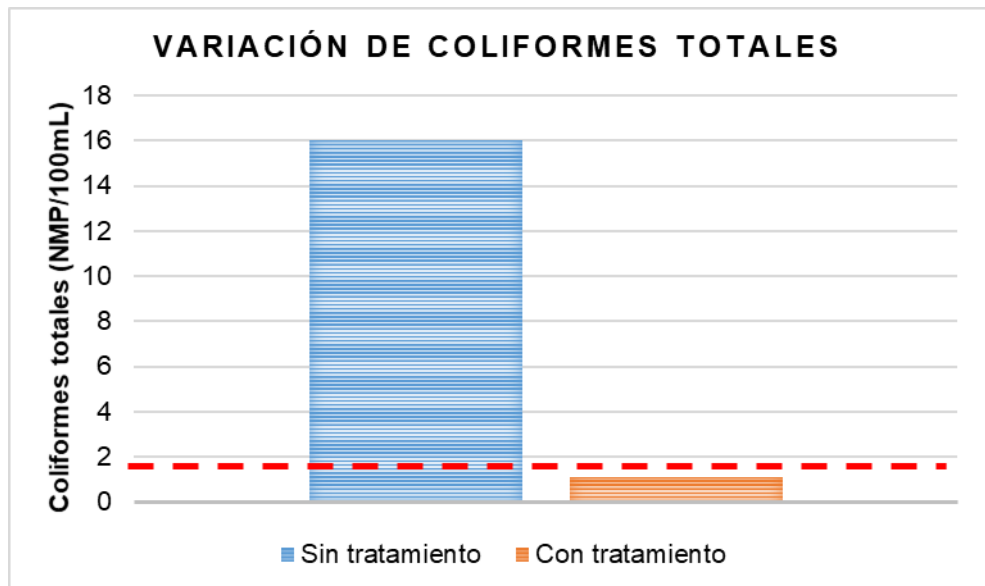


Figura 15. Variación de los coliformes totales.

Con respecto a los coliformes totales, estos logran una reducción menor a 1.1 NMP/100mL, el cual está por debajo de lo que la norma exige.

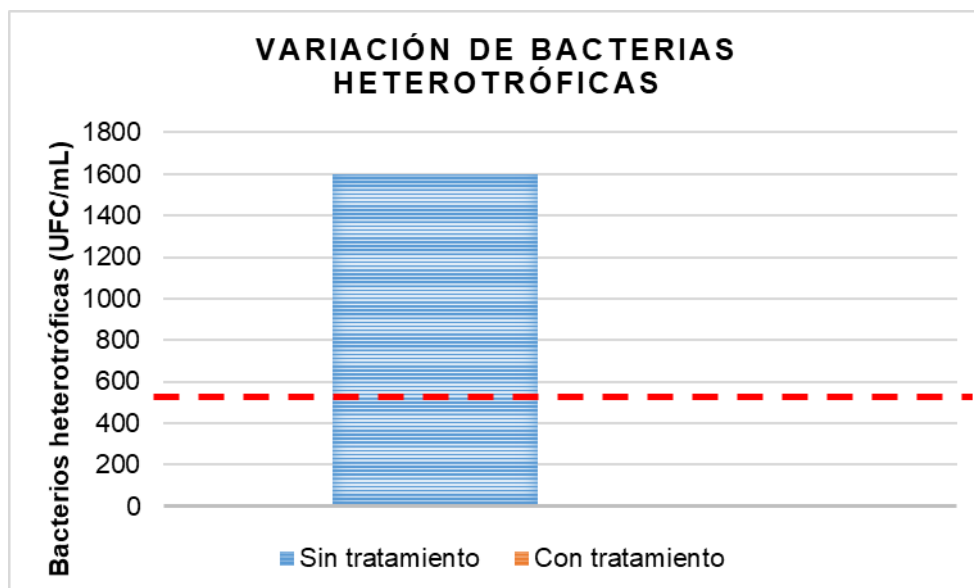


Figura 16. Variación de las bacterias heterotróficas

Otro parámetro que se ha logrado reducir mediante el tratamiento de cloración mediante el sistema de cloración por goteo es la cantidad de bacterias heterotróficas, como se muestra en la figura anterior esta logra su reducción hasta 1 UFC/mL.

4.3.3. Parámetros inorgánicos

Con respecto a los componentes inorgánico, como la presencia de ciertos materiales nocivos para la salud, este no ha superado en ninguno de los casos los valores exigido por la normativa actual. Los resultados del agua después de la desinfección se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 27. Valores de los componentes inorgánicos del agua después del tratamiento.

Análisis y/o mediciones de campo	Und	Resultado	Análisis y/o mediciones de campo	Und	Resultado
Aluminio total	mg/L	0.26823	Magnesio total	mg/L	1.18
Antimonio total	mg/L	< 0.00004	Manganeso total	mg/L	0.00192
Arsénico total	mg/L	0.0005	Mercurio total	mg/L	0.0002
Bario total	mg/L	0.04999	Molibdeno total	mg/L	0.00013
Berilio total	mg/L	< 0.00005	Níquel total	mg/L	0.0002
Boro total	mg/L	0.06091	Plata total	mg/L	0.00007

Cadmio total	mg/L	< 0.00006	Plomo total	mg/L	0.00048
Calcio total	mg/L	5.74	Potasio total	mg/L	1.6
Cobalto total	mg/L	< 0.00005	Selenio total	mg/L	< 0.0021
Cobre total	mg/L	0.00135	Silicio total	mg/L	12.89
Cromo total	mg/L	0.00047	Sodio total	mg/L	5.53
Estaño total	mg/L	0.00018	Talio total	mg/L	< 0.00004
Estroncio total	mg/L	0.05612	Titanio total	mg/L	0.00095
Hierro total	mg/L	0.0465	Vanadio total	mg/L	0.00141
Litio total	mg/L	0.00074	Zinc total	mg/L	0.1775

4.4. Discusiones

4.4.1. Diseño del sistema de cloración

El diseño del sistema de cloración se ha llevado a cabo debido a los indicios obtenidos para la obtención del cloro residual, esto ha conllevado a la realización de un análisis fisicoquímico, biológico e inorgánico del agua tal como se muestran en la Tabla 9, Tabla 10 y Tabla 11. De acuerdo a lo anterior algunos parámetros no cumplen con lo especificado por DIGESA (2011) en la norma D.S. N° 031-2010-SA.

Los parámetros que no cumplen los estándares son: el cloro residual, las bacterias heterótrofas, los coliformes totales y termotolerantes; afectando así a la población mediante enfermedades gastrointestinales.

Con base al estudio de la calidad del agua, se ha demostrado que el tratamiento del agua que se dio inicialmente no era eficiente por lo que, fue necesario establecer un nuevo sistema que asegure la continuidad y calidad de la desinfección en toda la red de distribución del agua. En este contexto se ha elegido el sistema de tratamiento de cloración mediante goteo.

Para el diseño del sistema de goteo se debe determinar la cantidad de hipoclorito de calcio al 70 % necesario para la solución madre; establecido en un caudal de 0.10 l/s obtenido del caudal máximo horario.

La concentración de la solución no debe superar los 5 000 mg/L. Esta concentración se logra mediante la estimación del hipoclorito de calcio en toda la red considerada.

La cantidad necesaria de hipoclorito de calcio para desinfectar el sistema de agua y lograr la concentración mencionada debe ser de 3 803 gr.

4.4.2. Instalación del proyecto del sistema del sistema de cloración y sus componentes

Después del diseño del sistema de cloración, es preciso establecer los lineamientos necesarios para la instalación. Esta se debe realizar en base a lo siguiente: Tiempo de recarga, 7 días; peso de cloro, 130 g y un caudal de goteo de 25 ml/min.

Los componentes para el adecuado funcionamiento del sistema de goteo se muestra en la Figura 10, Figura 11 y Figura 12; este debe componer de grifo de entrada, llave de entrada, filtros, tanque de cloración, válvula calibrador y una válvula de paso.

Para la cloración es necesario considerar los siguientes materiales: Hipoclorito al 70 %, balde plástico de 20 litros y una balanza para el control de la dosificación del cloro.

Las aplicaciones del sistema son recomendables en diferentes estudios, debido a al buen funcionamiento en zonas rurales del departamento de Piura. Esto resulta una alternativa que asegura la calidad del agua en otros caseríos de la región influyendo directamente en el bienestar de la población, tal como lo menciona Landeo (2018).

4.4.3. Calidad del agua para consumo después del tratamiento

Después de la instalación del sistema de cloración por goteo se ha podido observar la disminución de las bacterias heterotróficas en 99.94 %, las coliformes termotolerantes y totales en 95 % y 93.13 % respectivamente. Estos resultados muestran indudablemente una mejora en la calidad del agua, traduciéndose así en la disminución de las enfermedades gastrointestinales que aquejan actualmente a la población.

El mejoramiento de la calidad del agua se debe principalmente a la mejora en el sistema de cloración mediante el goteo controlado, tal como lo menciona Horna (2014). Esto se ha demostrado debido a que la concentración de cloro residual medido se ha incrementado de 0.1 mg CL_2/L a 1 mg CL_2/L . Este valor se encuentra entre los límites que la norma exige; por lo que es recomendable su aplicación en zonas rurales o en las que las EPS no tienen intervención.

CONCLUSIONES

1. El diseño, instalación y funcionamiento del sistema de cloración por goteo controlado en el sistema de agua potable es adecuado para el tratamiento del agua para consumo humano en el Caserío Sauce de Porcuya, distrito de Huarmaca, provincia de Huancabamba, del departamento de Piura, debido a la adecuada eliminación de coliformes totales y termotolerantes.
2. Para el adecuado diseño del sistema de cloración por goteo controlado fue necesario realizar un análisis previo del agua en el que se determinó que no existe una adecuada concentración de cloro residual; lo cual permitió la proliferación de bacterias heterótrofas, coliformes totales y termotolerantes. Siendo necesario una concentración de hipoclorito de calcio al 70 % de 1.5 mg/L en el reservorio y de 1 – 0.5 mg/L en viviendas.
3. Para la instalación del sistema de cloración por goteo de un caudal de ingreso al reservorio de 0.10 L/s se debe de considerar un tanque dosificador de 250 L; el que se recargará en un tiempo de 7 días; con una dosificación de 130 g de hipoclorito calcio al 70 % y un caudal de goteo de 25 ml/min; además debe de contar con grifo de entrada, llave de entrada, filtros, tanque de cloración, válvula calibrador y una válvula de paso.
4. Después del diseño e instalación del sistema de cloración por goteo controlado se ha obtenido que la disminución de las bacterias heterotróficas fue de 99.94 %, las coliformes termotolerantes y totales fue de 95 % y 93.13 % respectivamente.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda aplicar la metodología establecida en el presente informe para los demás caseríos del proyecto.
2. Las condiciones de diseño del sistema de cloración son particulares para cada zona de estudio, por lo que se recomienda realizar un estudio y control de la dosificación de este sistema para cada caserío considerado en el proyecto.
3. Se recomienda considerar los materiales obtenidos en el presente informe para la instalación del sistema en otros caseríos de la zona de estudio, que cumplan con los parámetros considerados en este trabajo.
4. Se recomienda que los análisis de la calidad del agua se realicen con mayor frecuencia en zonas rurales; y que este trabajo sea de manera articulada con entre los involucrados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CEPIS. (2003). Algoritmo para la selección de tecnología para el abastecimiento rural de agua. *Organización Panamericana de La Salud*, 8. Retrieved from <https://docplayer.es/74457991-Algoritmo-para-la-seleccion-de-tecnologia-para-el-abastecimiento-rural-de-agua.html>
2. DIGESA. (2011). *Reglamento de la calidad del agua para consumo humano*. Lima.
3. Figueroa, S. (2009). *Propuesta de una adecuada instalación de tecnología 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.
4. GIZ. (2017). Manual para la cloración del agua en sistemas de abastecimiento de agua potable en el ámbito rural. Lima: Cooperación Alemana, implementada por la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. Retrieved from https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/GIZ_2017_Manual_para_la_cloracion_del_agua_en_sistemas_de_abastecimiento_de_agua_potable.pdf
5. Herowicz, L., & Klein, S. (2011). *Potabilizador de agua para consumo humano familiar en zonas rurales*. Universidad de Buenos Aires. Retrieved from gtqhgauqeasjueagweydyeehhe
6. Horna, D. E. (2014). *Optimización del consumo de cloro en la potabilización del agua, haciendo uso del método del nivel estático en reservorio del sistema de agua potable rural del caserío el Tambo distrito de José Gálvez - 2014*. Universidad Nacional de Cajamarca. Universidad Nacional de Cajamarca. Retrieved from <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/653>
7. Landeo, A. (2018). *Relación de los métodos por goteo y la eficiencia del cloro residual en las instalación de sistemas de cloración en zonas rurales*. Universidad Nacional de Huancavelica.
8. Madera, N. (2013). Opciones tecnológicas para desinfección de sistemas de agua potable. Huancavelica - Perú.
9. Mendoza, H. (2013). *Vigilancia de la calidad del agua para consumo humano*

en zonas rurales de la provincia de Moyobamba - 2012. Universidad Nacional de San Martín.

10. Muñoz, O., & Delgado, A. (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.* Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
11. Quispe, M. F. (2018). *Evaluación y planteamiento de diseño del sistema de dosificación de cloro en el tratamiento de agua potable del Centro Poblado de Cayacaya - Putina.* Universidad Nacional del Altiplano. Universidad Nacional del Altiplano. Retrieved from <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/7879>
12. Quispe, R. (2017). *Efecto antimicrobiano y antioxidante del aceite esencial de orégano (Origanum vulgare), en el jamón de carne de alpaca (Vicugna Pacos).* Universidad Nacional del Altiplano. Retrieved from <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/2114/EDSpahuam.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
13. Sierra, J. (2014). Estudio de un sistema de tratamiento de bajo coste para agua potable en contextos de subdesarrollo. Aplicación a Mtanga, Kigoma Rural, Tanzania. *Diseño y Tecnología Para El Desarrollo*, 1(2), 77–83. Retrieved from <http://oa.upm.es/35029/>

ANEXOS

ANEXO N° 01: ENSAYOS DE LABORATORIO

**INFORME DE MONITOREO DE CALIDAD
DE AGUA PARA USO Y CONSUMO
HUMANO
RESERVORIO DEL PROYECTO NE 280513**

**CASERÍO SAUCE DE PORCUYA
HUARMACA - HUANCABAMBA - PIURA
MARZO 2019**

Preparado para:

**NE 280513 SAUCE DE PORCUYA -
PNSU - PIURA**

Sauce de Porcuya – Huarmaca - Huancabamba - Piura



**ENVIROMENTAL QUALITY ANALYTICAL
SERVICES S.A.**

Calle Los Agrónomos N° 110, Urbanización Los Ingenieros, La Molina, Lima
Jr. Bernal N° 154, Urbanización Bancaria, Piura

WWW.EQUAS.COM.PE

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	3
2.	MARCO LEGAL.....	4
3.	OBJETIVO	4
4.	MONITOREO DE CALIDAD AMBIENTAL.....	5
4.1	MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO	5
4.1.1	Ubicación de la Estación de Muestreo.....	5
4.1.2	Parámetros de Evaluación.....	6
4.1.3	Análisis de Laboratorio.....	7
4.1.4	Estándares de Referencia. -	8
4.1.5	Análisis e Interpretación de Resultados. -.....	10
5.	CONCLUSIONES	12
6.	RECOMENDACIONES	12

1. INTRODUCCIÓN

A solicitud del **NE 28513 UP 039 SAUCE DE PORCUYA** – **PNSU - PIURA**, la empresa **ENVIRONMENTAL QUALITY ANALYTICAL SERVICES S.A.** en adelante EQUAS S.A., presenta el Informe de Monitoreo de Calidad de Agua Para Consumo Humano, ejecutado en el reservorio del proyecto ubicado en Sauce de Porcuya; ubicado en el distrito de Huarmaca, Provincia de Huancabamba, departamento de Piura, realizándose la evaluación del 17 de marzo del 2019, cumpliendo con las normativas ambientales y de evaluaciones vigentes.

EQUAS S.A. garantiza la fidelidad de los resultados gracias a que emplea equipos de medición de última tecnología y está conformado por un grupo profesional multidisciplinario de gran experiencia en este tipo de evaluaciones.

Finalmente, EQUAS S.A., expresa su compromiso de confidencialidad de los resultados presentados en este informe.

2. MARCO LEGAL

- ✓ Ley General del Ambiente, Ley N° 28611.
- ✓ Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales – RJ-010-2016-ANA.
- ✓ Decreto Supremo N° 031-2010-SA. Aprueban Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

3. OBJETIVO

Realizar el Monitoreo de Calidad de Agua Para Uso y Consumo Humano, a solicitud del **NE 28513 UP 039 CASERÍO SAUCE DE PORCUYA** – **PNSU - PIURA**, con el objetivo de verificar si es Apta para Consumo Humano.

4. MONITOREO DE CALIDAD AMBIENTAL

4.1 MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO

El monitoreo de agua fue realizado el día 17 de marzo en el punto de control previamente identificado. Las actividades se efectuaron tomando de referencia lo establecido en el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales – RJ-010-2016-ANA.

4.1.1 Ubicación de la Estación de Muestreo.

Las ubicaciones de los puntos de muestreo fueron indicadas por el solicitante, En el cuadro 4.A. se describen las estaciones de control donde se realizó la toma de muestra.

Cuadro 4.A. - Descripción de los Puntos de Muestreo

Estación de Muestreo	Descripción	Ubicación Geográfica	
		Coordenadas UTM WGS-84	Altitud m.s.n.m.
CAG-01	Muestra tomada en el reservorio	9 360 903 N 653 185 E	1734

4.1.2 Parámetros de Evaluación.

Los parámetros monitoreados, fueron determinados por el **NE 28513 UP 039 CASERÍO SAUCE DE PORCUYA – PNSU - PIURA.**

En el cuadro 4B se detalla los parámetros evaluados.

Cuadro 4.B.- Parámetros de Evaluación

PARÁMETROS	Manejo de Muestras
Físico y Químico	
pH	Medido In Situ
Temperatura	Medido In Situ
Cloro Residual	Medido In Situ
Conductividad Eléctrica	Conservar a ≤ 6 °C
Turbidez	Conservar a ≤ 6 °C
Nitratos	Conservar a ≤ 6 °C
Cloruros	Conservar a ≤ 6 °C
Sólidos Totales Disueltos	Conservar a ≤ 6 °C
Alcalinidad Total	Conservar a ≤ 6 °C
Sulfatos	Conservar a ≤ 6 °C
Color Verdadero	Conservar a ≤ 6 °C
Fluoruros	Conservar a ≤ 6 °C
Dureza Total	Preservar a pH<2 /Conservar a ≤ 6 °C

PARÁMETROS	Manejo de Muestras
Microbiológico	
Coliformes Termotolerantes	Conservar a 4 °C
Coliformes Totales	Conservar a 4 °C
Recuento Heterótrofos en Placa	Conservar a 4 °C

PARÁMETROS	Manejo de Muestras
Inorgánicos	
Arsénico Disuelto	Filtrar y Preservar a pH<2 /Conservar a ≤6 °C
Aluminio Disuelto	
Cadmio Disuelto	
Cromo Disuelto	
Cobre Disuelto	
Hierro Disuelto	
Manganeso Disuelto	
Plomo Disuelto	

4.1.3 Análisis de Laboratorio.

Las muestras colectadas fueron analizadas en el laboratorio de Environmental Quality Analytical Services S.A. - EQUAS S.A. laboratorio acreditado con el Sistema de Calidad NTP -ISO/IEC 17025 por INACAL como Laboratorio de Ensayo para muestras de ambientales (matriz: Agua Para Uso y Consumo Humano).

En el cuadro 4.C. se detallan los métodos de análisis que utiliza el laboratorio, para cada parámetro, con sus respectivos límites de detección.

Cuadro 4.C: Parámetros, Métodos de Análisis con su Límite de Detección

Parámetros	Método de Análisis	Límite de Detección	Unidad
Físico Químico			
pH	In Situ		Unidad de pH
Temperatura			°C
Cloro Residual			mg/L
Conductividad Eléctrica	APHA 2510 B	0,01	mg CN-/L
Turbidez	APHA 2130 B	0,05	NTU
Nitratos	APHA 4500-NO-3 B	0,010	mg/L
Cloruros	APHA 4500-CI- C	1	mg/L
Sólidos Totales Disueltos	APHA 2540 C	3	mg/L
Alcalinidad Total	APHA 2320 B	2	mg/L

Parámetros	Método de Análisis	Límite de Detección	Unidad
Físico Químico			
Sulfatos	APHA 4500-SO42- E	1	mg/L
Color Verdadero	APHA 2120 C	1	UC
Fluoruros	APHA 4500-F- D	0,029	mg/L
Dureza Total	APHA 2340 C	2	mg/L
Microbiológico			
Coliformes Termotolerantes	APHA 9221 E	1,8	NMP/100 mL
Coliformes Totales	APHA 9221 B	1,8	NMP/100 mL
Recuento Heterótrofos en Placa	APHA 9215 B	1	UFC/mL

Parámetros	Método de Análisis	Límite de Detección	Unidad
Inorgánicos			
Arsénico Total	APHA 3114 C	0,001	mg/L
Aluminio Total	APHA 3111 D	0,105	mg/L
Cromo Total	APHA 3111 B	0,011	mg/L
Cadmio Total	APHA 3111 B	0,003	mg/L
Cobre Total	APHA 3111 B	0,007	mg/L
Hierro Total	APHA 3111 B	0,01	mg/L
Manganeso Total	APHA 3111 B	0,004	mg/L
Plomo Total	APHA 3111 B	0,014	mg/L

4.1.4 Estándares de Referencia. -

Para el análisis e interpretación de los resultados del monitoreo, con respecto a aguas muestreadas y analizadas, y tomando en cuenta el objetivo a seguir, se tendrán en cuenta los Límites Máximos Permisibles – LMP, aprobados según Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

En el cuadro 4.D; se presentan la relación de parámetros con sus límites máximos permisibles que establecen los Decretos Supremos mencionados líneas arriba.

Cuadro 4.D.- Valores Límites de la Calidad de Agua

Parámetros	LMP D.S. N° 031-2010-SA	Unidades
Físico Químico		
pH	6,5 – 8,5	Unidad de Ph
Temperatura	---	°C
Cloro Residual	0,5 – 1,0	mg/L
Conductividad Eléctrica	1500	us/cm
Turbidez	5	NTU
Nitratos	50	mg/L
Cloruros	250	mg/L
Solidos Totales Disueltos	1000	mg/L
Alcalinidad Total	---	mg/L
Sulfatos	250	mg/L
Color Verdadero	15	UCV
Fluoruros	---	mg/L
Dureza Total	500	mg/L
Microbiológico		
Coliformes Termotolerantes	< 1,8	NMP/100 mL
Coliformes Totales	< 1,8	NMP/100 mL
Recuento Heterótrofos en Placa	500	UFC/mL

Parámetros	LMP D.S. N°031-2010-SA	Unidades
Inorgánicos		
Arsénico Total	0,010	mg/L
Aluminio Total	0,2	mg/L
Cromo Total	0,05	mg/L
Cadmio Total	0,003	mg/L
Cobre Total	2	mg/L
Hierro Total	0,3	mg/L
Manganeso Total	0,4	mg/L
Plomo Total	0,010	mg/L

4.1.5 Análisis e Interpretación de Resultados. -

Los resultados del monitoreo de agua, que incluye las mediciones de campo y análisis de laboratorio, se evaluarán teniendo en cuenta los LMP antes indicados.

En el cuadro N.º 4.E. se muestran los resultados correspondientes a la estación evaluada y su comparativo con los LMP según D.S. N.º 031-2010-SA.

Cuadro 4.E.- Comparación de los Valores Límites de la Calidad Ambiental para Agua de Consumo Humano

Parámetro	LMP D.S. N.º 031-2010-SA	CAG-01 Muestra tomada en el reservorio	Unidades
Físico Químico			
pH	6,5 – 8,5	6,75	Unidad de Ph
Temperatura	---	18,3	°C
Cloro Residual Libre	0,5 – 1	< 0,10	mg/L
Conductividad Eléctrica	1500	45,50	us/cm
Turbidez	5	4,44	NTU
Nitratos	50	0,488	mg/L
Cloruros	250	1	mg/L
Sólidos Totales Disueltos	1000	23	mg/L
Alcalinidad Total	----	8	mg/L
Sulfatos	250	7	mg/L
Color Verdadero	15	13	UCV
Fluoruros	---	0,029	mg/L
Dureza Total	500	8	mg/L
Microbiológico			
Coliformes Termotolerantes	< 1,8	22	NMP/100 ml
Coliformes Totales	< 1,8	16	NMP/100 ml
Recuento Heterótrofos en Placa	500	1600	UFC/mL

Fuente: Informe de Ensayo N.º A0276/19 – Laboratorio EQUAS S.A.

Parámetro	LMP D.S. N° 031-2010-SA	CAG-01 Muestra tomada en el reservorio	Unidades
Inorgánicos			
Aluminio Total	0,2	0,189	mg/L
Arsénico Total	0,010	< 0,001	mg/L
Cadmio Total	0,003	< 0,003	mg/L
Cobre Total	2	< 0,007	mg/L
Cromo Total	0,05	< 0,011	mg/L
Hierro Total	0,3	0,201	mg/L
Mercurio	0,001	< 0,0002	mg/L
Manganeso Total	0,4	< 0,004	mg/L
Plomo Total	0,010	< 0,014	mg/L

Fuente: Informe de Ensayo N° A0276/19 – Laboratorio EQUAS S.A.

PH, y Conductividad Eléctrica. -

El valor del pH en el (1) punto evaluado está dentro del rango 6,5 a 8,5 unidades de pH, de igual manera, la conductividad eléctrica en el (1) punto evaluado, están por debajo del valor limite que es 1500 us/cm.

Cloro Residual Libre. -

La concentración de cloro residual libre en el punto evaluado está fuera del rango 0,5 mg/L a 1 mg/L, no cumpliendo lo indicado en el D.S. N° 031-2010-S.A.

Parámetro Fisicoquímicos. -

Todos los parámetros evaluados cumplen con los LMP según D.S. N° 031-2010-S.A.

Parámetro Inorgánicos (Metales Disueltos). -

Los parámetros inorgánicos evaluados en el punto de control cumplen con los LMP según D.S. N° 031-2010-S.A.

Parámetros Microbiológicos. -

Los parámetros microbiológicos evaluados en el punto de control no cumplen con los LMP según D.S. N° 031-2010-S.A.

5. CONCLUSIONES

Tomando en cuenta los resultados de los parámetros evaluados en la muestra tomada en el reservorio, y su comparativo con los LMP según D.S. N° 031-2010-S.A., se concluye lo siguiente:

- ✓ El cuerpo de agua evaluado no se encuentra apto para uso y consumo humano, debido a la presencia de microorganismos microbiológicos.
- ✓ Sin embargo, si es posible su tratamiento para ser apta para uso y consumo humano.

6. RECOMENDACIONES

- ✓ Tomando en cuenta las conclusiones, el cuerpo evaluado para ser apto para uso y consumo humano se recomienda el tratamiento por desinfección simple (cloración).

FICHA DE REGISTRO DE LA ESTACIÓN DE MUESTREO

Cliente:	NE 280513 UP 039 SAUCE DE PORCUYA PNSU - PIU		
Procedencia:	RESERVORIO DEL PROYECTO NE 280513 - UP - 039 - CASERÍO SAUCE DE PORCUYA		
Distrito: HUARMACA	Provincia: HUANCABAMBA	Departamento: PIURA	

Componente Ambiental:	Agua	Aire	Ruido	Suelo
Matriz de Muestra:	Agua Para Uso y Consumo Humano			
Tipo de la Muestra:	Simple			

Código de la Estación de Muestreo:	CAG-01
Descripción de la Estación de Muestreo:	Muestra tomada en el reservorio

Coordenadas UTM (WGS 84):	Norte: 9 360 903	Este: 653 185
	Altitud: 1734 m.s.n.m.	Zona: 17M

Fecha Muestreo:	17/03/19	Hora de Inicio *:	
Hora de Muestreo:	15:00	Hora de Término *:	

* (Solo si corresponde)

	Código Interno	Marca	Modelo
Equipo de Muestreo:	EQ-PHM-06	ORION	K 01373
	EQ-COLO-01	HACH	POCKET COLORIMETER II



Responsable del Muestreo: Ing. Gonzalo Pósito Diaz



INFORME DE ENSAYO N° 263-3 /18

Solicitante : N.E. SNIP 280513-PNSU-PIURA

Domicilio legal : Calle Lima 237

Solicitud de ensayo(s) : Cotización N° 285-1/18

Cantidad de muestras : 1

Producto(s) descrito(s) como : Agua para Uso y Consumo Humano-Agua Potable

Observación de la(s) muestra(s) : Muestras colectadas por el Laboratorio de Ingeniería Sanitaria (Instructivo para la Toma, Conservación y Transporte de muestras I-19-01)

Cantidad de muestra para ensayo(s) : Aproximadamente 3,75 L

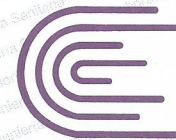
Forma de presentación : Botellas de plástico y de vidrio en buenas condiciones

Fecha de recepción de la(s) muestras(s) : 24-07-2018

Fecha de inicio de ensayo(s) : 24-07-2018

Fecha de fin de ensayo(s) : 03-08-2018

Validez del documento : Este documento es válido solo para la(s) muestra(s) descrita(s).



INFORME DE ENSAYO N° 263-3 /18

Pág. 2 de 7

Código de laboratorio	Lab 464/18
Código de cliente	M1
Fecha de muestreo	24-07-2018
Hora de muestreo	12:50 p.m.
Lugar de muestreo	UBS-C-18 Alto El Puerto-Huarmaca
Coordenadas	E N 17M 0664088 9387883
Altitud(msnm)	2259
Tipo de producto	Agua potable

Tipo de ensayo	Unidad	L.D.M	Resultado
Análisis y/o mediciones de campo©			
(*)Cloro residual	mg Cl ₂ /L	0,1	1,0
Conductividad	µS/cm	----	97
pH	Unidades de	----	7,52
	pH	----	
Temperatura	°C	----	17,5
Análisis Fisicoquímicos			
(*)Alcalinidad	mg CaCO ₃ /L	1	52
(*)Cloruros	mg Cl ⁻ /L	1	< 1
(*)Color verdadero	mg Pt-Co/L	5	< 5
(*)(**)Fluoruros	mg F/L	0,005	0,069
(*)Nitratos	mg NO ₃ ⁻ /L	0,4	1,6
Sólidos totales disueltos	mg Sólidos	3	93
	totales		
	disueltos/L		
(*)Sulfatos	mg SO ₄ ²⁻ /L	1	< 1
(*)Turbiedad	NTU	0,1	2,9
Análisis Microbiológicos			
Bacterias heterotróficas ^(I)	UFC/mL	1	< 1 ^(II)
Coliformes termotolerantes (NMP)	NMP/100 mL	1,1	< 1,1
Coliformes totales (NMP)	NMP/100 mL	1,1	< 1,1

Código: R-22-01

Versión: 1.4

Los ensayos han sido realizados en el Laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Universidad de Piura.

Av. Ramón Mugica 131, Urb. San Eduardo - Piura, Perú. Apartado Postal 353

Tel. : (51-73) 284500 Fax: (51-73) 284510 Cel: 969 848 198 RPM #297959 E-mail: lis-ihhs@udep.pe / www.udep.edu.pe



INFORME DE ENSAYO N° 263-3 /18

Tipo de ensayo	Unidad	L.D.M	Resultado
(*) (**) Análisis de Metales Pesados			
Aluminio total	mg/L	0,002 51	0,268 23
Antimonio total	mg/L	0,000 04	< 0,000 04
Arsénico total	mg/L	0,000 09	0,000 50
Bario total	mg/L	0,000 12	0,049 99
Berilio total	mg/L	0,000 05	< 0,000 05
Boro total	mg/L	0,000 27	0,060 91
Cadmio total	mg/L	0,000 06	< 0,000 06
Calcio total	mg/L	0,008 0	5,74
Cobalto total	mg/L	0,000 05	< 0,000 05
Cobre total	mg/L	0,000 05	0,001 35
Cromo total	mg/L	0,000 04	0,000 47
Estaño total	mg/L	0,000 06	0,000 18
Estroncio total	mg/L	0,000 06	0,056 12
Hierro total	mg/L	0,003 3	0,046 5
Litio total	mg/L	0,000 04	0,000 74
Magnesio total	mg/L	0,001 0	1,18
Manganeso total	mg/L	0,000 08	0,001 92
Mercurio total	mg/L	0,000 07	0,000 20
Molibdeno total	mg/L	0,000 04	0,000 13
Níquel total	mg/L	0,000 07	0,000 20
Plata total	mg/L	0,000 02	0,000 07
Plomo total	mg/L	0,000 05	0,000 48
Potasio total	mg/L	0,003 2	1,60
Selenio total	mg/L	0,002 1	< 0,002 1
Silicio total	mg/L	0,000 39	12,89
Sodio total	mg/L	0,005 5	5,53
Talio total	mg/L	0,000 04	< 0,000 04



INFORME DE ENSAYO N° 263-3 /18

Tipo de ensayo	Unidad	L.D.M	Resultado
(*) (**) Análisis de Metales Pesados			
Titanio total	mg/L	0,000 13	0,000 95
Vanadio total	mg/L	0,000 05	0,001 41
Zinc total	mg/L	0,001 5	0,177 5

Legenda: L.D.M. = Límite de detección del método

(C) Parámetros in situ

(I) Incubado a 35 ± 0,5°C/48 horas, medio Plate Count Agar.

(II) Valor estimado

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

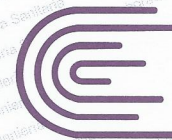
() Ensayo subcontratado (Ref. N° 000023538)**



INFORME DE ENSAYO N° 263-3 /18

Métodos y Referencias:

Parámetro	Norma de referencia	Título	Año
Alcalinidad	SMEWW APHA-AWWA-WEF. Part 2320 B, 22nd Ed.	Alkalinity. Titration Method.	2012
Bacterias heterotróficas	SWEWW APHA AWWA-WEF. Part. 9215 B, 22nd Ed.	Heterotrophic plate count. Pour Plate Method	2012
Cloro residual (Medición en campo)	SMEWW APHA-AWWA-WEF. Part 4500-CI G, 22nd Ed.	Chlorine (Residual). DPD Colorimetric Method	2012
Cloruros	SMEWW APHA-AWWA-WEF. Part 4500-CI B, 22nd Ed.	Chloride. Argentometric Method	2012
Coliformes termotolerantes (NMP)	SMEWW APHA-AWWA-WEF. Part 9221 E (1, 2) 22nd Ed	Multiple-Tube Fermentation Technique For Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)	2012
Coliformes totales (NMP)	SMEWW APHA-AWWA-WEF. Part 9221 B., 22nd Ed	Multiple-Tube Fermentation Technique For Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.	2012
Color verdadero	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C 22nd Ed.	Color. Spectrophotometric-Single-Wavelength Method (Proposed).	2012
Conductividad (Medición en Campo)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 A, B 23rd Ed.	Conductivity. Laboratory Method	2017
Fluoruros	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-F B, C. 22nd Ed.	Fluoride. Preliminary Distillation Step. Ion-Selective Electrode Method	2012
Metales pesados	SMEWW- APHA-AWWA-WEF. Part 3030 K, 3125 B 22nd Ed.	Preliminary Treatment of Samples. Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry (ICP-MS) Method	2012
Nitratos	SMEWW- APHA-AWWA-WEF. Part 4500-NO ₃ ⁻ B, 22nd Ed.	Ultraviolet Spectrophotometric Screening method	2012



INFORME DE ENSAYO N° 263-3 /18

Métodos y Referencias:

Parámetro	Norma de referencia	Título	Año
pH (Medición en campo)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ A, B 22nd Ed.	pH Value. Electrometric Method	2012
Sólidos totales disueltos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 2540 A y C , 22nd Ed.	Total Dissolved Solids Dried at 180°C	2012
Sulfatos	SMEWW- APHA-AWWA-WEF. Part 4500-SO ₄ ²⁻ E., 22nd Ed	Sulfate. Turbidimetric Method	2012
Temperatura (Medición en campo)	SMEWW- APHA AWWA-WEF. Part 2550 B, 23rd Ed.	Temperature. Laboratory and Field Method	2017
Turbiedad	SMEWW- APHA-AWWA-WEF. Part 2130 B 22nd Ed.	Turbidity. Nephelometric Method	2012



INFORME DE ENSAYO N° 263-3 /18

OBSERVACIONES

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro laboratorio sobre las muestras descritas en el presente Informe de ensayo.
- Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin autorización escrita del Laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Universidad de Piura.
- El informe de ensayo o certificado de calibración es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Sin perjuicio de lo señalado, dicho uso puede configurar por sus efectos una infracción a las normas de protección al consumidor y las que regulan la libre competencia.
- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Piura, 06 de agosto de 2018

Ing. Felipe Campos Yauce
C.I.P. 136871
Director de Calidad del LIS



Blga. Yuliana Mendoza Martínez
C.B.P. 9149
Supervisora de Área

ANEXO N° 02: PANEL FOTOGRÁFICO



Fotografía 1. Vista de la captación del sistema, sin adecuado mantenimiento.



Fotografía 2. Inspección del antiguo sistema de cloración.



Fotografía 3. Inspección de la captación desde el exterior.



Fotografía 4. Inspección de la línea de conducción del sistema.



Fotografía 5. Inspección de la cámara rompe presión en la línea de conducción.



Fotografía 6. Toma de muestra de agua para la verificación del cloro residual.