

UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE
FACULTAD DE INGENIERÍA



Implementación de un sistema de cloración por goteo para un sistema de agua potable de calidad en el anexo de Santiago de Coto, Acobamba 2020

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR
EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

AUTOR

Georg Hans Anthony Amaro Solano

REVISOR

Maiquel López Silva

Tarma, Perú

2021

RESUMEN

El presente informe de suficiencia tuvo como objetivo realizar la implementación del sistema de cloración por goteo para un sistema de agua potable de calidad en el anexo de Santiago de Coto . Con esta investigación se busca determinar la calidad de agua para el consumo humano. Asimismo, se evaluó la caracterización del sistema de abastecimiento de agua. también se realizó el análisis de calidad del agua de los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos antes y después de la implementación del sistema de cloración. Los principales resultados del dispositivo de cloración por goteo alcanzados antes del tratamiento que las bacterias coliformes totales fueron de 13 NMP/100 mL, y organismo de vida libre con un resultado de 138 organismo/L superan los límites máximos permisibles según el DS. 030-2010-SA. Después de la cloración del agua se obtuvieron que las bacterias coliformes totales valores inferiores a 0.2 NMP/100mL y en el organismo de vida libre fue menor a 1 organismo/L estando en los límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos;” así como, en las viviendas se obtuvieron resultados mayores de 0.5 ppm de cloro residual permitidos por el Ministerio de Salud. Además, se ha propuesto un óptimo sistema de mantenimiento del abastecimiento de agua potable.

Palabras claves: análisis de agua, calidad del agua, agua potable, abastecimiento, sistema

ABSTRACT

The objective of this adequacy report was to implement the drip chlorination system for a quality drinking water system in the Santiago de Coto annex. This research seeks to determine the quality of water for human consumption. Likewise, the characterization of the water supply system was evaluated. The water quality analysis of the physical, chemical and bacteriological parameters was also carried out before and after the implementation of the chlorination system. The main results of the drip chlorination device achieved before treatment that total coliform bacteria were 13 MPN / 100 mL, and free-living organism with a result of 138 organism / L exceed the maximum permissible limits according to the DS. 030-2010-SA. After chlorination of the water, total coliform bacteria values were lower than 0.2 NMP / 100mL and in the free-living organism it was less than 1 organism / L, being in the maximum permissible limits of microbiological and parasitological parameters; as well as, in the homes, results greater than 0.5 ppm of residual chlorine allowed by the Ministry of Health were obtained. In addition, an optimal system for maintaining the drinking water supply was proposed.

Keywords: water analysis, water quality, drinking water, catering, device.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	II
ABSTRACT.....	III
I. INTRODUCCIÓN	1
1. Antecedentes y fundamentación científica	1
1.1. Realidad problemática	1
1.2. Antecedentes	3
1.3. Fundamentación científica	9
2. Justificación de la investigación	12
3. Problema	14
4. Conceptuación de las variables	15
5. Objetivos	16
II. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	17
2.1. Tipo de estudio	17
2.2. Diseño de investigación	17
2.3. Método de investigación	17
III. METODOLOGÍA DE LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA	18
IV. ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADO	43
V. CONCLUSIONES	73
VI. RECOMENDACIONES	74
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75
ANEXOS	77

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Ubicación del lugar de intervención en el Distrito de Acobamba.....	19
<i>Figura 2.</i> Micro localización del Proyecto en el Anexo de Santiago de Coto	20
<i>Figura 3.</i> Sistema de Agua Potable Convencional	22
<i>Figura 4.</i> Captación de agua subterránea	22
<i>Figura 5.</i> Línea de Conducción de agua.....	23
<i>Figura 6.</i> Línea de Conducción de agua.....	24
<i>Figura 7.</i> Línea de Aducción de agua	25
<i>Figura 8.</i> Red de distribución.....	26
<i>Figura 9.</i> Conexión domiciliaria	26
<i>Figura 10.</i> Proceso Constructivo de la Caseta de Cloración.....	39
<i>Figura 11.</i> Plano de la caseta de cloración	44
<i>Figura 12.</i> Construcción de la caseta de cloración	44
<i>Figura 13.</i> Plano de Planta del Sistema de Cloración.....	46
<i>Figura 14.</i> Plano de elevación del sistema de cloración	46
<i>Figura 15.</i> Instalación del Kit de cloración y graduación de goteo	47
<i>Figura 16.</i> Estado de la Captación	49
<i>Figura 17.</i> Estado de la captación	49
<i>Figura 18.</i> Estado de la Cámara Rompe Presión Tipo-06	50
<i>Figura 19.</i> Estado del Reservorio.....	52
<i>Figura 20.</i> Estado de la Caja de Válvulas	52
<i>Figura 21.</i> Disolviendo la solución de cloro	56
<i>Figura 22.</i> Limpieza al interior del reservorio	57
<i>Figura 23.</i> Se aprecia la instalación del sistema de cloración	77
<i>Figura 24.</i> Estado situacional de la caja de válvulas	77
<i>Figura 25.</i> Estado situacional de la cámara rompe presión tipo 6	78
<i>Figura 26.</i> Se construyó la caseta de cloración	78
<i>Figura 27.</i> Mejoramiento de la caja de válvulas.....	79
<i>Figura 28.</i> Instalación del sistema de cloración por goteo	79
<i>Figura 29.</i> Se realiza la limpieza de desinfección de la captación.....	80
<i>Figura 30.</i> Equipo técnico y operadores después de realizado los trabajos	80
<i>Figura 31.</i> Firma del acta de Limpieza y Desinfección.....	81

<i>Figura 32.</i> Análisis de Cloro Residual en el reservorio.....	81
<i>Figura 33.</i> Resultado de la presencia de cloro en el reservorio	82
<i>Figura 34.</i> Análisis de presencia de cloro en las viviendas	82
<i>Figura 35.</i> En la zona de intervención	83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Concentraciones de cloro para desinfección de componentes del sistema de agua potable</i>	30
Tabla 2. <i>Efectos tóxicos de cloro</i>	32
Tabla 3. <i>Valores de CT para reducir los microorganismos más comunes del agua</i> .	33
Tabla 4. <i>Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos</i>	35
Tabla 5. <i>Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica</i>	36
Tabla 6. <i>Lista de Materiales de la Caseta de cloración</i>	42
Tabla 7. <i>Materiales para implementar el dispositivo de cloración</i>	45
Tabla 8. <i>Descripción de Puntos de muestra</i>	53
Tabla 9. <i>Resultado del caudal que ingresa al reservorio</i>	54
Tabla 10. <i>Resultado del cálculo del volumen del reservorio</i>	54
Tabla 11. <i>Resultado de la cantidad para la desinfección del reservorio</i>	54
Tabla 12. <i>Resultado del caudal máximo diario</i>	55
Tabla 13. <i>Resultado del peso de hipoclorito de calcio</i>	55
Tabla 14. <i>Resultado del volumen del tanque dosificador</i>	55
Tabla 15. <i>Valores del análisis de agua antes del tratamiento</i>	58
Tabla 16. <i>Valores del análisis de agua después del tratamiento</i>	59
Tabla 17. <i>Valores del análisis de agua después del tratamiento</i>	60
Tabla 18. <i>Valores del análisis de agua después del tratamiento</i>	61
Tabla 19. <i>Valores del análisis de agua después del tratamiento</i>	61
Tabla 20. <i>Resultado de la dosis para la red de distribución</i>	62
Tabla 21. <i>Resultado de la dosis para la red de distribución</i>	63
Tabla 22. <i>Dosificación de acuerdo al volumen del reservorio</i>	70

I. INTRODUCCIÓN

1. Antecedentes y fundamentación científica

1.1. Realidad problemática

Actualmente, el gobierno nacional sostiene que la población debe contar con una calidad de agua para su potabilización en su totalidad y sea permanente la distribución, por eso el gobierno local asume el compromiso de prestar un servicio de saneamiento eficiente y sostenible.

A nivel mundial, el sistema de cloración es de gran importancia e indispensable para la vida, ser potabilizada con una calidad de agua eficiente. Ya que, contando con una adecuada y mejor calidad de agua brinda mejores beneficios de manera eficaz para la salud dando satisfacción a la población.

Al respecto, Berdonces (2008) manifiesta que el acondicionamiento de agua para consumo humano es un proceso complejo que introduce un sistema de cloración en la captación, sin embargo, se exige que los controles sean más rigurosos para contar con un tratamiento de agua más aceptable y siendo monitoreadas por las autoridades sanitarias. Además, según Cruz y Arévalo (2005) mencionan que, en su estudio, el sistema de cloración en las comunidades intervenidas con el fin de contar con agua de calidad para que se consumible logrando la satisfacción en la población del ámbito rural, determinaron que el sistema de cloración es efectivo para proporcionar agua segura para ser consumida por las comunidades rurales, con la ju disminución de la contaminación del agua.

Asimismo, Zúñiga y Morales (2019) manifiesta que la potabilización del agua a través de un sistema de cloración es primordial en todas las zonas urbanas y rurales, ya que el cloro es un elemento relativamente barato y la facilidad en su aplicación. Además, indica la importancia de que operador sea capacitado en el sistema cloración de abastecimiento, como captaciones y reservorios, ya que ellos son los encargados de

aplicar la cantidad de cloro, las concentraciones y, muy importante, el PH, pues este nos indica la pérdida de la potabilidad por contaminación.

Por consiguiente, en el Perú, las municipalidades distritales y provinciales están facultados para la realizar proyectos e intervenir a la mejora del agua, la cual deben ser sostenibles en el abastecimiento de agua, por ende como entidad la responsabilidad es fiscalizar el cumplimiento del buen uso de los servicios de agua para consumo humano según las disposiciones del reglamento en su competencia llegando a reportar a las autoridades del C.S. del distrito y optar las acciones correspondientes que indica la ley y les autoriza en el ámbito de su competencia los que incumplen la normativa en el reglamento que menciona los requisitos de calidad sanitaria a cumplirse.

Para poder evaluar la eficiencia del sistema de cloración en zona rural el gobierno tiene un programa de incentivos, considerado META 5 “Aseguramiento de Calidad y sostenibilidad de la prestación del servicio del suministro de agua para consumo humano”, la cual la SUNASS cuenta con los lineamientos, en la que se formulara o adecuara directivas de fiscalización a las normas sanitarias que establece el reglamento nacional.

Es ahí, donde la Junta Administradora de Servicio y Saneamiento (JASS), realiza recopilación de datos e inspeccionar todo el sistema de saneamiento, evalúa el sistema de cloración del reservorio, la cual, será importante dicha información para la satisfacción de la población intervenida, ya que la población será un indicador que nos permitirá saber si se encuentran satisfechos con el consumo de agua de calidad, siendo la Asistencia Técnica Municipal (ATM) encargada de ejecutar la intervención a la zonas rurales brindando asistencia técnica de manera permanente a los operadores para que realicen la limpieza, desinfección, calibración y cloración de agua de manera continua al sistema de abastecimiento, y así satisfaciendo a la población y sostenibilidad del consumo de agua segura. Por lo Tanto, esta investigación permite brindar un sistema de cloración a las zonas rurales con el fin de mejorar las propiedades del agua, y a la vez, identificar los puntos críticos donde se deben mejorar para evitar contaminación del agua y logrando satisfacer las expectativas de la población.

1.2. Antecedentes

Tiza (2020), evaluó el diseño, instalación y la utilización del sistema de cloración por goteo controlado. Este estudio se realizó en el sistema de abastecimiento del pueblo Sauce de Porcuya del departamento Piura. Actualmente tiene un sistema de abastecimiento de agua. No obstante, el transcurso de los años, y cumpliendo con la vida útil de las infraestructuras, además por el descuido de las autoridades competentes el sistema de agua potable colapso, a consecuencia que JASS no realizaron el mantenimiento frecuentemente y la operatividad del sistema se descuidó el operador ya sea por los recursos que se requería, llegando a perjudicar a la población de dicho caserío e incrementando las enfermedades que puede generar la contaminación del agua para consumo humano. Por tal motivo, esta investigación se realizó con una metodología del tipo aplicado, mediante un diseño no experimental, mediante un estudio descriptivo. La toma de muestra realizada fue no probabilístico o intencional, siendo la muestra el Caserío Sauce de Porcuya situada en la Provincia de Huancabamba, del departamento de Piura.

Por lo tanto, los resultados arrojados en la investigación fue que el agua después del tratamiento con el sistema de cloración por goteo este logra estar entre los límites permitidos, según los resultados la reducción de los coliformes termotolerantes después de realizar el tratamiento su valor obtenido no supera los 1.8 NMP/100 ml, como también en los coliformes totales que son menores a 1.1 NMP/100 ml, y por último, la cantidad de bacterias heterotróficas logran una reducción de hasta 1 UFC/ml, estos resultados se encuentran por debajo de lo que la normativa exige.

En Conclusión, la Instalación y el buen uso del sistema de cloración mediante goteo controlado es adecuado para mejorar el agua potable a través de un tratamiento regular, llegando a eliminar patógenos. Además, realizada el diseño e instalación del dispositivo de cloración mediante goteo se ha obtenido que las bacterias heterotróficas redujeron a un 99.94 %, como también redujeron notoriamente los patógenos en un 95 % y 93.13 % respectivamente, teniendo mejorías en la calidad de agua y evitando enfermedades al caserío.

Sánchez (2019) en su investigación evaluó el aporte de contar con un dispositivo de cloración por goteo y como contribuye al mejoramiento del agua. En la actualidad, el ámbito rural en gran mayoría en los anexos solo cuenta con un suministro de agua entubada sin desinfección, teniendo datos del Censo de Población y Viviendas un 56% de viviendas con acceso de agua dentro de la vivienda, 25,2% se prevé de cisternas, y el 18% consumen de captaciones, ojos de agua, acequias y ríos. Con la deficiencia que existe una ausencia en el tratamiento para el servicio de agua potabilizada. de tal motivo, se realizó una investigación explicativa con un diseño prospectivo, y cuasi experimental de tipo aplicada.

El muestreo fue no probabilístico, escogiendo para el análisis a la JASS de la localidad Oxapampa de la Provincia de Oxapampa, la cual para el trabajo de investigación fue de 06 localidad con 43 viviendas que será beneficiarias de dicho lugar. Por lo tanto, los resultados positivos influenciaron en el dispositivo de cloración con la calidad del agua de la Provincia de Oxapampa, Pasco. Mejorando el porcentaje en la mejora en la calidad de 48% a un 90% estando en los límites permisibles de acuerdo la norma técnica, llegando un 42% con la instalación de un dispositivo de cloración por goteo y logrando mejorías para la salud de los pobladores que eran afectados consumiendo un agua contaminada.

En conclusión, con la implementación del dispositivo de cloración mediante goteo se obtiene resultados favorables al agua potable siendo segura y sostenible a la población, la misma que se respaldan con una mejor calidad de agua para ser consumidas por la comunidad, contando de un 48% y llegando a obtener un 90%, llegando al 42% en progreso a la calidad del agua con un sistema de cloración mediante goteo de la ciudad de Oxapampa, Provincia de Oxapampa, Pasco. Además, se calculó la cantidad de cloro en peso para la desinfección de toda la red de abastecimiento, facilitando el correcto mantenimiento y limpieza, control de los residuos y plagas que pudiera existir llegando a prevenir la contaminación del agua, y así en cumplimiento con la estandarización de la norma peruana en vigencia para que el dispositivo de cloración mediante goteo idóneo en los parámetros de calidad de agua potable.

Salazar (2019) se evaluó la eficiencia de los sistemas de cloración convencionales y de tipo por goteo para el tratamiento de agua potable. Actualmente, las familias rurales la desinfección del agua potable no es cotidiana en la población, ya que carecen de la sensibilización frente a los peligros que puede ocasionar al consumir agua contaminada, adicionalmente, los pocos recursos que existe en las poblaciones rurales para contar con un sistema de distribución al 100 %, los equipos, los insumos y la implementación del dispositivo de cloración. Por esta razón, se realizó un estudio experimental.

La recolección de datos se realizó en 03 sistemas de cloración de agua potable de la Ciudad de Cajamarca; con las particularidades de cloración con hipo clorador y cloración por goteo adaptado. Por lo tanto, los resultados fueron, el cloro residual presente en el agua, el pH y la turbiedad presentado en cada una de ellas, siendo la cloración por goteo adaptado la que obtiene mejor eficiencia en los análisis realizados ofreciendo una cloración superior al 0.5 mg/L y es permanente, además la turbiedad el resultado es muy bueno obteniendo un 5UNT (Unidades Nefelométricas de Turbidez), y sobre el Ph el análisis se encuentra en un nivel muy óptimo para consumo humano obteniendo un pH de 7.0 neutro, y, según la normativa DS N° 031-2010-SA los resultados arrojados son los permitidos.

Respecto al sistema de cloración convencional (Hipoclorador), obtuvieron una cloración deficiente por debajo de lo permitido que obtiene un 0.5 mg/L, siendo los primeros días perjudiciales para la humanidad ya que contiene mucho cloro y a partir del quinto día la ausencia de cloro residual y con respecto a la turbiedad, es deficiente llegando a 20 UNT (Unidades Nefelométricas de Turbidez).

En conclusión, se pudo comprobar la hipótesis que el sistema convencional evaluado presente es menos eficiente que un dispositivo de cloración por goteo, siendo la dosificación de cloración la más estable produciendo que no se supere los límites permisibles normados en cuanto a la turbiedad, consiguiendo la satisfacción de la población consumiendo un agua de calidad. Asimismo, para mantener el agua de calidad sea constante la dosificación y monitoreo del cloro residual, deberá contar con el operador

capacitado y conservar los índices adecuados acorde a la normativa y las propuestas de la Organización Mundial de la Salud.

Landeo (2018) evaluó en qué nivel favorece el proceso de goteo y la eficacia del cloro residual luego de la implementación del sistema de cloración en las localidades rurales. Años anteriores se aplicaba y usaba el hipoclorador por los que prestaban el servicio de saneamiento de agua en los lugares rurales, actualmente algunos siguen el mismo procedimiento de usar el hipoclorador que es un aparato útil para realizar la desinfección y cloración del agua para ser potabilizada, llegando a un 33 % de hipoclorito de calcio, consiguiendo poca efectividad. Por esta razón, se realizó una investigación con un método descriptiva, mediante un diseño descriptivo correlacional y de tipo aplicativa. La toma de muestra fue no probabilística de carácter intencional, siendo los sistemas de abastecimiento en las comunidades alejadas de las localidades de Huancavelica, las que serán estudiadas en la investigación.

Por lo tanto, los resultados fueron: que realizados un comparativo entre cloración por el método de goteo con flotador adaptado y el método de goteo por embalse, la cloración por el método de goteo, el 99% luego de realizado el análisis de cloro residual en la red de distribución al inicio se encuentran entre (0.71mg/l debajo del 0.5%; 1.03mg/l arriba del 0.5%). Asimismo, el 99 % de cloro residual al medio de la red se encuentra entre (0.67 mg/l encontrándose debajo de 0.5%; 1.01 por encima del 0.5% mg/l); y en el final de la red los resultados fueron iguales al 99% de cloro residual encontrándose entre el (0.57 mg/l que está debajo de 0.5%; y 0.5% arriba del 0.91 mg/l), es decir, que la cloración por el método de goteo, el cloro residual se encuentra dentro de lo permisible indicado en el reglamento de la calidad de agua para consumo humano, favoreciendo con su instalación del dispositivo de cloración en las zonas rurales por la eficiencia del cloro residual.

En conclusión, el procedimiento del sistema de cloración por goteo con flotador obtiene mejores resultados de cloro residual a diferencia del sistema de cloración por goteo por embalse que adquiere menores resultados; con relación al dispositivo de cloración por goteo con flotador se encuentra entre los límites permisibles según la normativa encontrándose entre el 0.5 mg/l– 1mg/l. llegando a favorecer

significativamente la implementación de la instalación del sistemas en localidades rurales comprobando la eficiencia del cloro residual.

Jorge (2017) Explico sobre la obtención de agua potable sostenible con la implementación de un sistema de cloración por goteo. En la actualidad, la cantidad de la población que se enferma por no contar con la calidad de agua adecuada y por qué muy pocos tienen acceso al abastecimiento fluido, ya que, es común para la población en los sectores de los ámbitos rurales las grandes distancias de recorrido para poder disponer de agua, no siendo adecuado por no ser agua potable, llegando a ser contaminada por las bacterias que puede generar los animales, la personas que transitan por la captación y enfrentándose a riesgosas y peligrosas enfermedades generadas por el agua.

Por tal motivo, se realizó la siguiente investigación con un análisis – síntesis observación y experimentación, mediante un diseño experimental, con un nivel de investigación descriptiva – experimental. La toma de muestra fue de conveniencia, siendo el muestreo en el distrito de Palcamayo, que se encuentra conformada por 09 JASS.

Por lo tanto, los resultados de la investigación indican que con la implementación de una nueva metodología de cloración permanente en la localidad Ochogacocha siendo positiva en la gestión administrativa con una adecuada infraestructura, operación y mantenimiento. Asimismo, con la operación y mantenimiento del sistema de cloración de agua genera cambios con respecto a los parámetros de cantidad y distribución con la finalidad de presidir una cantidad de agua y que sea constante.

La calidad del agua y contando con los resultados se deberá realizar de forma continua y permanente la cloración en el reservorio de 1.00PPM y la red de distribución el 0.5PPM eliminando la existencia de bacterias u otros agentes contaminantes en el agua.

En conclusión, se obtiene un suministro de agua potable sostenible con la metodología de cloración utilizada, mejorando las condiciones de vida al consumidor, llegando a tener un tratamiento de agua adecuado, con un 99% y obteniendo partículas de cloro residual en la red, Así, garantizando una calidad de agua aceptable.

Figueroa (2018) Elabora un modelo convincente con la implementación de tecnologías de cloración dependiendo al tipo de suministro de agua, con la finalidad de mejorar la calidad de vida de las diferentes localidades del distrito de Salas. existiendo 91 centros poblados la cual solo tres anexos consumen agua clorada y teniendo en cuenta que los lugares que tienen instalado el sistema de cloración fueron implementados entre el año 2012 y 2013 además por el descuido de los directivos lo hacen deficiente la cloración con el hipo clorador, Por otro lado, 88 localidades hasta la fecha carecen de una instalación de un dispositivo de cloración.

Por esa razón, se realizó un estudio de investigación con un método analítico y Sintético, Deductivo, la cual realizarán una evaluación del estado situacional de los distintos sistemas de cloración ya instalación y obtendrán conclusiones sobre las adecuadas y optimas métodos de cloración. El muestreo se realizó en las 03 localidades que cuentan con el dispositivo de cloración.

Es por ello, que se propone implementar diferentes dispositivos de cloración para su instalación, todo va depender del sistema de agua potable que cuenten cada localidad, teniendo en cuenta si cuentan o no con planta de tratamiento, como en algunas localidades se recomienda que la instalación sea mediante un dispositivo de cloración por goteo con flotar o con un estanque doble. En caso que el suministro de agua sea mediante bombeo se propone utilizar una tecnología de dispositivo de cloración con bomba dosificadora de cloro

Por otro lado, lo que no puede pasar desapercibido por ser importante para controlar la solución clorada y no se pierda cuando el reservorio se encuentre lleno, es necesario colocar dentro del reservorio una válvula flotadora para así mantener el cálculo de cloro necesario para el caudal calculado.

En conclusión, que los dispositivos de cloración por goteo son adecuados su uso para el sistema de abastecimiento por gravedad, en caso para el sistema por bombeo debe usarse unas bombas dosificadoras ya que es necesario de energía y presión constante.

1.3. Fundamentación científica

Con respecto a la base teórica, se ha realizado una búsqueda de concepto de diferentes autores que permite fundamentar la variable sistema de cloración y calidad de agua potable con sus respectivas dimensiones.

Sánchez (2019) define un sistema de cloración por riego por goteo auto compensante como desinfectante de agua potable, puede ser utilizado en forma de gotitas o directamente rociado en un tanque de almacenamiento agregando permanentemente una pequeña cantidad de solución de cloruro. Logrando que el agua obtenga una desinfección eficiente y certificando la existencia del cloro especificado dentro de la normativa. Además, mencionó que se trata de un conjunto unificado de intervenciones de tipo físico, químico y biológico, cuyo propósito es reducir y eliminar contaminante de propiedades indeseables presente en el agua, ya sea natural o suministrada.

Figuroa (2018) menciona que la cloración se realiza con el fin de eliminar o reducir cualquier organismo patógeno presente en el agua y este procedimiento se realiza mediante baja concentración de cloro siendo realizados en el reservorio de agua, el insumo se encuentra como diversos tipos de cloro a emplear como pueden el cloro gas, el hipoclorito de sodio, el hipoclorito de calcio en proporciones que varían entre 65% - 70%.

Pivaque (1998) define como el sistema de cloración como el proceso de desinfectar el agua empleando sustancias o compuestos de cloro. Siendo un ejemplo el gas cloro que regularmente se usa en reservorios.

Chauca y Orozco (2012) define cloración de agua como una intervención de mucha importancia y que evita ser cuestionable ya que puede asegurar una mayor protección contra los peligros y riesgos de adquirir alguna infección a causa del agua y esto se le denomina desinfección y se compone por una pared eficaz de numerosos patógenos (principalmente los microorganismos o bacterias) en el transcurso del procedimiento del agua de consumo. Este procedimiento se aplica generalmente cuando existe contaminación en el agua, o cuando no puede ser potabilizada y no es de forma permanente. Se debe emplear en diferentes tipos de agua sea superficiales o subterráneas

presentadas en la contaminación ya que de todas maneras existirá un porcentaje de contaminación. La cloración residual se emplea como defensa frente a la contaminación en densidades descendientes de microorganismos y su propagación en la red de distribución.

GRP (2012) nos menciona que la cloración de agua la cual se realiza aplicando cloro al agua con la finalidad de extraer y eliminar los gérmenes o patógenos de los microorganismos que afecta a la salud generando enfermedades y que se mantienen dentro del agua. Se realiza el tratamiento para que sea consumida por la población. Además, para realizar el tratamiento existen una serie de requerimientos necesario y se deben cumplirse para proceder la cloración del agua.

DIGESA (2011) menciona que el agua potable de calidad como la decisión del proveedor en determinar la calidad de agua potable suministrada, ya que, en el Perú, se tiene un reglamento donde se debe cumplir estándares para ser potabilizada, emitido por el MINSA, donde se indica los requerimientos mínimos a ser cumplidos y evaluado mediante la entidad encargada de las pruebas de calidad de agua, la cual se basa en el control de presencia de bacterias.

RNE (2018) indica que la calidad de agua deberá evaluarse antes de la construcción del sistema de suministro de agua. Debido a que el agua en la naturaleza varia con el contenido de impurezas dependiendo de tipo de fuente que se tiene. Cuando las impurezas exceden los límites permitidos, el agua debe tratarse antes de su consumo. Caso contrario si el agua no contiene elementos nocivos a la salud no tiene por qué ser rechazadas para ser consumida. Además, las particularidades físico-químicas y las bacterias del agua la hacen aptos para ser potabilizados, sin afectar la salud, ni las apariencias

Mendoza (1976) señala, la calidad de agua es el conjunto de propiedades existentes en el agua que pueden traer complicaciones a su adaptabilidad a una utilidad específica, las necesidades que tienen los pobladores para mejorar las condiciones de vida están relacionadas a la calidad de agua. Además, la calidad de agua se define por los contenidos sólidos y gases, que se aprecian de manera visible en una suspensión o en una solución.

OPS (2001) Menciona que la calidad de agua es relativa y se encuentra relacionado con la gran importancia que se tiene en el universo con el uso del agua. O sea, que una fuente de agua se encuentre limpia va servir para los seres vivos, como para los animales y para la humanidad.

García (2014) Define como la calidad de agua al criterio o relación de cuantificar la exposición y efecto basado en resultados científicos entre el nivel de alguna variable de calidad de agua y los peligros potenciales para la salud agrupados con su uso. Además, menciona que se debe realizar una evaluación que puede generar variaciones en su aplicación que pueden originar su calidad y se maneja mediante parámetro e indicadores para verificar la calidad.

OMS (2006) Menciona que la calidad de agua debe estar libre de sustancias contaminantes y no ser un transmisor de enfermedades a los que consumen. Siendo de importancia universal la salud, viendo la cantidad que abastece a la población se requiere de una especial y mayor atención. Por lo contrario, los países con mayor desarrollo se han descuidado con la calidad del agua y no tuvieron precaución a las enfermedades que causaría el origen hídrico. Ya que debería contar con un mayor acceso al servicio de agua y garantizando a la comunidad a consumir agua segura y lamentablemente esto no sucede teniendo en consideración que incumplen las normas de potabilidad, aunque cuenten con una conexión mediante tuberías y acometidas domiciliarias.

2. Justificación de la investigación

El agua potabilizada es esencial por la totalidad de la humanidad universal, ya que ayuda a mejorar la salud, el crecimiento social y económico, por el cual se busca identificar la necesidad de perfeccionar la calidad de agua y conseguir una satisfacción inmediata de la comunidad con un consumo de agua potable sostenible y limpia, de esta manera lograr una condición de vida mejorada en la población del anexo de Santiago de Coto. Además, con esta implementación del sistema de cloración mantendremos a la población a prevenir una salud más segura comenzando a mejorar las condiciones de vida para la población beneficiarias, además los recursos económicos que se generaba por las enfermedades parasitarias en los niños, adultos mayores y demás se reducirán notoriamente.

La finalidad de esta investigación se desarrollar una técnica para mejorar las condiciones de vida de las poblaciones de diferentes comunidades y anexos de la provincia de Tarma. Es necesario resaltar que hay un riesgo que, al consumir agua con una pequeña o nula presencia de cloro, y es de suma urgencia realizar trabajos de concientizar a la población para prevenir las posibles enfermedades que genera la presencia de parásitos en el agua, objetivo que se puede conseguir con permanentes capacitaciones a los operadores encargados de realizar la dosificación en la captación y reservorio de agua con un control estricto de parte de la entidad responsable.

Por ello, es relevante mencionar que actualmente en la provincia de Tarma existen algunas investigaciones realizadas en diferentes centros poblados con similares condiciones donde ya se han implementado un sistema de cloración de agua y obtuvieron muy buenos resultados con respecto a la calidad de agua y alcanzando a consumirse por la población, además mejora las condiciones de vida en el lugar de intervención y generando mayor satisfacción por el servicio prestado.

La investigación tiene como objetivo implementar un dispositivo de cloración por goteo para un sistema de agua potable de calidad en el anexo de Santiago de Coto, ya que se tiene de conocimiento el estado actual que cuenta el sistema de abastecimiento en dicho lugar, la cual nos permitirá conocer las deficiencias que tenían desde varios años atrás,

generando malestar en la población por el descuido de las autoridades competentes. Las repercusiones de esta investigación es que brindara la solución a los problemas existentes, buscando establecer una alternativa de solución a la ineficiente potabilización de suministro en la localidad de Santiago de Coto, en el distrito de Acobamba. Es decir, de acuerdo a los resultados obtenidos con el sistema de cloración por goteo se establecerá estrategias para así poder superar cualquier problema en otro sector del ámbito rural.

En el marco metodológico, se utilizó dos instrumentos que han sido aplicado a la población del anexo de Santiago de Coto, la cual permitió conocer si los habitantes se encuentran satisfechos con el servicio que reciben del abastecimiento de agua potable siendo la calidad que determina y explica la relación de las variables del estudio. La investigación tiene relevancia social porque los principales beneficiarios serán los habitantes que pertenecen al sector del ámbito rural, ya que en el futuro los sectores que aún no cuenten con un sistema de abastecimiento de agua incluyendo el dispositivo de cloración tendrán la oportunidad de implementar con un eficiente sistema de cloración por goteo con el fin de poder consumir agua potable de calidad y mejorando la calidad de vida del ámbito rural.

De la misma manera, la intervención de la Municipalidad Distrital de Acobamba conjuntamente con el área ATM que apoya al desarrollo de los anexos siempre debe lograr que la percepción supere la expectativa de la población y se podrá decir que se está prestando un servicio de agua garantizando la calidad. En el presente estudio, nos enfocamos como una entidad perteneciente al gobierno local que busca encontrar en el abastecimiento de agua en óptimas condiciones y mejorando notablemente con la implementación del sistema de cloración y está generando agua de calidad para consumo humano, garantizando agua segura a su población y satisfaciendo las necesidades de los servicios de saneamiento; por ese motivo, se estableció modelos de implementación de sistema de cloración por goteo para evaluar la eficacia en los sistemas de abastecimiento y cómo influye en la satisfacción de la población.

3. Problema

Problema General

¿Cómo realizar la implementación del sistema de cloración por goteo para obtener un sistema de agua potable de calidad en el anexo de Santiago de Coto, Acobamba - 2020?

Problemas Específicos

¿Cuál es la caracterización del sistema de agua potable en el anexo de Santiago de Coto, Acobamba -2020?

¿Cuál es la calidad del sistema de agua potable en el anexo de Santiago de Coto, Acobamba -2020?

¿Cómo proponer un óptimo mantenimiento del sistema de abastecimiento y dispositivo de cloración en el anexo de Santiago de Coto, Acobamba – 2020?

4. Conceptuación de las variables

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES
IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CLORACIÓN POR GOTEO PARA
UN SISTEMA DE AGUA POTABLE DE CALIDAD EN EL ANEXO DE
SANTIAGO DE COTO, ACOBAMBA 2020

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Escala de medición
V. 1. Dispositivo de Cloración	es un proceso de eliminación y/o inactivación de microorganismos y organismo que pueden ser patógenos para el ser humano y que se encuentra normalmente en el agua. (Hinostroza, 2008)	Es la evaluación de la implementación y el efecto de servicio de la población	Tratamiento Operación Mantenimiento	Ordinal
V. 2. Agua Potable de Calidad	La calidad del agua es mantener los límites de las propiedades físicas, químicas, microbiológicas y los parasitológicos del agua para que pueda ser potabilizada y consumida por la población. (Tiza, 2020)	Resultado general sobre la calidad con el valor esperado del servicio.	Calidad Expectativa	Ordinal

5. Objetivos

Objetivo general

Implementar un sistema de cloración por goteo para obtener un sistema de agua potable de calidad en el anexo de Santiago de Coto, Acobamba - 2020

Objetivo específico

Caracterizar el sistema de agua potable en el anexo de Santiago de Coto, Acobamba - 2020.

Analizar la calidad del agua a partir del dispositivo de cloración por goteo en el sistema de agua potable en el anexo de Santiago de Coto, Acobamba – 2020

Proponer el mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua y dispositivo de cloración por goteo en el anexo de Santiago de Coto, Acobamba – 2020

II. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Tipo de estudio

La investigación es de tipo aplicada, como menciona Carrasco (2005), para generar una mejora y afianzar la gestión de agua es necesario percibir y dar solución por parte de la población al uso y manejo del agua.

En función a lo mencionado línea arriba la investigación busca una alternativa de solución a la deficiencia de la calidad de agua que tenía el anexo de Santiago de Coto del distrito de Acobamba, pues la cantidad de elementos biológicos sobrepasaban lo permisible por la normativa vigente.

2.2. Diseño de investigación

El Método aplicarse para la presente investigación pertenece al diseño cuasi experimental, que según Hernández (2010) menciona que el diseño cuasi experimental puede contener una o más variables dependientes e independientes.

Además, la investigación cuasi experimental se encuentra en medio de una investigación experimental y un estudio observacional. Debido a esto se tiene en cuenta los resultados de la variable dependiente es la implementación de sistema de cloración para comprobar que existe mejora en la calidad del agua para ser consumida.

2.3. Método de investigación

La investigación realizada es del tipo descriptivo, ya que según Marroquín (2000), menciona que se recogerán datos del lugar del estudio, estos no serán manipulados ni alterados. Además, el método utilizado es longitudinal; debido a que se evaluarán los resultados en un determinado tiempo, además, según Hernández y Mendoza (2018) la investigación recopila de información de un determinado tiempo, para visualizar las inferencias a través de la evolución del problema identificado, analizando sus causas y efectos. Asimismo, se desarrolló un estudio explicativo ya que se presente establecer criterios y las consideraciones que se tomaron para la implementación del sistema de cloración.

III. METODOLOGÍA DE LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA

3.1. Análisis Situacional

La Municipalidad Distrital de Acobamba, se ubica en el Distrito de Acobamba y Provincia de Tarma, departamento de Junín; dicha entidad local cuenta con un área dentro de la Gerencia de Desarrollo Urbano, Rural y Obras llamada área técnica municipal (ATM) que está dentro de la estructura orgánica de la municipalidad, el área de ATM responsable de conformar las juntas comunales, prestadoras de servicios de saneamiento (JASS, juntas u otras formas de directivas), así como de fiscalizarla, supervisar y apoyar con la asistencia técnica asegurando un sostenible servicio de agua en los lugares rurales.

El programa Nacional de Saneamiento Rural (PNSR), el objetivo es honrar el compromiso del gobierno en ayudar a las comunidades desfavorecidas en las zonas rurales con agua y saneamiento mejorados y sostenibles. Por lo tanto, el PNSR es un líder en servicio público e intervención, sino también un ejemplo de liderazgo y desarrollo para garantizar una mejor agua y suministrarla para las personas que habitan en las localidades rurales.

Siendo la indicación más evidente que, después de muchas décadas, los ciudadanos de las zonas rurales son el centro de la política para ser incluidos a la sociedad que ahora representa las prioridades políticas del Gobierno y del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS).

Por tal motivo, el Área Técnica Municipal de la Municipalidad Distrital de Acobamba deberá cumplir con la meta 5 denominada “Aseguramiento de la calidad y sostenibilidad de la prestación del servicio de agua para consumo humano” debiendo cumplir con 4 actividades.

En tal sentido, el anexo de Santiago de Coto, del Distrito de Acobamba es uno de sectores que serán intervenidos en el presente año, ya que cuenta con un sistema en estado regular, teniendo un Sistema de Gravedad Sin Tratamiento (SGST), que capta agua subterránea de manantial en ladera; Beneficiando a 54 familias.

El lugar de intervención es la Ciudad de Acobamba, Tarma, Junín.

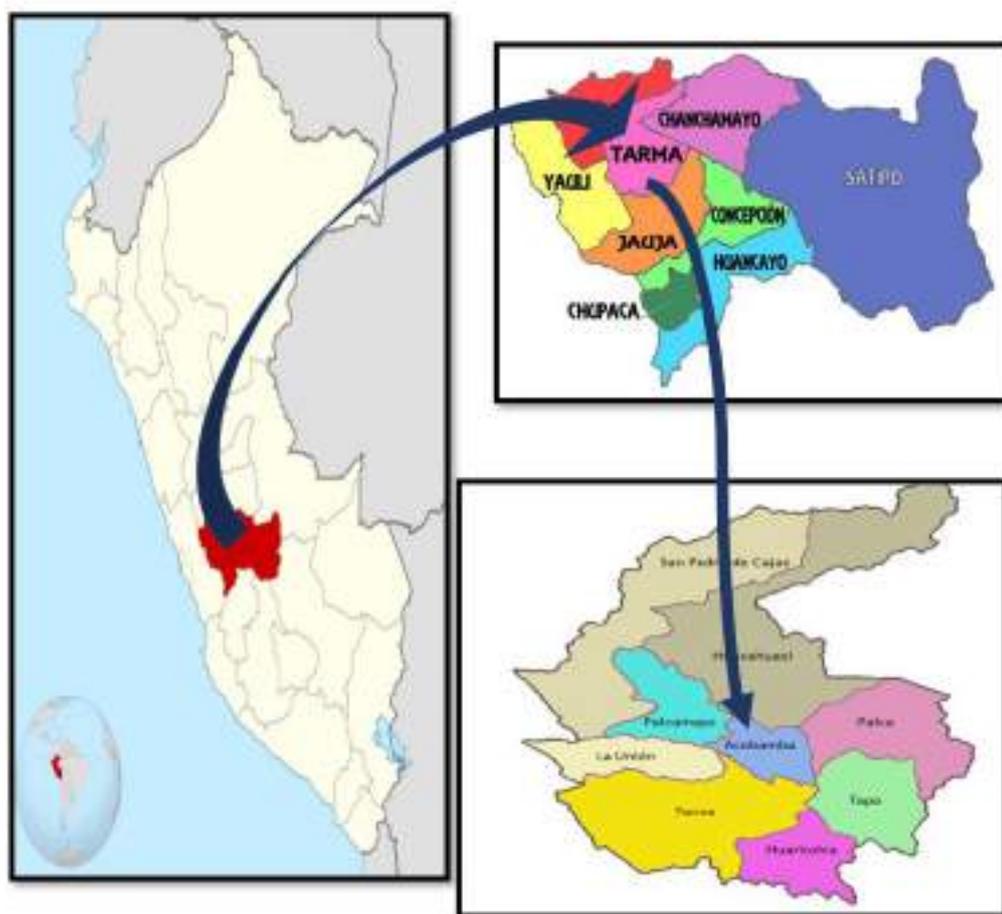


Figura 1. Ubicación del lugar de intervención en el Distrito de Acobamba
Fuente: Elaboración Propia



Figura 2. Micro localización del Proyecto en el Anexo de Santiago de Coto

Fuente: Elaboración Propia

3.2. Base Teórica

3.2.1. Agua potable en la zona rural

GIZ (2017) en el País, la zona rural son cuya población que no excedan de los dos mil pobladores y no estén registrada en una EPS (Empresa Prestadora de Servicios). Que dicha clasificación se cumple mediante Ley General de los servicios de saneamiento Ley N°26338 y su reglamento del TUO, asimismo el DL N° 1280 que aprueba la Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento.

Jorge (2017) La finalidad del sistema de agua es abastecer una comunidad determinada; pudiendo ser sistemas convencionales y no convencionales. Los sistemas convencionales ofrecen agua potable mediante un acceso a la red domiciliaria, realizando un proceso con la red del agua potable en cantidades y de buenas características según requiere la normativa para el diseño. Cada domicilio es abastecido a través de una conexión domiciliaria. Se cuentan con sistemas por gravedad con o sin tratamiento así también como el de bombeo.

Además, de las distintas condiciones que se presenten se podrá recurrir a las diferentes fuentes de abastecimiento de agua para su utilización siendo, el agua superficial, agua de mar, agua subterránea, agua de lluvia u otras.

En las zonas rurales son usuales la utilización de agua superficiales y las aguas subterráneas.

El agua superficial, son fuentes que generalmente están disponibles en cantidad suficiente para abastecer sistemas colectivos de abastecimiento de agua, sin embargo, suelen presentar alta contaminación porque son las fuentes más expuestas a las actividades humanas y naturales. Estas fuentes permiten proveer de un sistema colectivo de abastecimiento, el cual está formado por un conjunto de instalaciones que se construyen para captar, transportar, potabilizar y distribuir de una forma más permanente el agua, en una magnitud requerida con mayor presión del fluido para poder garantizar una distribución más completa y con una calidad de servicio oportuno para todos los usuarios (GIZ, 2017).

El agua subterránea, son afloramientos naturales de aguas subterráneas que se presentan en una ladera o fondo de un valle, debido a fallas geológicas o fisuras de roca. Se clasifican de acuerdo a su ubicación en manantiales de ladera y manantiales de fondo, los primeros afloran con flujo horizontal, mientras que los segundos con flujo ascendente hacia la superficie. A su vez ambos pueden presentarse de manera concentrada o difusa.

Para un sistema no convencional, el SAP es un esquema que se compone por uno o un conjunto de fuentes de agua y que habitualmente demanda el traslado, la acumulación y finalmente realizar la desinfección del agua dentro de las viviendas. (GIZ, 2017). Ver figura 3.

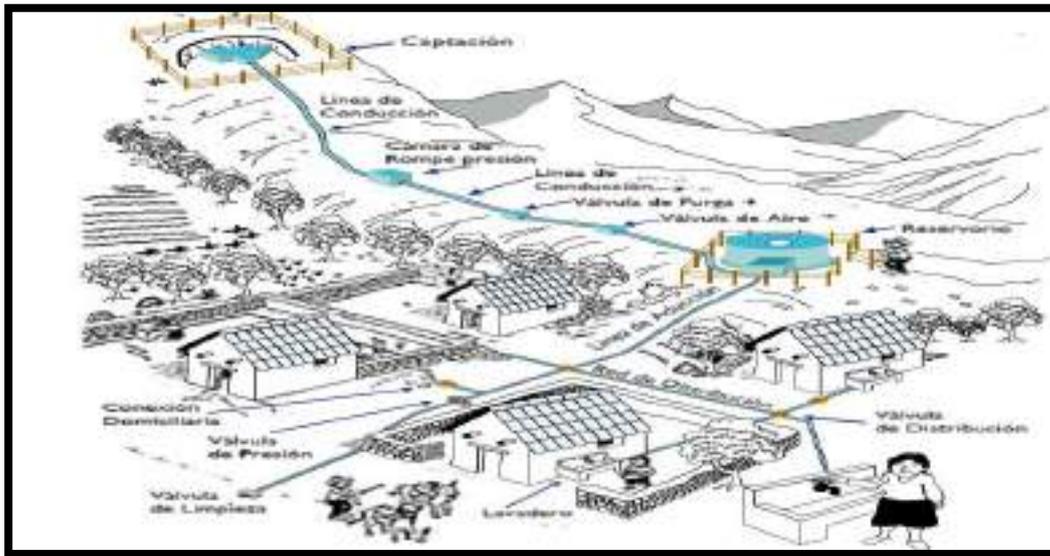


Figura 3. Sistema de Agua Potable Convencional
 Fuente: *Construcción y saneamiento* (2015)

El sistema de agua potable convencional se compone de lo siguiente:

➤ **Captación de agua**

Sánchez (2019) Componente diseñado a almacenar agua en un pequeño reservorio. Generalmente hay dos tipos de fuentes de agua que son las: fuentes subterráneas (pozos o llamados también ojos de agua) y fuentes superficiales. Visualizar la figura 4.

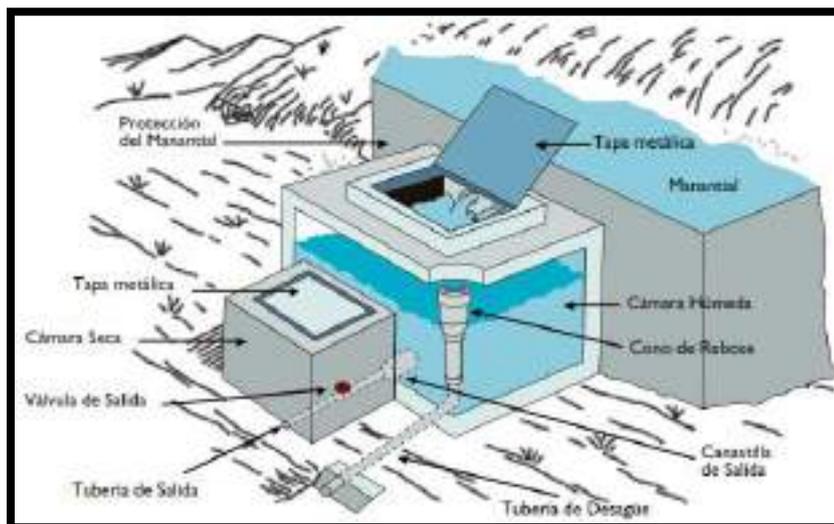


Figura 4. Captación de agua subterránea
 Fuente: *Construcción y saneamiento* (2015)

➤ Línea de conducción de agua

Tiza (2020) compuesto por tuberías, válvulas que reducen la presión, válvulas de aire y otros sistemas que conduce el agua extraída desde la fuente hasta la unidad de tratamiento de agua (PTAR, en caso corresponda).

Según Revelo (1977) menciona que es una instalación que conduce el agua mediante tuberías desde la captación hacia el reservorio, debiendo cumplir con los requisitos de prestación para el día de máximo consumo, lo que garantiza la eficiencia y calidad del sistema. Por las situaciones topográficas existentes en la región, estas te permiten que la tubería de conducción sea por gravedad o mediante bombeo según sea el caso. Al sistema de bombeo se puede realizar el traslado del agua a presión y se le llama como línea de impulsión. Ver gráfico 5.

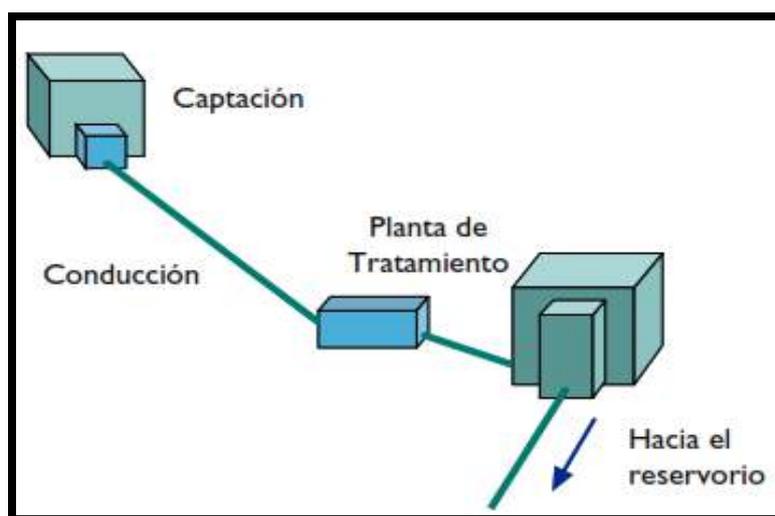


Figura 5. Línea de Conducción de agua
Fuente: Construcción y saneamiento (2015)

3.2.2. Componentes destinados para el almacenamiento y red de agua

➤ Reservorio

Jorge (2017) Infraestructura considerada como reservorio. La finalidad del reservorio es el almacenamiento de agua a una cantidad determinada para el abastecimiento según el cálculo de demanda durante la disminución o escasez del agua, además controlar la

presión en los diferentes puntos de la red de distribución. Sea el caso que no cuente con una PTAR, se realiza el procedimiento en forma directa de la desinfección.

Landeo (2018) Se construye en el punto más alto del lugar para tener la función que el agua descienda por gravedad. En algunos casos la construcción de los reservorios lo realizan a nivel de las viviendas y son elevadas con torres metálicas o de concreto para que así, el agua alcance una pendiente adecuada para su distribución. Al contar con un reservorio nos estamos asegurando tener suficiente agua cuando el consumo sea mayor y también nos ayuda a contar con reserva del agua.

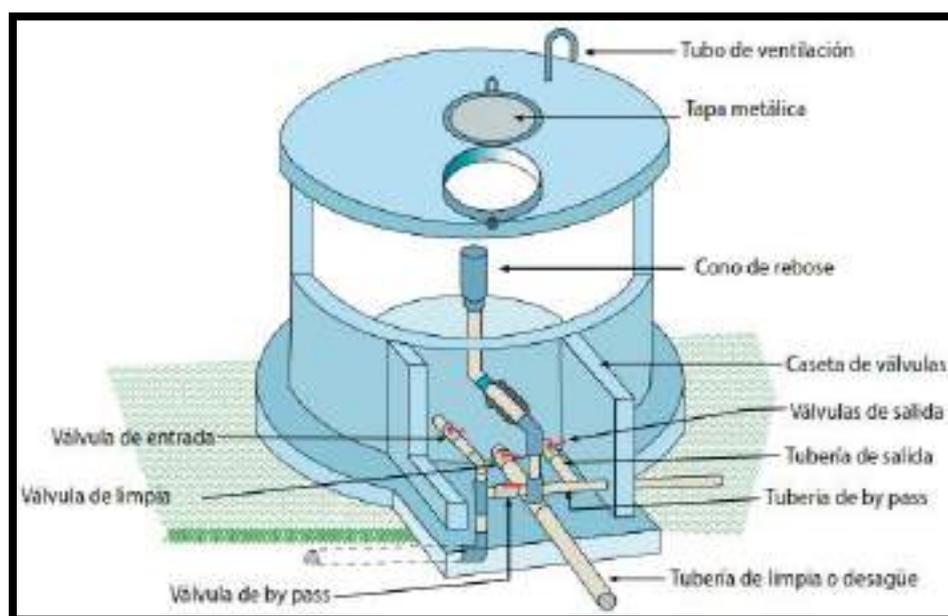


Figura 6. Línea de Conducción de agua
Fuente: *Construcción y saneamiento (2015)*

➤ **Línea de aducción de agua potable**

Según GIZ (2017) Consiste en un sistema de tuberías, válvulas y otros accesorios que se unen para llevar el agua potable al reservorio y desde ahí abastecer mediante la tubería de la red de conducción a las viviendas. Como se puede ver en la figura 7.

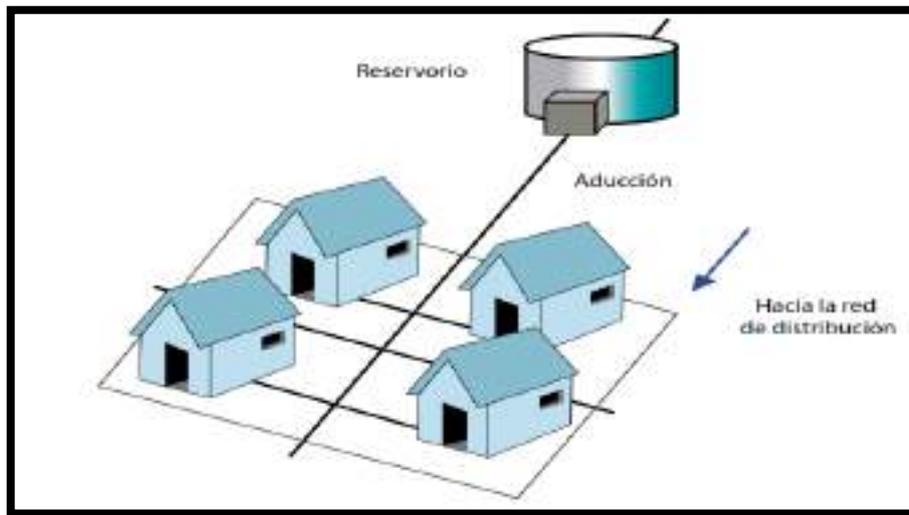


Figura 7. Línea de Aducción de agua
 Fuente: Construcción y saneamiento (2015)

➤ **Red de Línea de Distribución del Agua Potable**

Según Landeo (2018) Son sistemas que componen de tubería que conforma las llaves de control, CRP y demás accesorios que incluyen a la red de distribución, todos los accesorios de la red de agua potable son distribuidos a cada usuario de la vivienda. La funcionalidad de la red es realizar repartición de agua potable a las viviendas, todo va depender del tamaño de la población y la forma de cómo se encuentran distribuidos, estas redes de distribución están conformado por una red matriz que distribuye el agua procedente de la conducción y reservorio y llega a las redes secundaria y estas se encargan de mantener de presiones según sea el tipo de caudal que se mantiene la cual puede variar por los desniveles y no sea por gravedad así tener un mejor funcionamiento correcto de todo el sistema. Ver la figura 8.

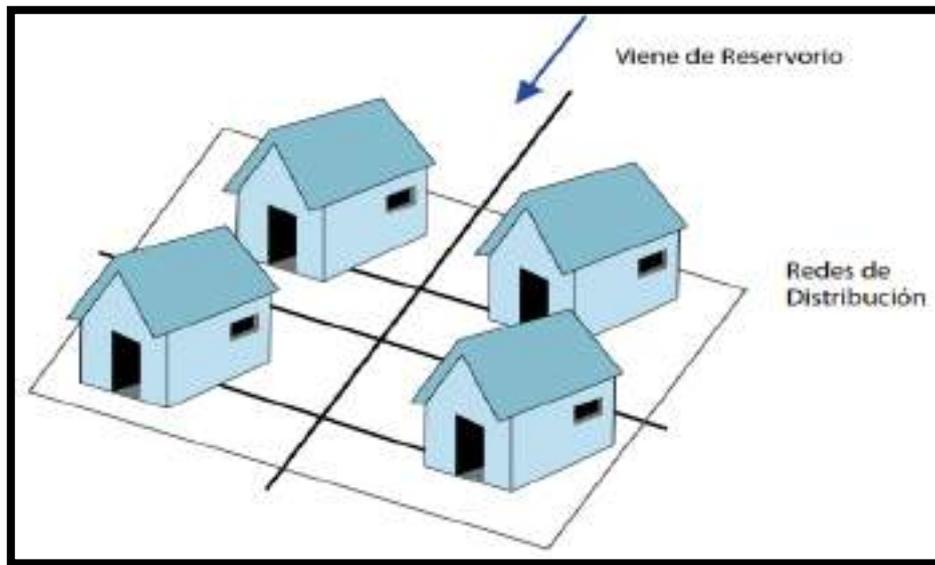


Figura 8. Red de distribución
Fuente: Construcción y saneamiento (2015)

➤ **Acometidas domiciliarias**

Según GIZ (2017) Llamada también conexiones domiciliarias que compone de conjunto de tuberías y accesorios y se encuentran ubicado generalmente en la vereda mediante una caja de suministro de las viviendas que son abastecidas, la instalación domiciliaria permite beneficiar a las viviendas con la prestación de agua. La responsabilidad de la JASS es instalar a la vivienda. Conociendo que según las normas técnicas las conexiones domiciliarias para las viviendas sean de media pulgada de tubería (1/2”), Ver figura 9.



Figura 9. Conexión domiciliaria

Fuente: Construcción y saneamiento (2015)

3.2.3. Fundamentos de la desinfección y cloración

➤ Desinfección del agua para utilizar en el consumo humano

La desinfección del agua es un tratamiento de gran magnitud que asegura la disminución de daño en el agua potable. El tratamiento es necesario en la red matriz de abastecimiento de agua (Landeo, 2018)

La desinfección trata de eliminar, extraer, desactivar las bacterias dañinas existentes en el agua antes que puedan ser consumidas por los usuarios. Estas acciones se realizan con desinfectantes químicos o físicos y debe haber en el agua un efecto de cloro residual, con la finalidad de destruir la contaminación y extraer los contaminantes orgánicos del agua y evitar riesgos a los consumidores (Jorge, 2017).

Se debe realizar un comparativo de las propiedades bacteriológicas luego de realizada los estudios y examinar la calidad de agua con el valor de los estándares específicos en la normativa vigente, y esto varía según el uso en la que se utilizara el agua. En tal sentido, es necesario evaluar si los resultados del monitoreo están dentro de los estándares de calidad del agua para ser potabilizada (Jorge, 2017).

➤ Características de un buen desinfectante

Según Landeo (2018) para una adecuada desinfección debe contener lo siguiente:

- ✓ Cuenta con una buena capacidad de destruir las diferentes bacterias que se encuentran en el agua mediante un determinado tiempo de estar en contacto.
- ✓ Evitar desperdiciar la técnica desinfectante del agua durante diversas condiciones de composición.
- ✓ Debe contener su capacidad desinfectante en una condición adecuada según la temperatura del agua

✓ La aplicación es fácil y sencilla, tanto como comprobar su concentración con relación al agua.

✓ Para posteriores desinfecciones se debe prever una protección residual como un efecto residual para eliminar las contaminaciones

Dependiendo de la situación local, las prestaciones del agua se brindan en las zonas rurales del País, y para asegurar las propiedades de los desinfectantes, también se debe tener en cuenta para que se presente un servicio lo siguiente:

- ✓ Por lo general son juntas conformadas por las comunidades y dentro de ellos puede o no haber personal de mano de obra calificada o llamado también maestro de obra.
- ✓ Cuentan con pocos recursos financieros y con limitado acceso al realizar la desinfección, sin los equipos y accesorios necesarios.
- ✓ Se encuentran en comunidades rurales pocos accesibles.

Asimismo, para una oportuna y correcta desinfección es necesario:

✓ Involucrar un desarrollo sencillo para su desinfección y monitoreo del cloro residual.

➤ **Desinfección y Cloración**

Según GIZ (2017) La desinfección del agua se puede llevar a cabo con aplicación de agentes físicos o químicos. Las que actúan como desinfectantes en general son de dos tipos que ayudan a destruir las bacterias:

✓ Esto provoca la corrosión de la pared celular de los microorganismos o variaciones en la absorción de la célula de los microorganismos.

✓ Variación en la actividad enzimática externas al microorganismo, por lo que promueve o come el macroorganismo, provocando la muerte y evitando que se multipliquen

El cloro es el más utilizado en los sistemas de abastecimiento de agua para poder eliminar todos los patógenos, además que se adaptan al ámbito rural, por su efecto residual, además es conveniente por su bajo costo y su aplicación es sencilla. (Jorge 2017).

➤ **Desinfección de los componentes de un sistema de agua potable**

Según el MINSA dentro del manual de Procedimiento técnico del Saneamiento, sus concentraciones para la desinfección de sistemas de abastecimiento de agua según indica la tabla 1.

Tabla 1
Concentraciones de cloro para desinfección de componentes del sistema de agua potable

Componentes	Concentración C= mg/L	Tiempo de retención (horas)	Peso del hipoclorito de calcio 65% (kg)	Cantidad mínima de agua para diluir el hipoclorito de calcio (L)
Captación	50	2 – 4	0.23 x m3	65
Buzón de reunión	50	2 – 4	0.23 x m3	65
Reservorio				
5 m ³	50	4	0.4	65
10 m ³	50	4	0.8	135
15 m ³	50	4	1.15	200
20 m ³	50	4	1.54	264
25 m ³	50	4	1.92	336
30 m ³	50	4	2.31	400
40 m ³	50	4	3.08	520
50 m ³	50	4	3.85	664
Más de 50 m ³	50	4	a	
Tuberías				
1" de 1000 mt	50	4	39 grs.	
1 1/2" de 1000 mt	50	4	88 grs.	
Pozos	50	4	a	

a = Para mayores volúmenes y, en general, cuando se dese conocer el peso requerido

Fuente: Guía para JASS de la Organización Panamericana de la Salud

3.2.4. Cloración como proceso de desinfección

➤ Cloración por goteo

Implica la purificación del agua potable con dosis de pequeñas concentraciones de solución cloro (siendo en gotas o chorros) al sistema de cloración o directamente en el tanque de almacenamiento. Con la finalidad de lograr una desinfección eficiente del agua y asegurando el cloro residual libre según indica la normativa. En este sentido, debemos conocer la trascendencia del estudio que estamos evaluando (Landeo, 2018).

pH del agua: concentración del valor medido de los iones H^+ en el agua. Depende del nivel de acidez que tiene el agua. Según el Ministerio de Salud si el pH se encuentra cerca de un valor neutro de 7 podemos decir que la cloración es efectiva y su sobrepasa a un pH de 8.0 la efectividad es limitada. teniendo muy en cuenta que debemos tener un pH que varíen entre 6.5 y 8.5 para que puedan ser potabilizada (Tiza, 2020).

Acido hipocloroso (HOCl): es un compuesto, que se origina por los efectos del agua con una solución de cloro, tiene un bajo peso molecular que le permitirá atravesar las paredes de las células bacterianas y tiene buenas propiedades micro orgánicas (Tiza, 2020).

Ion Hipoclorito (OCI⁻): Un compuesto que también provoca el efecto del agua con cloro. Resistencia antibacteriana muy baja. Su estado iónico ayuda a no pasar la pared celular (Tiza, 2020).

Compuesto de cloro: De todos los productos que contiene cloro como uno de los ingredientes, lo más utilizados son los desinfectantes de cloro gaseoso (Cl_2), el hipoclorito de sodio ($NaOCI$) y el Hipoclorito de Calcio ($Ca (OCI)_2$) (Tiza, 2020).

- Cloro libre: es una determinada cantidad de cloro disponible para eliminar las bacterias. Permanece como un residuo luego de tener efectos con el agua y puede eliminar bacterias. Se midió el ácido hipocloroso más el ion hipoclorito (Tiza, 2020).

- Turbiedad: característica la cual determina la capacidad para que rayo de luz penetren en el agua, y se considera unos parámetros de la calidad del agua (Tiza, 2020).

La OMS considera de 0.1 Unidad nefelométrica de turbidez (UNT) como límite máximo como resultado para mejorar el agua con la desinfección. El agua si llega a ser más turbia, la contaminación microbiológica o de contener otros contaminantes será de mayor riesgo. Si en caso tenemos más de 5 UNT, no es recomendable clorar agua.

Demanda de cloro: se define por una porción de cloro que se encuentra relaciona junto con el agua y es consumible, generando una reacción con las sustancias y eliminando los microorganismos que están presentes en ella.

- Cloro (Cl₂): una característica del cloro es amarillo verdoso, se reconoce por las condiciones de temperatura normal y de fuerte presión.

Adicionalmente, el cloro es usado para realizar la desinfección del agua para frenar el aumento de algas que son nutrientes para las bacterias, además controlar los olores, el color y el cloro ayuda a reducir diferentes compuestos como los accesorios dentro del reservorio y elimina gran porcentaje de fierro y manganeso ya que actúa como oxidante.

El cloro gas es un químico con mucha toxicidad, con las condiciones que producir daños permanentes, incluso puede llegar a la muerte, sea el caso que el tiempo de exposición se muy prolongado. Siendo el mayor medio de exposición la inhalación.

Tabla 2
Efectos tóxicos de cloro

Nivel de exposición	Efecto toxico
0.01 mg/L	Afecta la vida acuática
3.5 mg/L	Es detectable su olor.
Hasta 15 mg/L	Se irritan los ojos y respiratorias
50 mg/L	Efectos graves en cortos periodos de exposición
1000 mg/L	Efectos letales

Fuente: GIZ (2017)

La cantidad de cloro en peso por volumen de agua se relaciona a la concentración de cloro. La concentración se mide especialmente en lo siguiente:

En mg/l: 1 mg/l

En ppm: 1 ppm = 1 mg/l.

En % en peso: 1% significa 10,000 miligramos de cloro en 1 litro de agua.

La cual se refiere a cloro libre, por consecuencia, cuando manipulamos un producto que contiene cloro, lo primero que debemos conocer es el contenido de cloro que contiene ese producto. Según las diversas investigaciones se han evaluado la resistencia que puede generar los diversos microorganismos al cloro, en concepto de concentración para la desinfección y tiempo que debe estar en contacto. La eficacia de la desinfección con el cloro depende de los microorganismos en su gran mayoría si son resistentes y son neutralizados con el cloro.

Tabla 3

Valores de CT para reducir los microorganismos más comunes del agua

Tipo de microorganismo	Valor de CT para disminuir el 99% de microorganismos en el agua
Bacterias	CT99: 0.08 mg.min/L a 1-2°C y pH 7
	CT99: 3.30 mg.min/L a 1-2°C y pH 8.5
Virus	CT99: 12.00 mg.min/L a 0-5°C y pH 7 – 7.5
	CT99: 8.00 mg.min/L a 10°C y pH 7 – 7.5
Protozoos – Giardia (No destruye cryptosporidium)	CT99: 230.00 mg.min/L a 0-5°C y pH 7 – 7.5
	CT99: 100.00 mg.min/L a 10°C y pH 7 – 7.5
	CT99: 41.00 mg.min/L a 25°C y pH 7 – 7.5

Fuente: GIZ 2017

- Dosis del cloro

El componente para desinfectar varía según el tipo de agua que va hacer clorada. Esto debe decidirse antes de que el sistema de abastecimiento pueda funcionar. La toma de muestra con mayor exactitud requiere de un laboratorio y personal especializado. Es recomendable controlar el cloro al menos dos veces al año, dependiendo de la composiciones químicas y físicas del agua para realizar la desinfección. O sea, entre la temporada de lluvias y temporada de sequía (sin lluvia).

La normativa establece que el cloro residual libre en la presencia de agua debe ser de 0.50 mg/L como límite permisible para que puede ser categorizado como consumo humano debiendo ser obligatoria la aplicación de la misma. Por ende, la dosificación de la solución de cloro será:

$$\text{Demanda de cloro (mg/L)} + 0.50 \text{ mg/L} = \text{Dosis cloro (mg/L)}$$

➤ **Decreto Supremo N° 031-2010-SA – Reglamento de la Calidad de agua para consumo humano**

En el título I, artículo 1° de la finalidad, menciona las disposiciones generales de la normativa a la gestión de la calidad del agua para el consumo humano, con el fin de garantizar la inocuidad del agua, la prevención de factores de riesgo para la salud, así como la protección y mejora de la calidad del agua en beneficio de la población. Y en el artículo 2° con mejoras a la ley N° 26842 – Ley General de Salud, el reglamento tiene como objetivo regular los siguientes aspectos.

1. Gestión de la calidad del agua
2. Vigilancia del saneamiento del agua
3. Control y seguimiento de la calidad del agua
4. Inspección sanitaria, permiso, registros y aprobaciones sanitarias respecto a los sistemas de abastecimiento de agua para uso humano
5. Las necesidades físicas, químicos, microbiológicos y parasitarias del agua para consumo humano ; y
6. Difusión y acceso a la información sobre la calidad del agua para uso humano.

En el artículo 8°, menciona las entidades encargadas de gestionar la potabilización de agua para el consumo; son responsables para asegurar la calidad de acuerdo a su competencia, en todo el Perú son los siguientes:

1. Ministerio de Salud
2. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento
3. Superintendencia Nacional de Servicio de Saneamiento
4. Gobiernos Regionales

5. Gobiernos Locales Provinciales y Distritales
6. Proveedores del agua para consumo humano ; y
7. Organizaciones comunales y civiles representantes de los consumidores .

En el título IX del reglamento, sobre los requerimientos para la calidad de agua para consumo humano, menciona sobre los parámetros microbiológicos y otros organismos según los anexos de las siguientes tablas

Tabla 4

Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Bacteria Coliformes Totales	NMP/100 mL a 35°C	0 (*)
2. E. Coli	NMP/100 mL a 44,5°C	0 (*)
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales	NMP/100 mL a 44,5°C	0 (*)
4. Bacteria Heterotróficas	NMP/100 mL a 35°C	500
5. Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios	Nº org/L	0
6. Virus	UFC/mL	0
7. Organismo de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nematodos en todos sus estadios evolutivos	Nº 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 5
Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
Olor	-----	Aceptable
Sabor	-----	Aceptable
Color	UCV escala Pt/Co	15
Turbiedad	UNT	5
pH	Valor de pH	6.5 a 8.5
Conductividad (25°C)	µmho/cm	1500
Sólidos totales disueltos	mg L ⁻¹	1000
Cloruros	mg Cl - L ⁻¹	250
Sulfatos	mg SO ₄ - L ⁻¹	250
Dureza total	Mg CaCO ₃ L ⁻¹	500
Amoniaco	Mg N L ⁻¹	1,5
Hierro	Mg Fe L ⁻¹	0,3
Manganeso	Mg Mn L ⁻¹	0,4
Aluminio	Mg Al L ⁻¹	0,2
Cobre	Mg Cu L ⁻¹	2,0
Zinc	Mg Zn L ⁻¹	3,0
Sodio	Mg Na L ⁻¹	200

UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

Fuente: Reglamento de la calidad del agua

3.3. Solución del Problema

Para darle solución al problema, el método será la implementación del dispositivo de cloración por goteo en el anexo de Santiago de Coto, Distrito de Acobamba, la cual se verificará si efectivamente con la implementación del dispositivo de cloración mejora la calidad del agua potable.

De tal motivo se iniciará con la construcción de la caseta de protección al sistema de cloración. La cual contempla la estructura donde se alojará y protegerá el estanque clorador y el kit de dosificación; esta caseta de protección será construida por la población de la misma comunidad con asistencia técnica del personal especializado.

La construcción de la caseta de protección será construida encima del reservorio ya que se evaluó la infraestructura; con respecto a los materiales serán otorgados por la Municipalidad Distrital de Acobamba en coordinación con el Área Técnica Municipal, serán muros de ladrillo King Kong de 18 huecos, el techo de la caseta se conforma de una losa armada de 5 cm de espesor y la puerta de la caseta será metálica con una sola hoja.

El procedimiento es realizar una instalación de agua para abastecer el tanque clorador la cual permitirá que el tanque clorador se llene directamente y en un tiempo corto. Para la instalación se va requerir un ingreso de tubería directo reservorio o tanque de cloración, para la presión de agua por lo menor debe contener al menos 0.5 bar.

Y por último y la más importante se instalará el dispositivo de cloración por goteo la cual se cuenta con el presupuesto designado y el operario capacitado constantemente desde el inicio de la instalación, hasta los trabajos posteriores de mantenimiento del sistema de abastecimiento que se realizaran cada cierto tiempo. Además, se tiene como referencia para la instalación el listado de materiales, los planos y el manual de operación.

Para realizar la instalación del dispositivo de cloración tenemos que tener el análisis del estado de los componentes actuales del suministro de agua y las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua que posteriormente debe ser tratado por el cloro. Además, conocer los conocimientos técnicos y la experiencia adquirida por el

operador, contando con el apoyo de la población. La cual será sostenible y efectiva en el sistema de cloración realizando una adecuada operación y mantenimiento del sistema.

Se espera que con la aplicación del diagnóstico se obtengan los siguientes resultados:

- Sera factible técnicamente y contando con los recursos para la instalación el dispositivo de cloración.
- Se garantizará la sostenibilidad con buena asesoría para los usuarios del servicio.

Se procede a construir de la caseta de protección del sistema de cloración, construido con el personal calificado del mismo anexo de Santiago de Coto, la construcción es de dimensiones de 1.70 m x 2.30 m con una altura de 1.80 m, con una losa de concreto de 10 cm de espesor.



Figura 10. Proceso Constructivo de la Caseta de Cloración
Fuente: Elaboración propia

Para realizar los trabajos de la instalación del sistema de cloración fue necesario contar con los materiales y accesorios para su implementación además con la mano de obra que correspondía al personal calificado donde intervenía la JASS.

Asimismo, los requerimientos mínimos que se tienen que cumplir para que sea efectiva la cloración del agua potable se tuvo que contar con un reporte previo para ver los resultados obtenidos antes y después de instalada la cual se conoció el análisis físico, químico y microbiológico, los parámetros tomados en campo, conocer el pH, turbiedad, color, conductividad, demanda de cloro, identificar los posibles riesgos durante el mantenimiento y operatividad, conocer el caudal de agua, contar con un operador reconocido por la JASS y la población con conocimientos a la labor realizara y capacitarse

con la asistencia técnica, tener el cuidado ambiental, tener el sistema de abastecimiento operativa y en óptimas condiciones, y por último el responsable de ATM realizara capacitaciones y aportara con las asistencias técnicas y cada cierto tiempo realizar el seguimiento del registro de cloración. Cumpliendo con todos estos requisitos se pasa a realizar la cloración.

Para el procedimiento para la cloración del agua, antes de que pueda funcionar el sistema de agua, debe evaluarse realizando un análisis de laboratorio y de personal profesional.

Se realizará este análisis dos veces por año, donde puede ser durante la temporada de lluvias y en temporadas de estiaje, según modifique las características que se desinfectaran en el agua. Para el estudio realizado se tuvo que analizar en época de estiaje, conociendo que nuestro caso el reservorio es un depósito tipo cuadrado.

Se procede a calcular el caudal.

$$Q = \frac{V}{T}$$

$$Q = \text{Caudal} \frac{\text{Lts}}{\text{seg}}$$

$$V = \text{Volumen (Lts)}$$

$$T = \text{Tiempo (Seg)}$$

Por la Cual debemos aplicar la siguiente formula:

$$P = \frac{C \left(\frac{mg}{l} \right) \times V (m3)}{\% \times 10} = \text{Gramos}$$

$P =$ peso del producto (Hipoclorito de calcio) en gramos a disolver en el tanque

$C =$ Concentracion aplicada $\left(\frac{mg}{l} \right)$ – 50 para reservorios

$V =$ Volumen de agua de la estructura a desinfectar en m^3

$\% =$ Porcentaje de cloro libre del compuesto clorado 65% o 70%

10 = Factor para que el resultado sea expresado en gramos del producto

Se determina el caudal medio diario con la siguiente expresión

$$Q_{md} = \frac{Poblacion \times Dotacion \times K1}{86400}$$

Donde:

Q_{md} = Caudal media diaria

Poblacion = 176 personas

Coficiente de Variacion Diaria $K1 = 1.3$

Para sistema de abastecimiento de agua para consumo la dotacion = 80

Luego, se determinamos el cálculo de peso del hipoclorito

$$P = \frac{Q_{md} \times 14 \times 86400 \times C2}{(\% \text{ Cloro}) \times 10}$$

Donde:

P = Peso Hipoclorito (gr)

Q_{md} = Caudal medio diario (l/s)

$C2$ = Concentracion aplicada $\left(\frac{mg}{l}\right) - 1.5 \frac{mg}{2}$ en reserorios

% Cloro = tipo 70

Se calcula el volumen del tanque

$$V_{tanque} = \frac{P \times \% \text{ Cloro} \times 10}{C1}$$

Donde:

P = Peso Hipoclorito (gr)

$C1$ = Concentracion aplicada $\left(\frac{mg}{l}\right) - 5000 \frac{mg}{2}$ en tanque dosificador

% Cloro = tipo 70

Con la determinación de la cantidad de cloro a añadir al sistema de cloración, se procede a funcionar y calibrar el clorador, este procedimiento se va requerir que se

cumplan con los protocolos de seguridad para el manejo del cloro; por parte del operador el equipo de protección personal (EPP) es obligatorio.

3.4. Recursos Requeridos

Para la implementación del dispositivo de cloración por goteo se tendrá que tener en cuenta los siguientes recursos.

Tabla 6

Lista de Materiales de la Caseta de cloración

Ítem	Descripción	Unidad de Medida	Cantidad
1.00	Caseta de Cloración		
1.01	Ladrillos Portantes – 18 huecos 9cm x 12.5 cm x 23 cm	U	300.00
1.02	Cemento portland Tipo I	Bolsa	22.00
1.03	Hormigón	m ³	5.00
1.04	Piedra Chancada	m ³	1.00
1.05	Arena Roja	m ³	1.50
1.06	Acero Corrugado Ø ½”	Varr.	12.00
2.00	Sistema de Cloración		
2.01	Tanque de agua Eternit de 750 L	U	1.00
2.02	Válvula check 2”	U	3.00
2.03	Llave simple de ½”	U	2.00
2.04	Kit de Cloración	Jgo	1.00

Fuente: Elaboración Propia

IV. ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADO

Para implementar la instalación de un dispositivo de cloración por goteo y conociendo la necesidad para su implementación y siendo viable se debe evaluar por el prestador del servicio o la JASS de Santiago de Coto. Ya que en coordinación con la entidad local se determinó el presupuesto y la capacitación del personal calificado, no solo el inicio de la instalación, además para las siguientes intervenciones de operación y mantenimiento.

Contamos con los planos de detalle para la implementación y el manual de operación y mantenimiento siendo nuestra base técnica para una adecuada instalación.

Para realizar la implementación del dispositivo de cloración por goteo en el anexo de Santiago de coto fue importante conocer el diagnóstico actual ya que con esa evaluación determinamos la necesidad y viabilidad de la instalación. Además, “conocimos la situación actual de la infraestructura del sistema de abastecimiento de agua y las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua que necesariamente deben ser cloradas; siendo importante las exigencias técnicas y la experiencia necesaria para el operador conjuntamente con el apoyo de la población llegando al compromiso de realizar el mantenimiento y operación del sistema, y realizando un pago no muy elevado por el servicio recibido la cual servirá para las adquisiciones de algunos accesorios necesario.

Como resultado del proceso de diagnóstico en el sistema de abastecimiento en el suministro de agua se definió:

- Se cuenta con el apoyo técnico de parte de los profesionales de la Municipalidad y el presupuesto designado para la instalación del sistema de cloración.
- De parte del prestador del servicio se garantiza la sostenibilidad.
- Se cuenta con el apoyo de la Municipalidad Distrital de Acobamba para realizar el cumplimiento de la instalación y la asistencia técnica por parte de la Gerencia de Obras.

Para conocer la infraestructura del dispositivo de cloración por goteo se inició con la construcción de la caseta de cloración, hecha de material noble de 1.70 de ancho x 2.30 metros de largo x 1.80 de alto. Con un techo de concreto de espesor de 10 cm. Con una puerta protegida con candado.

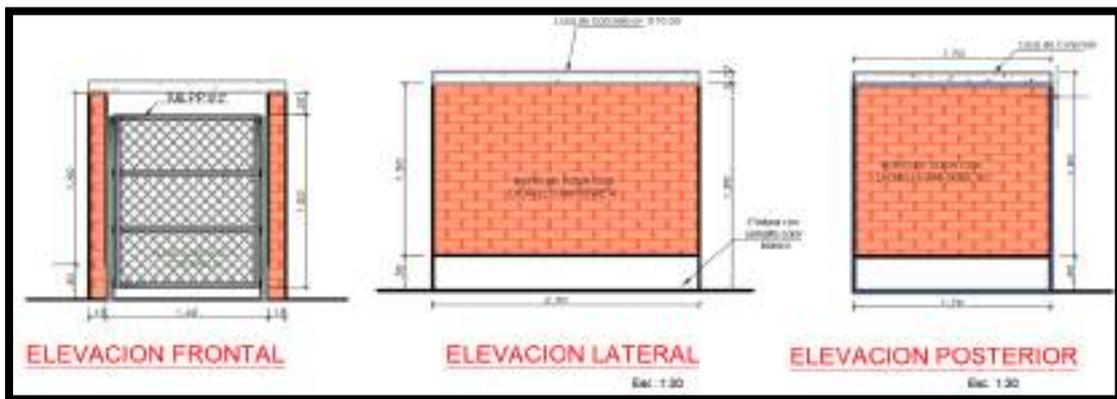


Figura 11. Plano de la caseta de cloración
Fuente: Elaboración propia



Figura 12. Construcción de la caseta de cloración
Fuente: Elaboración propia

Para implementar el dispositivo de cloración y la fácil instalación, se debe contar con los materiales requeridos y necesarios, para la implementación se necesitó los siguientes materiales.

Tabla 7
Materiales para implementar el dispositivo de cloración

Ítem	Descripción	Unidad de Medida	Cantidad
1.00	Sistema de Cloración		
1.01	Tanque de 750 litros (Incluye accesorios)	U	1.00
1.02	Tubo PVC de Ø ½" x 3 m	U	2.00
1.03	Codo de PVC x 90° de ½"	m ³	4.00
1.07	Tee de PVC de Ø ½"	U	1.00
1.08	Tapón hembra de PVC de Ø ½" a presión	U	1.00
1.09	Unión mixta de PVC de Ø ½"	U	2.00
1.10	Lata de Cemento para PVC de 120 ml.	U	1.00
1.11	Teflón	Roll	2.00
1.12	Manguera transparente flexible (Diámetro exterior 8 mm e interior 6 mm)	m	1.50
1.13	Kit de Cloración	Glb	1.00

Fuente: Elaboración Propia

Contamos con los planos se procedió a la instalación del sistema de cloración, el trabajo se realizó conjuntamente con el operador.

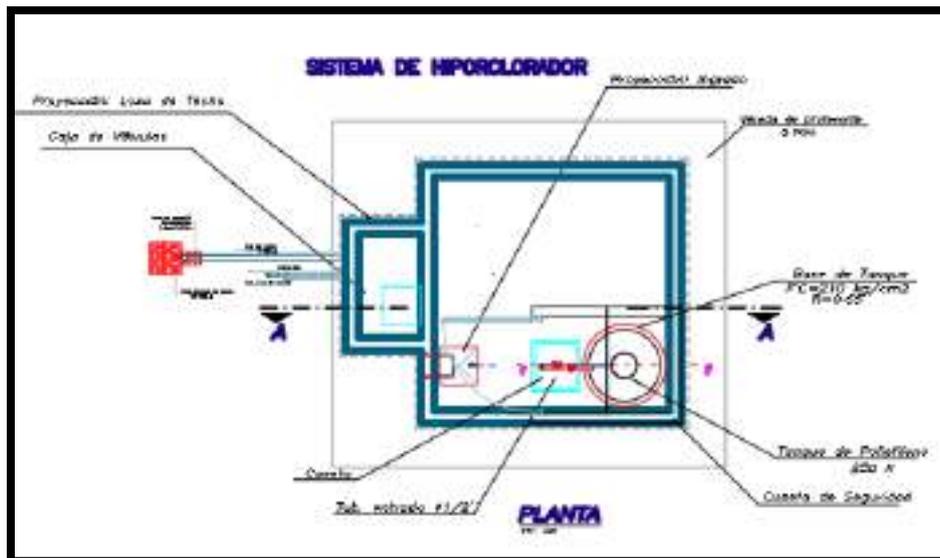


Figura 13. Plano de Planta del Sistema de Cloración
 Fuente: Elaboración propia

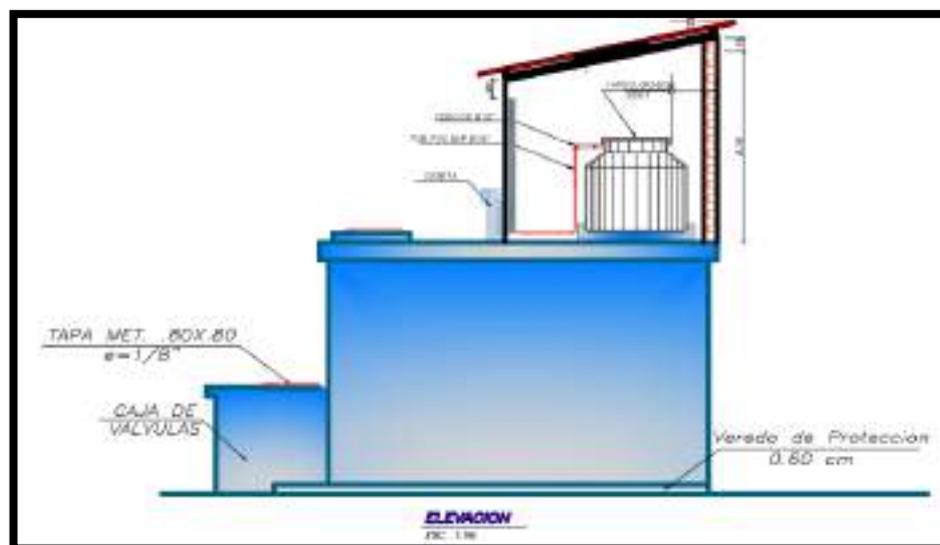


Figura 14. Plano de elevación del sistema de cloración
 Fuente: Elaboración propia

Se realizó la instalación de un tanque de 750 litros en la caseta de cloración, donde se colocaron los accesorios para la instalación, y finalmente se instaló el kit de cloración con la manguera flexible.



Figura 15. Instalación del Kit de cloración y graduación de goteo
Fuente: Elaboración propia

Una vez culminado los trabajos, se procedió a preparar la solución de cloro y se hecho al tanque clorador la mezcla, para que posteriormente se abra y se realice la graduación de la válvula de goteo hasta obtener las gotas por minutos calculadas.

4.1. Caracterización del sistema de agua potable

Se realizará la caracterización del agua en el abastecimiento, previo a este análisis se debe verificar que todas las partes del sistema de abastecimiento estén en buen estado y por tal motivo se realiza el diagnóstico, encontrándose lo siguiente.

➤ **Captación.**

Cuentan con una captación que es de tipo subterránea de manantial en ladera con características similares en estructura y material. Se encuentra ubicada en la parte alta del anexo de Santiago de Coto con las siguientes coordenadas UTM (WGS84, Zonal 18L), E: 427863.20 y N: 8746433.45 con una altitud de 3114 m.s.n.m.

Lecho filtrante: con el sello de protección de concreto, el nivel del agua ha reducido en estos últimos meses, se determinó que es por la falta de mantenimiento del lecho filtrante. El componente cuenta con un solo llorón de forma rectangular. Es necesario realizar la limpieza y cambio de filtro del mismo.

- Sello de Protección: Se encontró con fisuras en el concreto cumpliendo con la vida útil de la estructura, además por el cambio de filtro será necesario retirar todo el sello de protección.

Zanja de Coronación: No cuenta con una zanja de coronación, es necesario contar con la zanja con una longitud de 5 metros para evacuar el agua pluvial y así evitar que ingrese a la cámara húmeda o que dañe la infraestructura.

- Cámara Húmeda: cuenta con una cámara húmeda de longitudes de 0.60 m x 0.60 m x 0.50 m, estructuralmente se encuentra en buen estado.

Cono de Rebose: no cuenta con una tubería de salida y ni de limpia, la cual será necesario requerir de tubería PVC de 2" con el fin de eliminar el agua excedente.

El conducto de limpia y rebose (desagüe): De PVC SAP de 2", sin válvula de control.

- Cerco de Protección: no cuenta con un cercado perimétrico siendo un área de 24 m², con la finalidad del ingreso de personas o animales que pueden dañar la infraestructura.

Se debe realizar trabajos de mantenimiento de la captación eliminando los residuos sólidos, plantación, que pueden afectar a la infraestructura.



Figura 16. Estado de la Captación
Fuente: Elaboración propia



Figura 17. Estado de la captación
Fuente: Elaboración propia

➤ Cámara Rompe Presión Tipo 6

Cuenta con una CRP -T06 (Cámara Rompe Presión), y se ubica en el camino al paraje los laureles en las siguientes coordenadas UTM (WGS84, Zona 18L) E: 427850.77 y N: 8746373.67, a una altitud de 3090 m.s.n.m. La CRP cuenta con medidas internas de 0.52 m x 0.52 m con una profundidad de 0.85 m.

Tubería de ingreso: Cuenta con una tubería Fº Gº de 2" de diámetro y se ubica a 20 centímetros de la losa del piso, para evitar mayores bacterias será necesario una tapa metálica de medida de 0.80 m x 0.80, con pintura anticorrosiva.



Figura 18. Estado de la Cámara Rompe Presión Tipo-06
Fuente: Elaboración propia

➤ Reservoirio

El reservoirio se ubica en las siguientes coordenadas UTM (WGS84, Zona 18L) E: 427869.52 y N: 8746419.41 a una altitud de 3102 m.s.n.m. teniendo como datos lo siguiente:

- Largo: 2.43 m.
- Ancho: 2.43 m.
- Alto: 1.60 m.
- Infraestructura de concreto armado.
- Cuenta con tubo de ventilación de 0.30 m el cual es de material metálico de 2 “.
- No cuenta con una escalera fijo para el ingreso al interior del reservoirio
- Caja de válvulas del reservoirio: Las válvulas y accesorios son de PVC y se encuentran en mal estado por lo que se realizara el cambio de la válvula PVC de 2” de Entrada, válvula PVC de 2” de Purga, válvula PVC de 2” de Salida además requiere de una canastilla en el interior del reservoirio para evitar el paso de elementos contaminantes.

Tapa sanitaria de la caja de válvulas y del tanque de almacenamiento: se deberá realizar el cambio por una tapa metálica.

- No cuenta con cerco perimétrico, existiendo riesgo, ya que colinda con un camino de herradura donde transitan animales y personas.

Con respecto al sistema de cloración, la localidad no cuenta con dicho sistema, la cual se requiere inmediatamente la compra e instalación del sistema de cloración.



Figura 19. Estado del Reservorio
Fuente: Elaboración propia



Figura 20. Estado de la Caja de Válvulas
Fuente: Elaboración propia

➤ Sistema distribución y Línea de aducción

En la inspección se constató que la línea de aducción y redes de distribución y como las tuberías y válvulas están en buenas condiciones.

Por otra parte, para demostrar la eficacia del tratamiento del dispositivo de cloración por goteo, realizando el siguiente análisis post tratamiento, primero debemos de calcular la condición de la calidad de agua en la actualidad en el anexo de intervención.

La ubicación de muestreo fue realizada mediante un punto de control ubicado en el reservorio, cuyas características se muestran en la tabla.

Tabla 8
Descripción de Puntos de muestra

Estación de Muestreo	Descripción	Ubicación Geográfica	
		Coordenadas UTM WGS-84	Altitud m.s.n.m
R-01	Muestra tomada en reservorio	E: 427869.52 y N: 8746419.41	3102

Fuente: Elaboración Propia

El muestreo se realiza en función a lo establecido en la RJ-010-2016-ANA.

Se verifico el caudal que ingresa al reservorio, se realizó el desabastecimiento del agua del reservorio luego ingreso el personal operador designado por la comunidad y con los directivos de la JASS, se realiza la medición del caudal, utilizando la siguiente formula.

Tabla 9
Resultado del caudal que ingresa al reservorio

Medición	Tiempo (s)	Volumen (L)	Caudal (L/s)
1°	21	20	0.95
2°	20	20	1.00
3°	22	20	0.91
4°	20	20	1.00
Caudal Promedio			0.97

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 9 se muestra el cálculo del caudal, se procedió a realizar en un depósito de 20 L. El llenado del agua mediante un cronometro se calculó el tiempo del llenado, se realizó este procedimiento 4 veces y realizando un caudal promedio que fue 0.97 L/s.

Tabla 10
Resultado del cálculo del volumen del reservorio

H interior (m)	L interior (m)	A interior (m)	Volumen (m³)
1.60	2.43	2.43	9.44

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 10 se calculó el volumen del reservorio, donde se tomó mediciones del ancho y largo del reservorio multiplicando por la altura del reservorio teniendo un volumen de 9.44 m³.

Tabla 11
Resultado de la cantidad para la desinfección del reservorio

Tipo	V(m3)	C	% Cloro	P (gr.)
Reservorio	9.44	50	70	670

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 11 se determinó la dosis para desinfectar el reservorio donde tenemos el volumen del reservorio y la concentración aplicada que según la tabla 1 para reservorio

fue el valor de 50, y se divide con el porcentaje de cloro libre al 70% por el factor 10 que será expresado en gramos, teniendo un resultado del peso de hipoclorito de 670 gramos

Tabla 12

Resultado del caudal máximo diario

Pob. (hab)	Dot. (L/hab/d)	K1 (Coef. Var. Diaria)	Qmd (L/s)
168	80	1.3	0.21

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 12 se calcula el caudal medio diario, teniendo una población del Anexo de Santiago de Coto sabiendo que se tiene una población de 168 personas, se optó una dotación de 80 litros L/hab/d para un saneamiento en una zona rural como esta denominada el sector en evaluación por el coeficiente de variación diaria 1.3 para K1 teniendo como resultado del $Q_{md} = 0.21$ L/s.

Tabla 13

Resultado del peso de hipoclorito de calcio

Qmd (L/s)	C2 (mg/L)	% Cloro	P (gr)
0.21	1.5	70	544.32

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 13 se calculó el peso de hipoclorito, aplicando la formula tenemos el dato del Caudal medio diario multiplicamos por 14 y 86400 que se tiene como dato por la concentración aplicada en ml/L, para reservorio el valor es 1.5 y se divide por el porcentaje de cloro de 70% por el valor 10 para convertirlo en gramos.

Tabla 14

Resultado del volumen del tanque dosificador

P (gr)	% Cloro	C1 (mg/l)	V tanque (L)
544.32	70	5000	76.20

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 14 se calculó el volumen del tanque teniendo los datos de peso de hipoclorito de 544.32 gramos por el porcentaje de cloro de 70% además por el valor 10, se divide el resultado con la C1 de la concentración aplicada de 5000 mg/L en el tanque

dosificador obteniendo un tanque de 76.20 litros, y como no se cuentan con ese contenido de litros se optó con utilizar un tanque de 250 litros.

Una vez teniendo la capacidad del reservorio y el peso del cloro, se realizó el procedimiento de cerrar las válvulas de ingreso y salida para realizar la limpieza.



Figura 21. Disolviendo la solución de cloro
Fuente: Elaboración propia



Figura 22. Limpieza al interior del reservorio
Fuente: Elaboración propia

Luego de ya realizado todo el procedimiento se realiza la caracterización del agua en el sistema de abastecimiento, obteniendo resultados como se detallan en las tablas.

Tabla 15
Valores del análisis de agua antes del tratamiento

Parámetros	Resultado	Unidad de Medida	Método de ensayo	Límite máximo permisible
Microbiológicos				
Coliforme Totales (NMP)	13	NMP/100 mL	APHA 9221 B	< 0.2 /100 mL
Coliformes Termotolerantes (NMP)	< 1.8	NMP/100 mL	APHA 9221 E	< 1,8 /100 mL
Escherichia Coli (NMP)	< 1.8	NMP/100 mL	APHA 9221 G	< 1,8 /100 mL
Recuento de Heterótrofos en Placa	460	UFC /100mL	APHA 9215 B	500
Parasitológicos				
Huevos y Larvas de Helmintos quistes y ooquiste de protozoarios patógenos	< 1	Nº org/L	The modified Beilenger method	0
Protozoarios Patógenos	Ausencia	Nº org/L	APHA 10900 A,B	0
Hidrobiológicos				
Organismos de Vida Libre	138	Organismos/L	APHA 10900 A,B	0

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 15, se aprecian los resultados realizados antes de la instalación del sistema de cloración y el tratamiento del sistema de abastecimiento donde los coliformes totales y el hidrobiológicos de organismos de vida libre sobrepasan los límites permisibles, según el DS. 031-2010-SA.

Tabla 16
Valores del análisis de agua después del tratamiento

Parámetros	Resultado	Unidad de Medida	Método de ensayo	Límite máximo permisible
Microbiológicos				
Coliforme Totales (NMP)	< 0.2	NMP/100 mL	APHA 9221 B	< 0.2/100 mL
Coliformes Termotolerantes (NMP)	< 1.8	NMP/100 mL	APHA 9221 E	< 1,8 /100 mL
Escherichia Coli (NMP)	< 1.8	NMP/100 mL	APHA 9221 G	< 1,8 /100 mL
Recuento de Heterótrofos en Placa	460	UFC /100mL	APHA 9215 B	500
Parasitológicos				
Huevos y Larvas de Helmintos quistes y ooquiste de protozoarios patógenos	< 1	N° org/L	The modified Beilenger method	0
Protozoarios Patógenos	Ausencia	N° org/L	APHA 10900 A,B	0
Hidrobiológicos				
Organismos de Vida Libre	< 1	Organismos/L	APHA 10900 A,B	0

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 16, se aprecia los resultados realizados después de instalada el sistema de cloración donde se cumple con los estándares de calidad de agua, según el DS. 031-2010-SA.

Tabla 17
Valores del análisis de agua después del tratamiento

Parámetros	Resultado	Unidad de medida	Método de ensayo	Límite permisible máximo
Metales Totales				
Aluminio (Al)	< 0.148	mg/L	APHA 3111 D	0,2
Arsénico (As)	< 0.001	mg/L	APHA 3114 C	0
Antimonio (Sb)	< 0.02	mg/L	APHA 3111 B	0,020
Bario (Ba)	< 0.19	mg/L	APHA 3111 D	0,700
Cadmio (Cd)	< 0.003	mg/L	APHA 3111 B	0,003
Cobre (Cu)	< 0.006	mg/L	APHA 3111 B	2,00
Cromo (Cr)	< 0.010	mg/L	APHA 3111 B	0,050
Hierro (Fe)	0.236	mg/L	APHA 3111 B	0,3
Manganeso (Mn)	< 0.005	mg/L	APHA 3111 B	0,4
Mercurio (Hg)	< 0.0002	mg/L	APHA 3112 B	0,001
Molibdeno (Mo)	< 0.002	mg/L	EPA 200.7	0
Niquel (Ni)	< 0.011	mg/L	APHA 3111 B	50,00
Sodio (Na)	6.718	mg/L	APHA 3111 B	200
Plomo (Pb)	< 0.010	mg/L	APHA 3111 B	0,010
Selenio (Se)	< 0.001	mg/L	APHA 3114 C	0,010
Uranio (U)	< 0.007	mg/L	EPA 200.7	0,015
Zinc (Zn)	0.016	mg/L	APHA 3111 B	3,0

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 18
Valores del análisis de agua después del tratamiento

Parámetros	Resultado	Expresado	Método de ensayo	Límite máximo permisible
Metales Totales				
pH	7.44	Unidad de pH	APHA 4500-H	6.5 a 8.5
Cloro Total	< 0.10	mg/L	APHA 4500-CI G	250

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 19
Valores del análisis de agua después del tratamiento

Parámetros	Resultado	Expresado	Método de ensayo	Límite máximo permisible
Metales Totales				
Boro (B)	< 0.02	mg B/L	APHA 4500-B C	1,500
Cianuro Total	< 0.005	mg CN/L	APHA 4500-CN C,E	0,070
Cloruros	5	mg CN/L	APHA 4500-C	250
Color Verdadero	< 1	UC	APHA 2120 C	Aceptable
Dureza Total	46	mg CaCO ₃ /L	APHA 2340 C	500
Flúor	0.032	mg F/L	APHA 4500-F D	1,000
Nitratos	0.473	mg N-NO ₃ /L	APHA 4500-SO4 E	3,00 exposición corta
	< 0.003	mg N-NO ₂ ⁻ /L	EPA 354.1	0,20 exposición Larga
Sulfatos	14	mg SO ₄ 2/L	APHA 4500-SO4 E	250

Salidos Totales Disuelto	65	mg/L	APHA 2540 C	1000
Turbidez	0.83	UNT.	APHA 2130 B	5

Fuente: Elaboración Propia

4.2. Calidad del agua potable

El resultado muestra que después de realizado el tratamiento con el sistema de cloración este logra estar entre los límites permisibles, estos resultados muestran indudablemente el mejoramiento de la calidad de agua, traduciéndose así en la disminución de las enfermedades gastrointestinales que aquejan actualmente a la población.

Además, se realizó la verificación de cloro residual en la primera, vivienda intermedia y ultima vivienda, ver tabla 14.

Tabla 20

Resultado de la dosis para la red de distribución

Ubicación de la muestra tomada	Punto de toma de la muestra	Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo	Cloro Residual (ppm)	
				< 0.5 ppm	>= 0.5 ppm
RED	Primera Vivienda	30/11/20	1.10 pm	----	0.70
RED	Vivienda Intermedia	30/11/20	1.30 pm	-----	0.66
RED	Ultima vivienda	30/11/20	1.40 pm	-----	0.58

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 21
 Resultado de la dosis para la red de distribución

Ubicación de la muestra tomada	Punto de toma de la muestra	Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo	Cloro Residual (ppm)	
				< 0.5 ppm	>= 0.5 ppm
“RED”	Primera Vivienda	16/12/20	10.30 am	----	0.80
“RED”	Vivienda Intermedia	16/12/20	11.00 pm	-----	0.70
“RED”	Ultima vivienda	16/12/20	12.00 pm	-----	0.55

Fuente: Elaboración Propia

La mejora de la calidad del agua se debe primordialmente a la implementación del sistema de cloración mediante el goteo, esto se ha demostrado debido al crecimiento de la concentración de cloro residual medido, la cual la normativa indica que el cloro residual libre no debe ser menor de 0.5 ppm para una eficiente desinfección para las redes de distribución. Por lo que es necesario se aplique en zonas rurales o en EPS que no tiene intervención alguna.

4.3. Propuesta de mantenimiento de sistema de cloración

Por otro lado, se propone el mantenimiento del sistema de abastecimiento siendo importante la capacitación de operadores de la JASS (Junta Administradora de Servicio de Saneamiento), la que se realiza con el propósito de mantener en forma sostenible los servicios básicos de saneamiento.

Diagrama general de propuesta de mantenimiento

Para el anexo de Santiago de Coto se realizó el mantenimiento correctivo ya que se tuvo que reparar daños o reponer accesorios deterioradas, realizado el buen

mantenimiento del sistema, se consiguió una buena calidad de agua, con la finalidad de contar con un servicio continuo del agua.

Las acciones de mantenimiento se realizarán en el sistema de abastecimiento ubicado anexo de Santiago de Coto, será el siguiente diagrama:

El diagrama 1, explica sobre el procedimiento de mantenimiento general del sistema de abastecimiento de agua, donde comienza el proceso con la asesoría técnica a la población, sigue por el mantenimiento de la captación de agua, línea de conducción con la cámara rompe presión tipo 6, reservorio, dispositivo de cloración, red de distribución y termina por el control de cloro residual.



Diagrama 1. Mantenimiento general del sistema de abastecimiento de agua
Fuente: Elaboración Propia

4.3.1. Asesoría Técnica a la población

Se inicia con una primera reunión para realizar la convocatoria a la JASS, y que es reconocido mediante resolución de alcaldía por transcurso de 2 años de gestión y este se

adjunta al aplicativo de la SUNASS para que sea reconocido por el MVCS, además, en la reunión se explica sobre los estatutos que debe manejar la JASS para su cumplimiento, posteriormente se realiza la explicación a la población sobre la implementación del sistema de cloración con las ventajas que se obtienen al usar dicho sistema, también se hace mención que se realizara un análisis de toda la red de abastecimiento del agua para realizar mejoras en el sistema que inicia desde la ubicación del ojo de agua hasta las redes de distribución.

En una segunda reunión, se menciona a la población las falencias del sistema de abastecimiento siendo necesario la reposición de las válvulas, cambio de tubería por tramos y otros componentes; y es ahí donde se convoca a la población en general a realizar el mantenimiento general del red de abastecimiento e instalación del sistema de cloración, indicando todos los puntos que se harán mejoras y limpieza de los componentes, con la supervisión del área técnica municipal para las buenas prácticas a realizar.

4.4.1. Captación del agua

En el diagrama 2, la explicación de la captación de agua para realizar para el mantenimiento, se inicia por la limpieza de toda la captación de agua sea externa e interna, luego procede a realizarse la primera desinfección y posteriormente la segunda desinfección.



Diagrama 2. Mantenimiento de captación del agua

Fuente: Elaboración Propia

Limpieza externa:

- Se limpiará los exteriores de la captación y el perímetro extrayendo las malezas, piedras y objetos que pueden perjudicar la infraestructura, limpiando la zanja de coronación y las tuberías de salida del desagüe o limpia.

Limpieza interna:

- El procedimiento es cerrar la llave de salida, después de destapar la tapa de la cámara húmeda.
- Se retirará el cono de rebose y así desfogue el agua.
- Se retirará el lodo existente en el fondo de la estructura y limpiar toda residuos del piso, paredes y accesorios, luego se enjuaga las paredes y piso de la cámara húmeda.
- Se Verificará la caja de válvula si los accesorios tubería y la válvula estén de 3 a 5 cm de desnivel.

Desinfección:

➤ Se realizará esta actividad para matar las bacterias impregnados en 4 lados de la pared que compone la captación, y las partes de la cámara húmeda.

➤ Se realizará la limpieza y el primer procedimiento de desinfección, una vez preparada el procedimiento es verter 03 cucharadas de lejía de 70% en un recipiente de 10 L. con agua, disolviéndolo de manera continua, removiendo por un tiempo de 5 minutos.

➤ Se limpiará los accesorios instalados en la cámara húmeda refregando dentro de la captación y el piso de la cámara húmeda.

➤ El sobrante de la solución se guarda y utiliza en otros sistemas de abastecimiento como la cámara húmeda, cámara de reunión, CRP tipo 6.

En la segunda desinfección se prosigue:

➤ Se realizará una segunda desinfección combinando 740 gr. de lejía de 70% en 10 L. de agua, se disuelve por un tiempo determinado,

➤ Se instalará el tubo de rebose, y dejar llenar a la mitad de la cámara y dispersar el cloro en la cámara húmeda.

➤ Se abastecerá con agua hasta llegar a la altura del rebose y luego abrir la llave de salida.

➤ Se dejará circular el agua por la tubería en un lapso de 2 horas y transcurso de ese tiempo, luego cerraremos la llave de salida y quitar el tubo de rebose para que el agua siga su transcurso y elimine los residuos del cloro.

➤ Se volverá a colocar el cono de rebose y cerrar la llave de salida, esperar el llenado de la cámara húmeda. Luego poner en funcionamiento la captación, abriendo la válvula de salida.

➤ La frecuencia del mantenimiento debe realizarse cada 4 meses.

4.4.2. Línea de Conducción con CRP-6

En el diagrama 3, se explica sobre el mantenimiento de la línea de conducción con la cámara rompe presión tipo 6, donde inicia por la limpieza interior y exterior de la CRP-T.06 y los accesorios, y prosigue con la desinfección de la CRP T.06 y la desinfección de la línea de conducción.



*Diagrama 3. Mantenimiento de la línea de conducción con cámara rompe presión tipo 6
Fuente: Elaboración Propia*

- Se realizará la limpieza interior y exterior de la cámara rompe presión tipo 6, enjuagando las paredes, accesorios.
- Se realizará la desinfección de la CRP-6, se deberá echar 4 cucharas de hipoclorito de calcio de 60 % en un recipiente con 10 L de agua, y se limpia todas las paredes y accesorios.
- Se realizará la desinfección de la línea de conducción, se deberá echar 8 cucharas de hipoclorito de calcio de 60 % en un recipiente con 10 litros de agua, y se vierte, abriendo la válvula de salida y dejando la solución durante 2 horas, posteriormente se

cierra la llave de salida y quitamos el cono de rebose para la eliminación de residuos de cloro.

4.4.3. Reservorio

En el diagrama 4, se explica sobre el mantenimiento del reservorio, donde comienza con la limpieza exterior e interior del reservorio, luego realizamos la primera desinfección del reservorio con el cloro, y por último se hace una segunda desinfección.



Diagrama 4. Mantenimiento del reservorio
Fuente: Elaboración Propia

➤ Se realizará la limpieza exterior de la estructura y sus alrededores, también se limpia los canales de coronación y el canal de desagüe protegiendo la tubería para evitar el ingreso de insectos.

➤ Se realizará la limpieza interna del reservorio, cerrando la válvula de ingreso y salida, y se abre la llave de limpia y bypass para desabastecer el agua, realizado el procedimiento el personal calificado ingresa al interior del reservorio con los EPPS recomendados y realiza la limpieza con espátulas, badilejos, escobillas para eliminar toda

batería existente, se procede a abrir la válvula de ingreso de agua a un nivel de 0.10 m. para enjuagar el reservorio.

➤ Después de realizar la limpieza se hace la desinfección se vierte en 20 gramos de cloro de 70% en un recipiente de 20 litros de capacidad, se pasa a frotar los accesorios y paredes y piso para eliminar toda materia contaminante.

➤ Se realizará una segunda desinfección de acuerdo al volumen del reservorio la cual se usó la siguiente tabla:

Tabla 22
Dosificación de acuerdo al volumen del reservorio

Volumen de Reservorio	Hipoclorito de Sodio al 30 %	Hipoclorito de Calcio al 70%
Hasta 3 m ³	1.00 kg	0.50 kg
Hasta 5 m ³	1.50 kg	0.75 kg
Hasta 7 m ³	2.00 kg	1.00 kg
Hasta 10 m ³	3.00 kg	1.50 kg
Hasta 13 m ³	4.00 kg	2.00 kg
Hasta 15 m ³	4.50 kg	2.25 kg
Hasta 20 m ³	6.00 kg	3.00 kg

Fuente: GIZ 2017

➤ Diluir el agua con el hipoclorito de calcio calculado, cerrando la válvula de limpia y se apertura por completo la válvula para abastecer el estanque.

➤ Se verterá la solución al reservorio siendo el nivel de agua a la mitad, se realiza el procedimiento poco a poco procurando que se disuelva bien, luego esperamos que llene el estanque hasta altura del cono de rebose con la finalidad de conseguir la concentración adecuada desinfección; una vez repleto la válvula de entrada se cierra y abrimos el bypass para proporcionar agua a la red de distribución.

- El procedimiento es un lapso de dos horas.

4.4.4. Red de Distribución

En el diagrama 5, se explica sobre el mantenimiento de las redes de distribución, donde se inicia con un comunicado de parte de la JASS a la población para realizar el mantenimiento, luego se para a cerrar la llave de paso y transcurre la solución de cloro por la red y por último abrir la válvula de purga para desinfectar los caños en las conexiones domiciliarias.



Diagrama 5. Mantenimiento de la red de distribución
Fuente: Elaboración Propia

Se comunicó a la población del anexo de Santiago de Coto con los directivos de la JASS sobre los trabajos de mantenimiento la cual se paralizaba temporalmente el servicio de suministro de agua, solicitando que se cierren sus llaves de paso.

➤ Para este procedimiento se utilizará la solución de cloro la cual concentró dentro del reservorio con un tiempo de 2 horas, asegurándose que la llave de paso y válvula de purga de la red estén completamente cerradas; luego se deja transcurrir la solución de cloro para toda la red de distribución.

➤ Se abrirá la válvula de purga en la red de distribución esperando que salga las muestras de la solución desinfectante, posteriormente cerrarlas, el procedimiento es en un transcurso de 4 horas, transcurrido el tiempo se abre la válvula de purga de la red de distribución para desaguar el desinfectante y aprovechando la solución para desinfectar los caños en las conexiones domiciliarias.

➤ Se dejará el agua sumergiendo en la red de conducción antes de cerrarse la válvula purga y los grifos hasta que no se sienta el olor a cloro o cuando el resultado no sea mayor a 1.00 mg/l de presencia de cloro residual en el reservorio.

V. CONCLUSIONES

Se caracterizó el sistema de abastecimiento de agua que está compuesto por una captación subterránea que transmite un volumen de 0.97 m^3 , reservorio transmite un volumen de 9.44 m^3 , el dispositivo de cloración que cuenta con un tanque de 750 L y el kit de cloración; una línea de conducción de longitud 98 m, diámetro de 0.254 mm; de material PVC; la cámara rompe presión es de tipo 06; y la red hidráulica ramificada posee una longitud de 1,349.10 m.

La calidad de agua en el dispositivo de cloración por goteo proporcionó una mejora sustancial de los parámetros físico, químico y bacteriológicos, después del dispositivo de cloración, encontrándose los mismos dentro de lo recomendado por la norma DS 031-2012-SA. Los resultados de las bacterias coliformes totales antes del tratamiento se tenían 13 NMP/100 mL, la cual superaba los límites máximo permisibles de los parámetros bacteriológicos y parasitológicos, luego implementada el sistema de cloración se realizó el análisis obteniendo en las bacterias coliformes totales $< 0.2 \text{ NMP} / 100 \text{ mL}$. estando dentro de los parámetros requeridos; y en los organismos de vida libre se tuvo antes del tratamiento 138 Organismo/L, después del tratamiento se obtuvo $< 1 \text{ Organismo/L}$ encontrándose dentro de los parámetros requeridos. Llegando así a disminuir enfermedades perjudiciales para la población del anexo de Santiago de Coto.

Se propone un óptimo mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua para las condiciones rurales a partir de un diagrama, que está integrado desde la fuente de abastecimiento hasta la red hidráulica, así como recomendaciones para el personal administrativo y operacional. Para el caso particular del dispositivo de cloración por goteo debe ser de estricto cumplimiento la calibración cada 4 meses.

VI. RECOMENDACIONES

Realizar continuamente la caracterización del agua en el sistema de abastecimiento mediante un laboratorio que se encuentre acreditado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), y con los resultados se podrá tomar acciones pertinentes en caso los resultados salgan negativos y hacer un mantenimiento correctivo general del sistema.

Definir un personal calificado con la asistencia técnica por parte de la Municipalidad Distrital de Acobamba para realizar la dosificación y monitoreo del cloro residual, realizado cada 4 meses o 6 meses.

Realizar el asesoramiento periódico a la población beneficiaria y directivos de la JASS para el mantenimiento de todos los componentes que pertenecen al sistema de abastecimiento de agua con el fin de mantener las infraestructuras del sistema sea interna y externa libre de residuos, desechos que generan contaminación y no llegue a afectar la calidad de agua.

Colocar una válvula de limpieza en la cota más baja, ya que es necesario realizar la limpieza de la red de distribución sin interrumpir el servicio de abastecimiento del agua.

Ejecutar el estricto cumplimiento del mantenimiento por parte de los operadores designados para el sistema de abastecimiento del sistema de agua y el dispositivo de cloración.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Sánchez (2019). *Influencia del sistema de cloración por goteo en la calidad del agua de la provincia de Oxapampa, Pasco*. Universidad Peruana los andes, Perú.
- Jorge (2017). *Implementación de un sistema de cloración por goteo para obtener un sistema de agua potable sostenible en la comunidad Ochogacocha, Palcamayo – Tarma 2017*. Universidad Peruana los andes, Perú.
- Landeo (2018). *Relación de los métodos y la eficiencia del cloro residual en la instalación de sistemas de cloración en zonas rurales*. Universidad Nacional de Huancavelica, Perú.
- Salazar (2018). *Eficiencia de los sistemas de cloración convencional y goteo adaptado en el tratamiento de agua potable*. Universidad Privada del Norte, Perú.
- Tiza (2020). *Diseño, instalación y funcionamiento de cloración por goteo en el agua potable del caserío sauce de Porcuya – Piura – 2019*. Universidad Peruana los Andes, Perú.
- Figuroa (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*. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Perú.
- GIZ (2017). *Manual para la Cloración del agua en sistemas de abastecimiento de agua potable en el ámbito rural*. Perú
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2017). *Programa Nacional de Saneamiento Rural, Perú*.
- Mendoza (2013). *Vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en zonas rurales de la provincia de Moyobamba – 2012*. Universidad Nacional de San Martín, Perú.

D.S N° 031-2010-SA. Reglamento de la Calidad de agua para consumo humano. Ministerio de Salud. Dirección General de Salud Ambiental – Ministerio de Salud. Perú.

Figuroa (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 Ruiz Gallo, Perú.

Berdonces (2008). La problemática del tratamiento del agua potable. Medicina Naturista, Vol (2), 69-75.

Cruz y Arévalo (2005). Efecto del uso de un método artesanal para el tratamiento de agua en comunidades rurales de la región San Martín, Perú, Vol. (22), 2.

Hinostroza (2008). Investigación del sistema de cloración por goteo en zonas rurales y pequeñas ciudades. Universidad Nacional de Ingeniería. Perú.

ANEXOS

PANEL FOTOGRÁFICO



Figura 23. Se aprecia la instalación del sistema de cloración
Fuente: Elaboración propia



Figura 24. Estado situacional de la caja de válvulas
Fuente: Elaboración propia



Figura 25. Estado situacional de la cámara rompe presión tipo 6
Fuente: Elaboración propia



Figura 26. Se construyó la caseta de cloración
Fuente: Elaboración propia



*Figura 27. Mejoramiento de la caja de válvulas.
Fuente: Elaboración propia*



*Figura 28. Instalación del sistema de cloración por goteo
Fuente: Elaboración propia*



Figura 29. Se realiza la limpieza de desinfección de la captación
Fuente: Elaboración propia



Figura 30. Equipo técnico y operadores después de realizado los trabajos
Fuente: Elaboración propia



Figura 31. Firma del acta de Limpieza y Desinfección
Fuente: Elaboración propia



Figura 32. Análisis de Cloro Residual en el reservorio
Fuente: Elaboración propia



Figura 33. Resultado de la presencia de cloro en el reservorio
Fuente: Elaboración propia



Figura 34. Análisis de presencia de cloro en las viviendas
Fuente: Elaboración propia



Figura 35. En la zona de intervención
Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 1: ANÁLISIS DE LABORATORIO DESPUES DEL SISTEMA DE GOTEO



Environmental Quality Analytical Services S.A.
Tecnología al Servicio de la Producción y el Medio Ambiente

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
 POR EL ORGANISMO PERUANO DE
 ACREDITACIÓN INACAL - DA CON
 REGISTRO N° LE - 030



INFORME DE ENSAYO N° A2214/21

Solicitante : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ACOBAMBA
Dirección : Jr. Callao No. 551, Distrito: Acobamba – Provincia: Tarma – Departamento: Junín

Procedencia : FUENTE DE AGUA - CENTRO POBLADO DE SANTIAGO DE COTO
 Distrito: Acobamba - Provincia: Tarma
 Departamento: Junín

Matriz de la Muestra : Agua Subterránea

Fecha de Muestreo : 29 - Marzo - 2021
Responsable del Muestreo : Personal Técnico - Empresa Solicitante

Fecha y Hora de Recepción : 30 - Marzo - 2 021 / 05:20 h
Fecha de Ejecución del Ensayo : 30 al 07 - Abril - 2021

Código Interno: A2214/21

PARÁMETROS	1014 - 1 ^(*)	Expresado en:	MÉTODOS DE ENSAYO
	Coto ^(**) (15:50 h)		
Microbiológicos			
Coliformes Totales (NMP)	< 0,2	NMP/100 mL	APHA 9221 B
Coliformes Termotolerantes (NMP)	< 1,8	NMP/100 mL	APHA 9221 E (Ítem 1)
Escherichia Coli (NMP)	< 1,8	NMP/100 mL	APHA 9221 G (Ítem 2)
Recuento de Heterótrofos en Placa ^(†)	480	UFC/mL	APHA 9215 B (*)
Parasitológicas			
Huevos y Larvas de Helmintos, quistes y oquistes de protozoarios patógenos	< 1	Huevo/L	The modified Ballenger method (*)
Protozoarios Patógenos	Ausencia	P-A/L	APHA 9711 (*)
Hidrobiológicos			
Organismos de Vida Libre	< 1	Organismos/L	APHA 10900 A,B (*)

(*) Código de Laboratorio (†) Código del Solicitante y hora de muestreo

REFERENCIA DE MÉTODOS ANALÍTICOS -

- STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, 23 rd Ed. APHA, AWWA WEF, 2017.
- ANALYSIS OF WASTEWATER FOR USE IN AGRICULTURE: A LABORATORY MANUAL OF PARASITOLOGICAL AND BACTERIOLOGICAL TECHNIQUE – OMS 1995
- (*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

ESTADO Y CONDICIÓN DE LA MUESTRA:

- La muestra cumple con los requisitos de calidad para ser analizada.

OBSERVACIONES

^(†) La temperatura y el tiempo de incubación es 35°C/48 h, y el medio de cultivo es plate count agar (PCA).

Lima, 07 de Abril de 2 021.

EQUAS S.A.
 Ing. Eusebio Víctor Córdor Evaristo
 Gerente General



Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización del Gerente General – EQUAS S.A.

Los resultados obtenidos se refieren solamente a los muestras ensayadas.

Los resultados de los ensayos obtenidos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

El laboratorio mantendrá en custodia por 30 días la muestra únicamente para los ensayos de metales, la seguridad de conservación ante la corrupción debe realizarse diez días antes de su vencimiento.

Código: F79-P-LAB-02
 Revisión: 01
 Fecha: 17-10-2020

Dirección de Laboratorio: Mz. I Lote 74, Urb. Naranjito – Puente Piedra, mt. del Km.28,5 de la Pan. Norte
 Teléfonos: 548-4976 / 349-4050 e_mail: info@equas.com.pe

Página 1 de 1

ANEXO N° 2: ACTA DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN Y CALIBRACIÓN



Municipalidad Distrital de Acobamba (Tarma)

ACTA DE LIMPIEZA Y DESINFECCION Y CALIBRACION DEL SISTEMA DE AGUA

Santiago de Coto 28 de noviembre 2020

Departamento	Junin
Provincia	Tarma
Distrito	Acobamba
Centro Poblado	Santiago de Coto
Ubigeo del Centro Poblado	1207020015

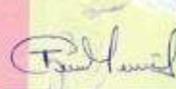
Por la presente se deja Constancia que se ha realizado las actividades de Limpieza y desinfección del sistema de agua.

Así mismo se ha realizado la calibración del sistema de cloración por goteo.

Caudal de ingreso al sistema (lt/Seg)	0.97
Dosis calibrada para la cloración (ml/Min)	17.36 ml/min

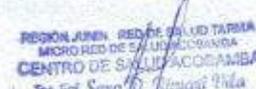
Con la presencia de la representante de la junta Administrativa de servicio de saneamiento (JASS) del centro poblado de Santiago de Coto, quienes se reúnen a efectos de dejar constancia de la culminación y conformidad a los TRABAJOS DE LIMPIEZA Y DESINFECCION Y CALIBRACION DEL SISTEMA DE CLORACION PARA OBTENER LA DOSIS NECESARIA PARA LA CLORACION DEL AGUA.


Daniel Salazar Calderón
 Responsable de las acciones de limpieza y desinfección y calibración


Teobolinda Molina Gche
 PRESIDENTE DE LA O.C.
 Nombres y Apellidos: Teobolinda Molina Gche
 DNI: 48129771


Nelly Huamani C
 SECRETARIO DE LA O.C.
 Nombres y Apellidos: Nelly Huamani C
 DNI: 21122694


Germano Segura Llanos
 OPERADOR DE LA O.C.
 Nombres y Apellidos: Germano Segura Llanos
 DNI: 21091190


CENTRO DE SALUD ACOBAMBA
 RESPONSABLE DE LA IPRESS

 RESPONSABLE DEL ATM

Jr. Callao N° 551- Telefax: (064) - 341010 / 341145
Email: acobambamunicipalidad@gmail.com

ANEXO N° 3: ANÁLISIS DE LABORATORIO ANTES DEL SISTEMA DE GOTEO

INFORME DE ENSAYO N° A1463/20

Solicitante : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ACOBAMBA
Dirección : Jr. Callao Nro. 551 - Acobamba – Tarma - Junín
Procedencia : CARACTERIZACIÓN DE AGUA POTABLE
 Distrito: Acobamba - Provincia: Tarma
 Departamento: Junín
Matriz de la Muestra : Agua Subterránea
Fecha de Muestreo : 05 - Noviembre - 2020
Responsable del Muestreo : Bach. Marco Cóndor E. - Laboratorio EQUAS S.A.
Fecha y Hora de Recepción : 06 - Noviembre - 2 020 / 08:22 h
Fecha de Ejecución del Ensayo : 06 al 14 - Noviembre - 2020

Código Interno: L1463/20

PARÁMETROS	1463 - 1 ^ª	1463 - 2 ^ª	Expresado en:	MÉTODOS DE ENSAYO
	05-Coto ^(*) (08:55 h) N 8 746 457 - E 427 870 ^(**)	06-Ocallapa ^(**) (10:40 h) N 8 741 445 - E 426 853 ^(**)		
Metales Totales				
Aluminio (Al)	< 0,148	< 0,148	mg/L	APHA 3111 D
Arsénico (As)	< 0,001	< 0,001	mg/L	APHA 3114 C
Antimonio (Sb)	< 0,02	< 0,02	mg/L	APHA 3111 B (*)
Bario (Ba)	< 0,19	< 0,19	mg/L	APHA 3111 D
Cadmio (Cd)	< 0,003	< 0,003	mg/L	APHA 3111 B
Cobre (Cu)	< 0,006	< 0,006	mg/L	APHA 3111 B
Cromo (Cr)	< 0,010	< 0,010	mg/L	APHA 3111 B
Hierro (Fe)	0,238	0,222	mg/L	APHA 3111 B
Manganeso (Mn)	< 0,005	< 0,005	mg/L	APHA 3111 B
Mercurio (Hg)	< 0,0002	< 0,0002	mg/L	APHA 3112 B
Molibdeno (Mo)	< 0,002	< 0,002	mg/L	EPA 200.7 (*)
Níquel (Ni)	< 0,011	< 0,011	mg/L	APHA 3111 B
Sodio (Na)	5,718	10,408	mg/L	APHA 3111 B
Plomo (Pb)	< 0,010	< 0,010	mg/L	APHA 3111 B (*)
Selenio (Se)	< 0,001	< 0,001	mg/L	APHA 3114 C
Uranio (U)	< 0,007	< 0,007	mg/L	EPA 200.7 (*)
Zinc (Zn)	0,016	0,019	mg/L	APHA 3111 B

(*) Código de Laboratorio

(**) Código del Solicitante y hora de muestreo

(*) Ubicación en coordenadas UTM

REFERENCIA DE MÉTODOS ANALÍTICOS.

- STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, 23 rd Ed. APHA, AWWA WEF, 2017.
- EPA Method 200.7, Rev.4.4, EMMC Version. Determination of Metals and trace Elements in Water and Wates by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry. 1994. (elementos validados Mn, U).
- (*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

PLAN Y PROCEDIMIENTO DE MUESTREO.

- Orden de trabajo N° 110/20. Toma de muestras de Agua- P.MOT.04 V01

ESTADO Y CONDICIÓN DE LA MUESTRA.

- Las muestras cumplen con los requisitos de calidad para ser analizadas.

Lima, 14 de Noviembre de 2 020.

Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización del Gerente General – EQUAS S.A.

Los resultados obtenidos se refieren solamente a las muestras ensayadas.

Los resultados de los ensayos obtenidos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

El laboratorio mantendrá en custodia por 30 días, la muestra diferente para los ensayos de metales, la solicitud de devolución ante la comisión debe realizarse diez días hábiles antes de su vencimiento.

Código: F01-F08-04
 Revisión: 00
 Fecha: 17-10-2019

Dirección de Laboratorio: Ma / Lote 74, Urb. Naranjita – Puente Piedra, alt. del Km. 28,5 de la Pan. Norte
 Teléfonos: 549-4976 / 349-4050 e_mail: info@equas.com.pe

Página 3 de 8

INFORME DE ENSAYO N° A1463/20

Solicitante : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ACOBAMBA
Dirección : Jr. Callao Nro. 551 - Acobamba - Tarma - Junín
Procedencia : CARACTERIZACIÓN DE AGUA POTABLE
 Distrito: Acobamba - Provincia: Tarma
 Departamento: Junín
Matriz de la Muestra : Agua Subterránea
Fecha de Muestreo : 05 - Noviembre - 2020
Responsable del Muestreo : Bach. Marco Cóndor E. - Laboratorio EQUAS S.A.
Fecha y Hora de Recepción : 06 - Noviembre - 2 020 / 08:22 h
Fecha de Ejecución del Ensayo : 06 al 14 - Noviembre - 2020

Código Interno: L1463/20

PARÁMETROS	1463 - 1 ^(*)	1463 - 2 ^(*)	Expresado en:	MÉTODOS DE ENSAYO
	05-Coto ^(**) (08:55 h) N 8 746 457 - E 427 870 ^(**)	06-Ocallapa ^(**) (10:40 h) N 8 741 445 - E 426 853 ^(**)		
Microbiológicos				
Coliformes Totales (NMP)	13	4,5	NMP/100 mL	APHA 9221 B
Coliformes Termotolerantes (NMP)	< 1,8	< 1,8	NMP/100 mL	APHA 9221 E (Ítem 1)
Escherichia Coli (NMP)	< 1,8	< 1,8	NMP/100 mL	APHA 9221 G (Ítem 2)
Recuento de Heterótrofos en Placa ^(†)	460	52	UFC/mL	APHA 9215 B ^(†)
Parasitológicos				
Huevos y Larvas de Helmintos, quistes y oquistes de protozoos patógenos	< 1	< 1	Huevo/L	The modified Baillenger method ^(†)
Protozoos Patógenos	Ausencia	Ausencia	P-AL	APHA 9711 ^(†)
Hidrobiológicos				
Organismos de Vida Libre	138	< 1	Organismos/l.	APHA 10990 A,B ^(†)

(*) Código de Laboratorio

(**) Código del Solicitante y hora de muestreo

(†) Ubicación en coordenadas UTM

REFERENCIA DE MÉTODOS ANALÍTICOS -

- STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, 23rd Ed. APHA, AWWA WEF, 2017.
- ANALYSIS OF WASTEWATER FOR USE IN AGRICULTURE: A LABORATORY MANUAL OF PARASITOLOGICAL AND BACTERIOLOGICAL TECHNIQUE - OMS 1996.
- (†) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

PLAN Y PROCEDIMIENTO DE MUESTREO -

- Orden de trabajo N° 110/20. Tomo de muestras de Agua-P.MOT.04 V01

ESTADO Y CONDICIÓN DE LA MUESTRA -

- Las muestras cumplen con los requisitos de calidad para ser ensayadas.

OBSERVACIONES

- ⁽¹⁾ La temperatura y el tiempo de incubación es 35°C/48 h, y el medio de cultivo es plate count agar (PCA).

Lima, 14 de Noviembre de 2020.

Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización del Gerente General - EQUAS S.A.

Los resultados analíticos se refieren estrictamente a las muestras ensayadas.
 Los resultados de los ensayos obtenidos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
 El laboratorio mantendrá en custodia por 30 días, la muestra únicamente para los ensayos de metales, la solicitud de devolución ante la comisión debe realizarse diez días hábiles antes de su vencimiento.

Código: F01-P-001.04 Dirección de Laboratorio: Mz I Lote 74, Urb. Naranjito - Puente Piedra, alt. del Km. 28,5 de la Pan. Norte
 Revisión: 01 Teléfonos: 548-4976 / 349-4050 e_mail: info@equas.com.pe

Página 2 de 8

INFORME DE ENSAYO N° A1463/20

Solicitante : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ACOBAMBA
Dirección : Jr. Callao Nro. 551 - Acobamba – Tarma - Junín
Procedencia : CARACTERIZACIÓN DE AGUA POTABLE
 Distrito: Acobamba - Provincia: Tarma
 Departamento: Junín
Matriz de la Muestra : Agua Subterránea
Fecha de Muestreo : 05 - Noviembre - 2020
Responsable del Muestreo : Bach. Marco Cóndor E. - Laboratorio EQUAS S.A.
Fecha y Hora de Recepción : No aplica
Ejecución de Ensayos : Mediciones en Campo

Código Interno: L1463/20

PARÁMETROS	1463 - 1 ^{ra}	1463 - 2 ^{da}	Expresado en:	MÉTODOS DE ENSAYO
	05-Coto ^(*) (08:55 h) N 8 745 457 - E 427 879 ^(**)	06-Ocallapa ^(*) (10:40 h) N 8 741 445 - E 426 853 ^(**)		
pH	7,44	7,69	Unidad de pH	APHA 4500-H ⁺ B
Cloro Total	< 0,10	< 0,10	mg/L	APHA 4500-Cl G ^(*)

(*) Código de Laboratorio

(**) Código del Solicitante y hora de muestreo

(*) Ubicación en coordenadas UTM

REFERENCIA DE MÉTODOS ANALÍTICOS. -

- STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, 23 rd Ed. APHA, AWWA WEF, 2017.
- (*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

PLAN Y PROCEDIMIENTO DE MUESTREO. -

- Orden de trabajo N° 110/20. Toma de muestras de Agua- P.MOT.04 V01

ESTADO Y CONDICIÓN DE LA MUESTRA. -

- No Aplica

Lima, 14 de Noviembre de 2 020.

Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización del Gerente General - EQUAS S.A.

Los resultados obtenidos se refieren solamente a las muestras ensayadas.

Los resultados de los ensayos obtenidos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

El laboratorio mantendrá en custodia por 30 días la muestra únicamente para los ensayos de metales, la solicitud de devolución ante la comisión debe realizarse diez días antes de su vencimiento.

Código: F01-P-DIR-04
 Revisión: 08
 Fecha: 17-10-2019

Dirección de Laboratorio: Mz. I Lote 74, Urb. Naranjillo - Puente Piedra, alt. del Km.26.5 de la Pan. Norte
 Teléfonos: 548-4976 / 349-4050 e_mail: info@equas.com.pe

Página 4 de 6

INFORME DE ENSAYO N° A1463/20

Solicitante : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ACOBAMBA
Dirección : Jr. Callao Nro. 551 - Acobamba – Tarma - Junín
Procedencia : CARACTERIZACIÓN DE AGUA POTABLE
 Distrito: Acobamba - Provincia: Tarma
 Departamento: Junín
Matriz de la Muestra : Agua Subterránea
Fecha de Muestreo : 05 - Noviembre - 2020
Responsable del Muestreo : Bach. Marco Córdor E. - Laboratorio EQUAS S.A.
Fecha y Hora de Recepción : 06 - Noviembre - 2 020 / 08:22 h
Fecha de Ejecución del Ensayo : 06 al 14 - Noviembre - 2020

Código Interno: L1463/20

PARÁMETROS	1463 - 1 ^{MA}	1463 - 2 ^{MA}	Expresado en:	MÉTODOS DE ENSAYO
	05-Coto ^{MA} (08:55 h) N 8 746 457 - E 427 878 ^{MA}	06-Ocallapa ^{MA} (10:48 h) N 8 741 445 - E 426 853 ^{MA}		
Boro (B)	< 0,02	< 0,02	mg B/L	APHA 4500-B C
Cianuro Total	< 0,005	< 0,005	mg CN/L	APHA 4500-CN C,E
Cloruros	5	10	mg Cl/L	APHA 4500-Cl C (*)
Color Verdadero	< 1	< 1	UC	APHA 2120 C
Dureza Total	46	283	mg CaCO ₃ /L	APHA 2340 C (*)
Flúor	0,032	0,247	mg F/L	APHA 4500-F D (*)
Nitratos	0,473	0,345	mg N-NO ₃ /L	APHA 4500-NO ₃ B
Nitritos	< 0,003	< 0,003	mg N-NO ₂ /L	EPA 354.1
Sulfatos	14	20	mg SO ₄ ²⁻ /L	APHA 4500-SO ₄ ²⁻ E
Sólidos Totales Disueltos	65	314	mg/L	APHA 2540 C
Turbidez	0,83	0,68	NTU	APHA 2130 B

(*) Código de Laboratorio

(*) Código del Solicitante y hora de muestreo

(*) Ubicación en coordenadas UTM

REFERENCIA DE MÉTODOS ANALÍTICOS. -

- STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, 23 rd Ed. APHA, AWWA WEF, 2017.
- US ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, EPA 354.1,1971
- (*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

PLAN Y PROCEDIMIENTO DE MUESTREO. -

- Orden de trabajo N° 110/20. Toma de muestras de Agua- P.MOT.04 V01

ESTADO Y CONDICIÓN DE LA MUESTRA. -

- Las muestras cumplen con los requisitos de calidad para ser analizadas.

Lima, 14 de Noviembre de 2 020.

Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización del Gerente General - EQUAS S.A.

Los resultados obtenidos se refieren solamente a las muestras ensayadas.

Los resultados de los ensayos obtenidos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

El laboratorio mantendrá en custodia por 30 días, la muestra diferente para los ensayos de metales, la solicitud de dimiende ante la comisión debe realizarse diez días antes de su vencimiento.

Código: F01-P.DR.04
Revisión: 00
Fecha: 17-10-2019

Dirección de Laboratorio: Mz I Lot 74, Urb. Naranjito - Puente Piedra, alt. del Km.28,5 de la Pan. Norte
Teléfonos: 548-4976 / 349-4050 e_mail: info@equas.com.pe

Página 1 de 4

ANEXO N° 4: MONITOREO DE CLORO RESIDUAL EN EL MES DE DICIEMBRE

REPORTE DEL CONTROL DE CLORO RESIDUAL

I. UBICACIÓN

LOCALIDAD ANEXO : SANTIAGO DE COTO	FECHA : 16-12-2020
DISTRITO : ACOBAMBA	PROVINCIA : TARMA
REGION : JUNIN	

II. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

a) Administrador del Sistema de Agua

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ACOBAMBA JASS: SANTIAGO DE COTO

b) Tipo de Sistema de Abastecimiento de Agua: Gravedad Simple

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

3.1 Planta de Tratamiento de agua potable/ Reservoirio

Nº	Punto de toma de muestra	Coordenadas UTM		Fecha de muestreo	Hora de Muestreo	Cloro Residual (ppm)	
		Norte	Este			< 0.5 ppm	> 0.5 ppm
1	RESERVIORIO	87464 22.30	4278 68.30	16-12 2020	10:00 a.m		1.4

3.2 Red de Distribucion

Nº	Ubicación del punto de muestreo	Punto de toma de la muestra	Dirección	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Cloro Residual (ppm)		Firma del Usuario
						< 0.5 ppm	> 0.5 ppm	
1	RED	PRIMERA VIVIENDA	Santiago COTO	16-12 2020	10:30 a.m		0.8	
2	RED	VIVIENDA INTERMEDIA	Santiago COTO	16-12 2020	11:00 a.m		0.7	
3	RED	ULTIMA VIVIENDA	Santiago COTO	16-12 2020	12:00 a.m		0.55	

1. Tipo de Sistema : Gravedad Simple
2. Ubicación de puntos de muestreo : Reservoirio y Red
3. Punto de Toma : Reservoirio y Grifo de vivienda
4. Coordenadas :

IV. OBSERVACIONES

1.-

2.-

3.-

4.-

MINISTERIO DE SALUD
 DIRECCIÓN GENERAL DE EPIDEMIOLOGÍA Y CONTROL DE ENFERMEDADES INFECCIOSAS Y PARASITARIAS
 Dario R. Salazar Calderón
 Jefe del Establecimiento de Salud

REGION JUNIN - RED DE SALUD TARMA
 MICRO RED DE SALUD ACOBAMBA
CENTRO DE SALUD ACOBAMBA
 For. For. Salud A. Barrantes Vique
 Técnico en Salud Ambiental del EESS

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ACOBAMBA
 Daniel Salazar Calderón
 Responsable del Área Técnica Municipal

ANEXO N° 5: MONITOREO DE CLORO RESIDUAL EN EL MES DE NOVIEMBRE

REPORTE DEL CONTROL DE CLORO RESIDUAL

I. UBICACIÓN

LOCALIDAD ANEXO:	SANTIAGO DE COTO	FECHA:	30-11-2020
DISTRITO:	ACOBAMBA	PROVINCIA:	TARMA
REGION:	JUNIN		

II. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

a) Administrador del Sistema de Agua

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ACOBAMBA JASS: Santiago Coto

b) Tipo de Sistema de Abastecimiento de Agua

Gravedad Simple

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 muestra	Coordenadas UTM		Fecha de muestreo	Hora de Muestreo	Cloro Residual (ppm)	
		Norte	Este			< 0.5 ppm	>= 0.5 ppm
1	Reservorio	87464 22.30	4278 68.30	30-11 2020	1.00 P.M.		1.32

3.2 Red de Distribucion

N°	Ubicación del punto de muestreo	Punto de toma de la muestra	Dirección	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Cloro Residual (ppm)		Firma del Usuario
						< 0.5 ppm	>= 0.5 ppm	
1	RED	1ra vivienda	Santiago Coto	30-11 2020	1.10 P.M.		0.7	<i>[Firma]</i>
2	RED	Vivienda Intermedia	Santiago Coto	30-11 2020	1.30 P.M.		0.66	<i>[Firma]</i>
3	RED	Ultima vivienda	Santiago Coto	30-11 2020	1.40 P.M.		0.58	<i>[Firma]</i>

1. Tipo de Sistema : Gravedad Simple
2. Ubicación de puntos de muestreo : Reservorio y Red
3. Punto de Toma : Reservorio y Grifo de vivienda
4. Coordenadas :

IV. OBSERVACIONES

1.- _____

2.- _____

3.- _____

4.- _____


MINISTERIO DE SALUD
 REGION JUNIN - MICRO RED DE ACOBAMBA
 Centro de Salud ACOBAMBA
 Dr. Carlos D. Pimari Vela
 Jefe del Establecimiento de Salud

REGION JUNIN - RED DE SALUD TARMA
 MICRO RED DE SALUD ACOBAMBA
CENTRO DE SALUD ACOBAMBA
 Dr. Carlos D. Pimari Vela
 Técnico en Salud Ambiental del EESS


 Responsable del Área Técnica
 Mónica Colón Colón
 Técnica Municipal