



Universidad César Vallejo

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Potabilización con Hipoclorito de calcio y sulfato de aluminio
en la planta de tratamiento de agua potable (PTAP) para
consumo humano Quequeña – Arequipa 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
Ingeniera Ambiental

AUTORA:

Loarte Trujillo, Linda Marleni (ORCID: 0000-0002-2801-5461)

ASESOR:

MSc. Quijano Pacheco, Wilber Samuel (ORCID: 0000-0001-7889-7928)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad Y Gestión De Los Recursos Naturales

LIMA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

A Dios, mis padres, mi hermana y
mi familia.

AGRADECIMIENTOS

A la universidad Cesar Vallejo por brindarme la oportunidad de poder obtener mi título profesional y al Ingeniero Wilber Quijano por su paciencia y profesionalismo.

A mis padres, Mitzy y Alberto por siempre haber confiado en mí y brindarme su apoyo incondicional.

A mi tía Marleni por ser un buen ejemplo para todos, a mi abuelo y mi tío Efraín por su comprensión.

A mis mejores amigos Jaime y Kevin quienes siempre me brindaron su apoyo, paciencia en todo momento.

Pelón y Gumball, por su compañía.

Contenido

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE ABREVIATURAS	vii
RESUMEN	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA.....	26
3.1. Tipo y diseño de investigación	27
3.3. Población y muestra.....	27
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	27
3.5.1. UBICACIÓN	28
3.5. Procedimientos	30
3.5.3. MATERIALES.....	32
3.7. Aspectos éticos	33
IV. RESULTADOS.....	34
4.1. PARÁMETRO FÍSICO, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE LA CALIDAD DE AGUA INICIAL.....	35
4.2. TRATAMIENTO DE LAS AGUAS CON SULFATO DE ALUMINIO	36
4.3. TRATAMIENTO DE LAS AGUAS CON HIPOCLORITO DE CALCIO....	40
V. DISCUSIÓN	44
VI. CONCLUSIONES	46
VII. RECOMENDACIONES	48
BIBLIOGRAFÍA.....	50
ANEXOS	57

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Resultados de los parámetros del agua inicial</i>	35
<i>Tabla 2. Resultados obtenidos con el Sulfato de Aluminio</i>	36
<i>Tabla 3. Análisis de Varianza de la Turbidez</i>	36
<i>Tabla 4. Prueba de Contraste Tukey de la Turbidez</i>	37
<i>Tabla 5. Análisis de Varianza de la Conductividad</i>	38
<i>Tabla 6. Prueba de Contraste Tukey de la Conductividad</i>	38
<i>Tabla 7. Análisis de Varianza de los Sólidos Disueltos Totales</i>	39
<i>Tabla 8. Prueba de Contraste Tukey de los Sólidos Disueltos Totales</i>	39
<i>Tabla 9. Resultados obtenidos con el Hipoclorito de Calcio</i>	40
<i>Tabla 10. Análisis de Varianza de las Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales</i>	41
<i>Tabla 11. Prueba de Contraste Tukey de Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales</i>	41
<i>Tabla 12. Análisis de Varianza de las E. Coli</i>	42
<i>Tabla 13. Prueba de Contraste Tukey de E. Coli</i>	43

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Mapa del distrito de Quequeña</i>	<u>28</u>
<i>Figura 2. Mapa de ubicación de las Estaciones de monitoreo</i>	<u>29</u>
<i>Figura 3. CAPTACIÓN DE AGUA SUPERFICIAL</i>	<u>29</u>
<i>Figura 4. Materiales</i>	<u>32</u>
<i>Figura 5. Resultados de los parámetros físicos químicos y microbiológicos del agua inicial</i>	<u>35</u>
<i>Figura 6. Efecto del Tratamiento sobre la Turbidez</i>	<u>37</u>
<i>Figura 7. Efecto del Tratamiento sobre la Conductividad.</i>	<u>38</u>
<i>Figura 8. Efecto del Tratamiento sobre los Solidos Disueltos Totales.</i>	<u>40</u>
<i>Figura 9. Efecto del Tratamiento sobre las bacterias coliformes termotolerantes.</i>	<u>42</u>
<i>Figura 10. Efecto del Tratamiento sobre la E. Coli.</i>	<u>43</u>

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

UFC: Unidad Formadora de Colonia

NMP: Numero más probable

UNT: Unidad Nefelometría de Turbiedad

LMP: Límite Máximo Permisible

ECA: Estándares de Calidad Ambiental

DS: Decreto Supremo

INACAL: Instituto Nacional de Calidad

PTAP: Planta de Tratamiento de Agua Potable

E. Coli: Escherichia Coli

DIGESA: Dirección General de Salud Ambiental

SDT: Solidos Disueltos Totales

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo Potabilizar con Hipoclorito de calcio y Sulfato de aluminio en la planta de tratamiento de agua potable (PTAP) para consumo humano Quequeña - Arequipa 2021, es observacional, cualitativo, las muestras tomadas de la Planta de Tratamiento del Distrito de Quequeña, fueron analizadas en el laboratorio BHIOS, que cuenta con la acreditación de INACAL, las muestras fueron de 24 litros de agua superficial tomadas al azar, el tratamiento usado fue por goteo, en los cuales 2 litros fueron usados a través de la dosificación por goteo de hipoclorito de sodio y sulfato de aluminio con las dosis (3ppm = 0.12 g/L, 5ppm = 0.2 g/L y 7 ppm = 0.3 g/L), cada uno conto con 3 repeticiones que fueron vertidas a las peceras de 10 litros para conseguir una desinfección eficiente. Las concentraciones fueron vertidas cada 10 días para los 2 tratamientos. Los resultados se obtuvieron mediante la prueba Tukey, todos fueron significativos. Se concluyó que el tratamiento tanto en hipoclorito de calcio y sulfato de aluminio, la dosis donde se obtuvieron mejores resultados fue con 7 ppm que fueron 0.3 g/L.

Palabras Clave: Hipoclorito de Calcio, Sulfato de Aluminio, dosificación por goteo.

ABSTRACT

The objective of the following assignment had as objective to purify water with calcium hypochlorite, and aluminum sulfate in the water treatment plant (WTP) and turn it into drinking potable water for the regular human consumption at Quequeña - Arequipa 2021; its observational, qualitative, the samples taken of the Water Treatment Plant of the District of Quequeña, and they were analyzed in the BHIOS laboratory that has been accredited by the INACAL. The water samples were 24 liters randomly taken from the water surface, the treatment used was by drip, where 2 liters were used through dosing by permanent drip of sodium hypochlorite and aluminum sulfate with the doses (3ppm = 0.12 g/L, 5ppm = 0.2 g/L and 7 ppm = 0.3 g/L), each of them had 3 repetitions that were poured into the fish tanks of 10 liters in order to obtain an efficient disinfection. The concentrations were poured every 10 days for the 2 treatments. The results were obtained through the Tukey's test, all of them were significant. It was concluded that the treatment in both calcium hypochlorite and aluminum sulfate, the dose where the best results were obtained was with 7 ppm, which was 0.3 g/L.

Keywords: Calcium Hypochlorite, Aluminum Sulfate, permanent drip dosing.

I. INTRODUCCIÓN

El Perú, debido al crecimiento poblacional, enfrenta hoy una demanda por el consumo del agua potable, debido al cambio climático, las fuentes de agua que antes eran aptas para poder consumirlas, hoy en día ya no lo son, por ello deben pasar por una serie de tratamientos. Hay desigualdades entre zonas urbanas y rurales. En el Perú se registró 7 millones 698 mil 900 viviendas, de los cuales, el 80,4% de habitantes no cuentan con suministro de red pública, mientras que en los sectores urbanos este servicio cubre el 83,2% y en el área rural al 71.1%. Por ello, existen enfermedades de infección, entre ellas las más conocidas son: diarreas, malaria, dengue, hepatitis, entre otras, según (SÁNCHEZ, César Cabezas. Enfermedades infecciosas relacionadas con el agua en el Perú. Revista peruana de medicina experimental y salud pública, 2018, vol. 35, p. 309-316.)

La tercera causa de muerte son por diarreas, se presencia ellos en niños menores de 5 años, 340 000 son los que mueren por enfermedades estomacales, según (SÁNCHEZ, César Cabezas. Enfermedades infecciosas relacionadas con el agua en el Perú. Revista peruana de medicina experimental y salud pública, 2018, vol. 35, p. 309-316.).

Arequipa cuenta con 8 represas, en los últimos años, Arequipa presencio una serie de problemas con la cantidad y calidad de agua que es potable, en el 2014, DIGESA, realizo estudios para comprobar la calidad de agua de una de las represas y se encontró que los parámetros hidrobiológicos están fuera de rango según normativa del Decreto Supremo N°031-2010, las dos represas que fueron analizadas fueron las de “El Pañe” y “Aguada Blanca” según un estudio

realizado, DEL CARPIO-TOIA, Agueda Muñoz, et al. Calidad del agua en dos represas de Arequipa, Perú. Revista Inclusiones, 2019, p. 264-279.

La presente tesis tiene problema general: ¿Cómo es la Potabilización con Hipoclorito de calcio y sulfato de aluminio en la planta de tratamiento de agua potable (PTAP) para consumo humano Quequeña - Arequipa 2021?

Y como problemas específicos: ¿Cuáles son las características físico químicas y microbiológicas del agua inicial de la PTAP para consumo humano Quequeña Arequipa?, ¿Cuáles son las cantidades óptimas de hipoclorito de calcio y sulfato de aluminio para la potabilización del agua para consumo humano Quequeña Arequipa?

El objetivo principal de la investigación: Evaluar la potabilización con Hipoclorito de calcio y sulfato de aluminio en la planta de tratamiento de agua potable (PTAP) para consumo humano Quequeña - Arequipa 2021 y como objetivos específicos: Identificar las características físico químicas y microbiológicas del agua inicial del PTAP para consumo humano Quequeña Arequipa y determinar las cantidades óptimas de hipoclorito de calcio y sulfato de aluminio para la potabilización del agua para consumo humano Quequeña Arequipa.

Por lo tanto se plantea como hipótesis lo siguiente: como hipótesis general que La Potabilización con Hipoclorito de calcio y sulfato de aluminio en la planta de tratamiento de agua potable (PTAP) influye para el consumo humano Quequeña - Arequipa 2021. Como hipótesis específicas: las características físico químicas y microbiológicas del agua inicial del PTAP mejoran el tratamiento para el consumo humano, las cantidades óptimas de hipoclorito de calcio (0.30 g/l) y

sulfato de aluminio (0.30 g/l) para la potabilización del agua para consumo humano Quequeña Arequipa.

La justificación teórica de este trabajo es brindar la dosis óptima de hipoclorito de calcio y sulfato de aluminio, para que se cumplan con los estándares de calidad ambiental según normativa, para ello se evaluó la dosis y parámetros para la dosis de potabilización del agua.

La justificación ambiental de este trabajo, es que fue elaborada de acuerdo a las normativas ambientales vigentes, buscando la satisfacción del poblador sin dañar los recursos naturales.

La justificación metodológica fue la evaluación de los parámetros de la planta de tratamiento de agua potable en el distrito de Quequeña, para ello se realizó un monitoreo continuo para establecer una dosis precisa de sulfato de aluminio y cloro y así cumplir con los parámetros establecidos en el Decreto Supremo 031-2010.

Mientras haya más desarrollo en la humanidad, se ve más afectado el recurso hídrico ya que este recurso traspasa fronteras por eso nos vendría afectando a todos. Debido a la degradación ambiental, crecimiento poblacional, degradación ambiental, consumismo no sostenible y desigual, inequidad social y malos hábitos de los consumos de nuestros recursos naturales, todos nos vemos afectados debido a la mala utilización del recurso hídrico. (UNESCO, 2019).

La importancia del recurso hídrico también se ve afectado en lo económico debido a que según estudios realizados podemos estimar que tres de cada cuatro empleos podría depender del agua, la escasez de este recurso limitan el

crecimiento económico y la creación de nuevos empleos, según este informe nos da a conocer que la mitad de los 1.500 millones de trabajadores a nivel mundial dependen del sector agua (Organización de las Naciones Unidas, 2016).

II. MARCO TEÓRICO

Después de haber revisado los artículos, trabajos y revistas, sobre el estudio de la potabilización del agua presentare el resumen de los “Antecedentes Nacionales” que oscilan entre los años 2015 al 2020, en el Perú.

Pérez (2015), realizaron la investigación titulada, “Optimización en la dosificación de sulfato de aluminio ara el tratamiento del agua potable en el distrito de Villacacoto - 2015”. El objetivo fue determinar la dosis que fue usada con el sulfato de aluminio al momento de evaluar la turbiedad y el color del agua potale en el distrito de Filkakutu, la dosis que fuera la más recomendada, el estudio tuvo una duración de 4 meses y los resultados fueron efectivos para el rio de Chalkas, el resultado fue la eliminación de la turbidez y el color.

Pomalaza y Rivera (2016), en la investigación titulada, “Optimización en el método de coagulación - floculación en la remoción del arsénico de las fuentes del agua potable usando el sulfato de aluminio de tipo A - Huancayo”. El objetivo fue mejorar la metodología de coagulación y floculación para la eliminación de arsénico de fuentes de agua potable en la región La Unión Leticia utilizando sulfato de aluminio. La metodología para la determinación de la dosis adecuada de sulfato de aluminio, con prueba de vial, para la Eliminación de arsénico en agua doméstica. Por lo tanto, se determinó que 120 mg de $Al_2(SO_4)_3/L$ era una dosis adecuada para la eliminación.

Reyes, M. (2016) realizo su tesis, “Uso del cloro en las plantas de tratamiento de aguas residuales domesticas: desinfección y formación de subproductos”. Se evaluó la composición de cloramina y trimetano (THM), carcinógeno producido durante la desinfección de aguas residuales, tomando cuatro muestras por temporada, así como la eficiencia de remoción de amonio, heces de coliformes

y sólidos de moscas, vapores y volátiles, cambios de pH, temperatura del agua, conductividad y oxígeno disuelto, comportamiento de factores (flujo de agua, cloro activo, pH, temperatura y DBO5) que afectan la formación. Estos compuestos se analizaron con información de PTAR de 3 años, donde la temperatura fue el factor de cambio estadísticamente significativo. La planta de tratamiento es más eficiente y menos eficiente que las plantas de tratamiento de la región sur. Así, después de 30 días, se eliminó un promedio de 91% cloramina y 94% trimetano.

Vásquez R. y Muñoz M. (2017) realizó su artículo, "Análisis de la Hidroquímica en la presencia natural de arsénico en las aguas subterráneas en áreas suburbanas de Cochabamba - Bolivia y su evaluación en la viabilidad técnica del proceso de remoción". Se evalúa la factibilidad técnica de varias operaciones de remoción de arsénico en base a parámetros de calidad física y química del agua de los pozos que contenían los niveles de contaminación. También se evalúa la factibilidad técnica de varias operaciones de remoción de arsénico en base a parámetros de calidad física y química del agua de los pozos más contaminados. Se obtuvo los siguientes: la dirección de evolución geoquímica del agua tipo Na-Ca-HCO₃ puede deberse a la mineralización y/o disolución de minerales como halita [NaCl], dolomita [CaMg (CO₃)₂] y calcita [CaCO₃] y/o Magnesita [MgCO₃]. Las concentraciones fundidas varían en 3 órdenes de magnitud, de 3 a 581,7 µg/L, lo que indica un alto riesgo de exposición para la salud.

Ttito, R. (2018), realizó un estudio titulado, "Evaluación en la eficacia del almidón en las tres variedades de papa (*Solanum tuberosum*) auxiliar del sulfato de

aluminio para el tratamiento del agua para el consumo de los pobladores en condiciones de alto andinas”. Tuvo como objetivo la evaluación de la eficiencia del almidón de tres tipos de papa y como coadyuvante el sulfato de aluminio para así poder tratar aguas que son de consumo humano, como metodología se realizó en Centro Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales donde se llegó a determinar las dosis adecuadas de los coagulantes mezclados que contenían almidón. Tuvo como resultados que la que causo efectos positivos fue el almidón de tipo Imilla Negra.

Galindo G. (2018), en la investigación titulada “Determinación de las dosis que sean optimas en el sulfato de aluminio granulado de tipo b en la planta de tratamiento del agua potable”. Ubicado en Cerro de Pasco, el objetivo fue la determinación de la dosis adecuada de sulfato de aluminio coagulado para el tratar el agua potable. La metodología utilizada en la medición para determinar la dosis óptima es la prueba del vial, donde las muestras se toman en el mismo período de tiempo y así se puede determinar la dosis en el momento en que se utiliza el sulfato de aluminio para la purificación. Como resultado, el sulfato de aluminio es un buen coagulante para el tratamiento del agua potable porque ya existe una gran diferencia en la turbidez y el color del agua antes de su uso.

Tiza I. (2019), en el estudio titulado, “Instalación, diseño y funcionamiento en la cloración por goteo del agua potable del caserío Sauce de Porcuya -Piura”. El presente estudio tuvo como objetivo principal diseñar, instalar y operar un método de cloración por goteo controlado en el sistema de agua potable del Caserío Sauce de Porcuya Piura en el año 2019. Método aplicado para obtener los resultados de diseño, instalación y operación óptimos del sistema de

cloración. Los resultados de la instalación del sistema de goteo fueron satisfactorios.

Flipe C. y Milen L. (2018) realizó su tesis, "Propuesta para mejorar el sistema de tratamiento del agua residual en la empresa somos K S.A." el objetivo fue desarrollar una propuesta para así poder mejorar el sistema de tratamientos de aguas residuales para cumplir la Resolución 0631 de 2015. Para ello, tomaron en cuenta los parámetros que fueron previamente analizados, se propusieron diseñar un desengranaje, donde eligieron la opción más adecuada según lo que necesitaba la empresa, una vez el agua es tratada se caracteriza, se realiza un estudio de presupuestos y se estudia las posibles sanciones.

Romero, M. (2018) realizó su tesis, "Propuesta de mejoramiento de la Planta de tratamiento del Agua potable en la ciudad de Ayaviri, Melgar distrito de Puno 2018". Cuyo objetivo es proponer un plan para renovar una planta de tratamiento de agua potable en la localidad de Ayaviri, Puno, se ha evaluado para esta generación, y se ha encontrado que el caudal total va a las plantas de tratamiento de aguas residuales es de 68 l / s , la cual es mayor a la capacidad de las estaciones anteriores, debido a que solo se deben importar 58.85 l/s , cada unidad opera de manera ineficiente, al mismo tiempo, la infraestructura se degrada y los insumos químicos no se manejan adecuadamente. . Por esta razón, se han desarrollado dimensiones apropiadas para cada unidad de planta o proceso; conduce a una tasa interna de retorno (TIR) de $20,78\%$ y un valor presente neto (VAN) positivo, lo que permite conocer la factibilidad de la propuesta.

Ordinola E. (2020) realizó una tesis, "Diseño de una Planta de Tratamiento del Agua potable para los centros poblados del distrito de Ignacio Escudero". Su objetivo fue proponer el diseño de una planta de tratamiento convencional en los cantones y centros poblados de San Miguel y San José. Los procedimientos de tratamiento de agua potable se basan en las propiedades físicas y microbiológicas que presenta el agua cruda durante su transformación, teniendo en cuenta la norma peruana OS.020 Plantas de Tratamiento de Agua para Humanos. La PTAP (Planta de Tratamiento de Agua Potable) incluye los siguientes procesos: coagulación, floculación, sedimentación, filtración y esterilización. Por lo tanto, diseñar una planta de tratamiento de agua potable basada en buenas prácticas de ingeniería reduce los costos de energía y mano de obra calificada. La conclusión fue que la implementación de unidades de tratamiento de agua potable operadas hidráulicamente permitiría una operación simple y eficiente, lo que reduciría el uso de equipos mecánicos y mano de obra calificada.

Cama D. E., & Huasco M. G. (2019) Realizó su tesis, "Evaluación de la calidad de agua en la planta de tratamiento de agua potable de Villa Rica-Oxapampa.". Tuvo como objetivo la evaluación de la planta potabilizadora de Vila Rica Oxamba. Como metodología de aplicaron 4 coagulantes con una concentración de 2,5% a las muestras que contenían de 10 a 60 mg/L, para el estudio se aplicó un diseño estadístico de Box-Behnken donde se tomó en cuenta 3 factores: el tiempo, gradiente y las dosis. Como resultado se obtuvo que la primera muestra bajo la turbidez y cambio el color, y la segunda muestra subió la turbidez y se ve un cambio de color.

Arrieta, J. (2019) realizó su artículo "Recomendaciones para diseño y optimización de plantas de tratamiento de agua potable, considerando aspectos de funcionalidad y durabilidad. Para este proyecto se realizó un análisis de las situaciones negativas que se presentan en la operación de las plantas de tratamiento de aguas residuales convencionales, lo cual se debió al diseño original del proyecto de diseño. Los diseños se extraen de las experiencias adquiridas en el trabajo realizado con frecuencia en el campo del diseño y mejora de sistemas de agua potable, en muchos casos no se tienen en cuenta porque los diseñadores tienen como objetivo respetar Los parámetros de salud hidráulica y los parámetros requeridos por las normas de diseño están ampliamente disponibles y bien documentado.

Idrogo, N. et al. (2019) Realizó su artículo, "Desinfección del agua para el consumo de la población a través del uso del filtro de arcilla y plata coloidal dentro del sector urbano, Lurigancho - Chosica". Tuvo como objetivo evaluar la desinfección del agua en la región de Carapongo (Lurigancho-Chosica) utilizando un filtro de lodo con aserrín y plata coloidal. Se fabrican prototipos de filtros de lodo de varios tamaños con un 50% de aserrín, después de lo cual se agrega plata coloidal. Se diseñan un total de 5 filtros de diferentes tamaños y espesores, utilizando arcilla cerámica en 3 filtros y arcilla natural en 2 filtros; Una vez que se forman los filtros, se los lleva a una temperatura alta para formar pequeñas membranas porosas que realizan la función de un filtro. Los resultados muestran un método de tratamiento eficaz, económico y accesible para la vivienda.

Orjuela M. et al (2020) realizó su artículo, “Evaluación de la turbiedad en los parámetros indicadores de tratamiento en la planta de potabilización del municipio”. Uno de los principales objetivos de las plantas de tratamiento de agua es cumplir con las normas para el suministro de agua apta para uso doméstico. Encima, debido a la contaminación de los suministros y los cambios climáticos, partes del sistema en su conjunto están en riesgo. A través del muestreo y control periódico de afluentes y drenajes en la fábrica se mide la calidad del agua suministrada a la comunidad, se establece el nivel de los estándares de calidad del agua y se determinan los coeficientes de agua. Se concluyó que la turbidez tuvo una relación lineal positiva significativa con los coliformes, Además, la turbidez de las heces y las bacterias coliformes mostraron la mejor asociación, proporcionando dos modelos de regresión lineal para predecir cada variable.

Araujo, E. (2020) Realizó su artículo “Optimización en el tratamiento de agua residual domestica a través de la implementación del Sistema MBBR – Caylloma es el distrito perteneciente Arequipa”. El estudio tiene como objetivo mejorar el la función de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas, permitió activar el sistema de lo que incluye aumentar la biomasa en el reactores, lo que permite la descomposición de más materia orgánica, para aumentar la capacidad de procesamiento global en un 40% de biopelículas. Una vez completada la mejora, ahora hay una planta capaz de manejar un caudal promedio de 280 m³/día, atendiendo las necesidades de alrededor de 3200 residentes.

A nivel internacional se tomaron en cuentas investigaciones realizadas en el 2015 al 2022:

Franco, M. y Carro M. (2014) realizó su artículo, “Remoción del arsénico en el agua a través del proceso de coagulación – floculación, objeto de evaluar la importancia de la eliminación del arsénico en el agua para consumo humano”. En este caso, se trataba de identificar y evaluar los factores clave que controlan la remoción de arsénico del agua. En las pruebas realizadas, la dosis de anticoagulante varió de 5 a 500 mg/L, para partículas sólidas de 0 a 6000 mg/L y la concentración inicial de arsénico de 0,5 a 5 mg/L. de 100 experiencias. Se han obtenido índices de tratamiento de arsénico que oscilan entre 0 y 95%. Los resultados obtenidos mostraron que se puede lograr un 95% de remoción combinando cloruro de hierro y un 80% con sulfato de aluminio en soluciones que contienen arseniato. Para dosis de cloruro férrico superiores a 50 mg/L, la eficacia desincrustante se reduce significativamente en comparación con el sulfato de aluminio para todo tipo y concentración de sólidos. La remoción más fuerte se realizó a pH 3 a 5, en soluciones oxidantes. Cada resultado se obtiene y es importante para remoción de As en las plantas de agua potable, como también en la implementación de métodos caseros en remoción.

Barajas, C. (2015) realizó su tesis. “Determinar la dosis óptima de aluminio para el proceso de coagulación- fluctuación en el tratamiento de agua potable a través del uso de la red neuronal artificial”. $(Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O)$ en el proceso de floculación-floculación para el tratamiento de agua potable mediante el uso de una red neuronal artificial. El presente proyecto se desarrolló para realizar la determinación de la dosis óptima de sulfato de aluminio $(Al_2(SO_4)_3)$ utilizando modelos de correlación entre variables como la regresión lineal y polinomial, un modelo de red neuronal. Sintético (ANN), que experimenta cambios de turbidez en tiempo real, es capaz de generar una dosis específica correspondiente, Con

el fin de obtener una coagulación efectiva en el agua a tratar evitando así la presencia de coagulantes en exceso o insuficientes, reduciendo la necesidad de testeos continuos de viales y al mismo tiempo minimizando las pérdidas económicas por el costo insuficiente de la coagulación.

Yonge (2017), en su investigación “Una comparación de coagulantes a base de aluminio y hierro para el tratamiento de la superposición de aguas superficiales en el condado de Sarasota, Florida” En esta investigación, se evaluaron cinco coagulantes diferentes para determinar su eficacia para eliminar la turbidez, el color y el carbono orgánico disuelto (DOC) de un agua superficial en el condado de Sarasota, Florida. Se utilizaron pruebas de jarras a escala de banco que simularon los procesos convencionales de coagulación, floculación y sedimentación. Se utilizaron coagulantes a base de hierro (cloruro férrico y sulfato férrico) y coagulación de la base del aluminio (sulfato de aluminio, cloruro de polialuminio (PACl) y del clorhidrato del aluminio (ACH) para tratar un suministro de agua superficial altamente orgánico (DOC que oscila entre 10 y 30 mg /L), conocido como Cow Pen Slough. Se desarrollaron y evaluaron isoplethas que representan DOC y las eficiencias de eliminación de color de la función del pH y de cada dosis de coagulante.

Mulyani, F y Sri (2016), “La influencia del ajuste de la dosificación de del hipoclorito del calcio en la precloración del agua residual de tapioca hacia la eficiencia del tratamiento de lodos activados” siendo los objetivos de esta investigación son estudiar la influencia del ajuste de la dosis de hipoclorito de calcio en la cloración de aguas residuales de tapioca hacia la eficiencia del tratamiento de lodos activados, el porcentaje de eliminación de DQO. Esta

investigación se dividió principalmente en precloración y tratamiento de lodos activados. La precloración se realizó durante 60 minutos a pH 8. La variación de las dosis de hipoclorito de calcio que se utilizaron son 58, 59 y 60 mg/L. El resultado de la investigación generalmente muestra que agregar tiempo de aireación para cada variación de la dosis de hipoclorito de calcio aumentará el MLVSS y disminuirá el contenido de DQO. El valor más bajo de DQO del efluente se pudo lograr en el tratamiento de lodos activados con una dosis de hipoclorito de calcio de 60 mg/L que se agrega al influente durante 4 horas de tiempo de aireación.

Sánchez, A. (2017) realizó su tesis, “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para la planta de tratamiento de agua potable en el municipio de Muzo (Boyaca)”. Para lograr el objetivo planteado, se buscó un método para diagnosticar los diversos componentes estructurales y operativos de la planta de tratamiento de agua potable de la ciudad de Muzo (Boyaca), con el fin de identificar y estandarizar el proceso de transmisión. Operar y mantener PTAP para asegurar la continuidad de las operaciones. Identificar el mantenimiento preventivo de rutina, como un sistema de gestión de riesgos de la planta de tratamiento, a partir del cual se puede desarrollar un plan de mantenimiento correctivo factible y las pautas a seguir. Supervisar el desarrollo del mantenimiento preventivo y correctivo de la planta de tratamiento de aguas residuales de Muzo City (Boyaca), de acuerdo con el diseño del plan de mantenimiento.

Lujan J. (2018) realizó su artículo, “hidrogel de hidróxido de aluminio para eliminar el arsénico del agua”. Objetivo: Descripción de la composición y

resultados preliminares de la aplicación de hidrogel de aluminio que, adicionado directamente al agua, puede obtener la eliminación completa del arsénico, independientemente de la naturaleza del agua y del estado de oxidación del metal. Método: Las materias primas utilizadas para la obtención del hidrogel de aluminio son: sulfato de aluminio hidratado (utilizado para hacer agua potable), hipoclorito de calcio en polvo, hidróxido de amonio y agua destilada (cuando el gel se prepara en toda la sala). experimento) y agua de ósmosis inversa. Calidad equivalente o mejor que el agua destilada (cuando el gel se produce a escala de prueba). El control de calidad del producto final incluye determinar la capacidad de absorber arsénico y realizar pruebas bacteriológicas para demostrar la esterilidad del producto. En agua que contiene arsénico natural y sintético, después del tratamiento, la concentración de arsénico está por debajo del límite de detección del método analítico utilizado (0,01 ppm). Las pruebas microbiológicas del producto final no mostraron bacterias viables.

Barhe (2018) , en su investigación “Caracterización de las Aguas del Río Congo y su Desinfección por Hipoclorito de Calcio y su Tratamiento por Floculación con Cal y Sulfato de Aluminio” indica que La floculación y la cloración son dos métodos muy utilizados para el tratamiento de aguas. El objeto de nuestro estudio es la caracterización de las aguas del río Congo, en determinar la dosis del cloro, cal y sulfato de aluminio. Necesarios para su desinfección y su floculación. De todos los resultados se desprende que, el mejor tratamiento por floculación coagulación se obtiene mediante la aplicación de una combinación de 25 mg/L de sulfato en aluminio y 10 mg/L de cal. A través de la mejor condición de desinfección se obtienen para 6 mg/L de hipoclorito de calcio y un valor de pH 6,48.

Estupiñan, S. (2018) realizó su tesis, "Calidad de bacterias pH y la turbidez en el agua potable para el consumo humano en la red de distribución en el acueducto del Municipio de Une - Cundinamarca". En el municipio de Une - Cundinamarca conformado por 17 veredas y pertenecientes a la ciudad más del 47% de la población no cuenta con sistema de agua para agua potable, no cuenta con ningún sistema. El estudio determina la en la red de distribución de alcantarillado y puente del municipio de Une - Cundinamarca por una serie de factores físicos y químicos como pH, turbidez y bacterias (coliformes totales, E. coli y enterobacterias). En consecuencia, el agua utilizada para consumo humano en la ciudad no cumple con lo estipulado en la normatividad vigente. El estudio determina la calidad del agua potable para consumo humano en la red de distribución de alcantarillado.

Preston, Lantagne, Kotlars y Jellison (2018) en su investigación "Reducción de la turbidez y la demanda de cloro usando floculación de alumbre y moringa antes de la cloración doméstica en países en desarrollo" indicando que el estudio investigó la eficacia de dos tratamientos químicos de agua disponibles localmente (floculación de alumbre y Moringa oleifera) para reducir la turbidez y la demanda de cloro a turbidez de 10, 30, 70, 100 y 300 NTU. Ambos tratamientos redujeron efectivamente la turbidez (floculación de alumbre 23.0-91.4%; floculación de moringa 14.2-96.2%). La floculación de alumbre redujo efectivamente la demanda de cloro en comparación con los controles a 30, 70, 100 y 300 NTU ($p=0,01-0,06$). La floculación de moringa aumentó la demanda de cloro hasta el punto en que no se mantuvo un residuo de cloro libre adecuado. Se aconseja el pretratamiento con alumbre en aguas ≥ 30 NTU para una desinfección óptima del agua. No se recomienda la floculación de moringa antes

de la cloración. La floculación de moringa aumentó la demanda de cloro hasta el punto en que no se mantuvo un residuo de cloro libre adecuado a través de 24 horas posteriores en el tratamiento. Se recomienda en el pretratamiento con alumbre en aguas ≥ 30 NTU para una desinfección óptima del agua.

Mou, Yu, Zhang y Sun (2018) en su investigación "El pretratamiento con hipoclorito de calcio mejora la degradación de lodos activados por desechos durante la digestión aeróbica" Los procesos de lodos activados convencionales, como principal enfoque del tratamiento biológico en el tratamiento de las aguas residuales municipales de cada planta de tratamiento de agua residual centralizadas (EDAR), generan una gran cantidad de lodos activados por residuos (WAS) que deben gestionarse antes de su eliminación. Los resultados de rendimiento mostraron que después del pretratamiento con 0,1 gramos Ca (ClO) 2 por gramo de sólidos totales (TS), los sólidos volátiles (VS) en WAS se redujeron en $65.05\% \pm 2.68\%$ después de 20 días de digestión aeróbica, casi el doble de reducción de VS en WAS no pre tratado.

Beetseh, Sha y Tor (2018) en su investigación "Tratamiento de aguas residuales a través de materiales convencionales (sulfato, cloro de aluminio, polieletrolito) y material local (carbón activo y de ladrillos quemados) en el estado de Makurdi Bernue Nigeria". El estudio es comparativo, el cual se recolecta el agua usada se recolecta los efluentes del lavado de manos y los utensilios de restaurante se recolectan para su procesamiento experimental utilizando ladrillos rojos que se sabe que contienen pequeñas cantidades de óxido de hierro y carbón activado triturado que se utiliza como método tradicional de coagulación del agua. Las impurezas del agua se convierten en partículas suspendidas y se asientan

gradualmente en el fondo del recipiente usado. Las partículas grandes y pesadas se asientan fácilmente y las partículas más pequeñas y ligeras se asientan más lentamente. A otra muestra de aguas residuales de las mismas aguas residuales se les añadían productos químicos convencionales para el tratamiento del agua (sulfato de aluminio al 0,25 % y solución de polielectrolito) y se obtenían las impurezas en forma más grande y sólida, y también se dispersaban las partículas pesadas llamadas grumos. En ambas muestras, el cloro se encuentra en forma de sodio. Se añaden 2,5 g de hipoclorito en forma de gránulos mientras que los edulcorantes se obtienen añadiendo 0,25% de carbonato de sodio y trioxocarbonato de sodio Na_2CO_3 . En las dos muestras se obtiene valores fisicoquímicos (turbidez conductividad olor, temperatura, color sólidos suspendidos mg/L Aceite en el agua mg/L total de los sólidos que están Disueltos mg/L y los sólidos suspendidos mg/L aceite en el agua mg/L. el total de los sólidos Disueltos mg/L y de sólidos totales mg/L) se reducen en los niveles casi esto da la credibilidad en el uso de los materiales comunes y locales para el agua, el tratamiento es eficaz y la necesidad de obtener material local más ecológico para el fin.

Farhaoui (2016), en su investigación "Optimización en el proceso del tratamiento del Agua Potable Modelando la dosis de los sulfatos de aluminio" indica que el tema de particular preocupación en cada proceso de tratamiento del agua cada dosificación de coagulante está correlacionada con la calidad del agua cruda relacionada con algunos parámetros (turbidez, pH, temperatura y conductividad). El objetivo de este estudio es proporcionar a los operadores de tratamiento de agua una herramienta que permita predecir y, en ocasiones, reemplazar el método manual (prueba de jarra). Este modelo no lineal está relacionado con los

parámetros de turbidez, pH y temperatura. La comparación entre las dosis de aluminio medidas y las dosis de alumbre calculadas por el modelo elaborado muestra un resultado muy interesante. De hecho, el modelado puede reducir el consumo de sulfato de aluminio en más de un 10 %.

Krupinska (2020), en su investigación “Residuos en el tratamiento del agua potable en el aluminio del impacto toxico de la salud humana”, el artículo indica que cada coagulante usado fueron las clásicas u salen hidrolizantes en el aluminio: sulfato en el aluminio (VI) y aluminato de sodio, así como cloruro de polialuminio prehidrolizado: Flokor 105B y PAX XL10 con diferente alcalinidad $r = [\text{OH}^-] / [\text{Al}^{3+}]$. La distribución de especies de Al en muestras de coagulación se analizó mediante espectrometría temporal. Sobre la base de sus velocidades de reacción con el reactivo de fierro, las especies de aluminio se dividieron en tres categorías: monoméricas (Al a), medianamente polimerizadas (Al b) y coloidales (Al c). La utilidad de los coagulantes de aluminio probados debido a la concentración de aluminio residual y aluminio disuelto, que es fácilmente asimilable por el cuerpo humano.

Khandaker, N. R., Afreen, I., Huq, F. B., & Akter, T. (2020), en su investigación “Tratamiento de agua residual textil usando oxidación en hipoclorito de calcio seguido de óxido de hierro residual asistido por filtración rápida para eliminar el color y la DQO para su aplicación en recursos desafiados Bangladesh”. En busca de una opción sostenible, se llevó a cabo un proyecto de desarrollo tecnológico a escala de laboratorio con el objetivo de investigación de desarrollar un método adecuado para el pretratamiento de aguas residuales textiles utilizando productos químicos y materiales disponibles localmente.– iones y residuos en

suspensión del hipoclorito de calcio reducido. Se logró la eliminación completa del color y más del noventa y cinco por ciento de la demanda química del oxígeno.

Kuzin, Averina, Kurbatov (2022), en su investigación "Coagulantes que contienen titanio en procesos de tratamiento de aguas residuales en la industria del alcohol" indica que como parte del trabajo se realizaron estudios de la calidad de las aguas residuales de la producción de alcohol; se determinaron las principales características, como la carga de partículas dispersas y el contenido de compuestos orgánicos y grasas. Se hace una comparación de la efectividad de las sales de titanio, el aluminio tradicional y los coagulantes que contienen hierro. Se ha establecido que las sales de titanio son mucho más efectivas que los reactivos tradicionales, pero su alto costo limita significativamente el alcance de su aplicación. Se ha demostrado la posibilidad de aumentar la eficacia de los coagulantes tradicionales mediante la adición de diversas sales de titanio en una cantidad de hasta el 10% de la masa. Se ha establecido que la adición de compuestos de titanio a los coagulantes que contienen aluminio o hierro permite aumentar la eficiencia de limpieza en un promedio de 10-20% mientras que es posible una reducción significativa en la dosis de reactivos, lo que tendrá un efecto positivo sobre el costo del proceso de limpieza.

Tratamiento del agua

Diferentes productos químicos contribuyen con el tratamiento para poder llevar a cabo el objetivo de purificación del agua. Cada producto químico elimina las sustancias que no se desean, destruyen cada bacteria peligrosa, permite prevenir las caries en cada diente y ayuda a poder mantener las tuberías del

agua libres de la corrosión. Dos de los diferentes productos químicos se usan en el proceso de purificado del agua son el cal y aluminio. (Castillo Y. , 2012).

Proceso de purificación de agua

En la mayoría de las ciudades incluye seis pasos. Esto es coagulación/floculación, sedimentación, filtración, estabilización, fluoración y cloración. Se agrega sulfato de aluminio o alumbre de filtro al agua que ingresa al filtro durante la coagulación/floculación. La adición de cal hidratada es el siguiente paso que ocurre en el proceso de sedimentación. (Barajas & Leon, 2015).

Sulfato de aluminio

Posee como fórmula química $Al_2(SO_4)_3$. Con frecuencia, se conoce como el filtro de alumbre. Para la purificación se mezcla el 48 por ciento de alumbre de filtro en la solución del agua el cual se combina con el agua que ingresa sin tratar a razón de un 18 a 24 miligramos de acuerdo a cada litro. Los alumbres se encuentran diferentes productos para el hogar, como es desodorante y el polvo de hornear. (Carpio, Martinez, & Ruiz, 2016).

Sin embargo casa proceso de potabilización en el agua es como un coagulante en las partículas las cuales extremadamente son finas suspendidas en el agua de las particular mas grandes que se pueden eliminar mediante sedimentación y filtración. El cual permite eliminar la turbidez y el olor no deseado. Es así que el proceso elimina el propio aluminio (Borras, 2015).

El sulfato del aluminio es coagulante de aluminio más usado. Está disponible en varias formas sólidas, como bloque, triturado o molido, y también está disponible como solución. En la práctica de las obras hidráulicas, el sulfato de aluminio se

denomina con frecuencia, aunque incorrectamente, "alumbre" (Marco, Azario, Metzler, & Garcia, 2014).

Cuando se dosifica en agua, la formación de un floculo de hidróxido de aluminio es como el resultado en la reacción del coagulante ácido y la alcalinidad natural del agua, que generalmente consiste en bicarbonato de calcio. Por tanto, si no se añade álcali, la alcalinidad se reduciría en esta cantidad con la consiguiente reducción del pH. Si un agua tiene una alcalinidad o una capacidad "tamponadora" insuficientes, se debe añadir álcali adicional como cal hidratada, hidróxido de sodio o carbonato de sodio; la alcalinidad expresada como CaCO_3 producido por 1 mg/l de cada producto químico (100% de pureza) es de 1,35, 1,25 y 0,94 mg/l, respectivamente (Garcia, 2015).

El flóculo de hidróxido de aluminio es insoluble en bandas de pH relativamente estrechas, que pueden variar según la fuente del agua cruda. Por lo tanto, el control del pH es importante en la coagulación, no solo en la eliminación de la turbidez y color, sino también para mantener niveles mínimos satisfactorios de aluminio residual disuelto en el agua clarificada. El pH óptimo para la coagulación de las aguas superficiales de las tierras bajas suele oscilar entre 6,5 y 7,2, mientras que para las aguas de tierras altas más coloreadas es necesario un intervalo de pH más bajo, normalmente entre 5 y 6. Las aguas de las tierras bajas suelen contener concentraciones más altas de sales disueltas, incluida la alcalinidad, por lo que pueden requerir la adición de un ácido superior al proporcionado por el coagulante. En estas circunstancias, suele ser más económico añadir ácido sulfúrico en lugar de sulfato de aluminio en exceso para la obtención del valor del pH en coagulación óptimo. El uso es el exceso de

coagulante para reducir el pH daría como resultado una mayor producción de lodo (Malcolm & Brandt, 2016).

Hipo cloración

La solución de hipoclorito de sodio (cloro) es eficaz para tratar el agua clara y turbia (de aspecto sucio). Debido a la demanda adicional de cloro en el agua turbia, se indica a los usuarios que dupliquen la dosis de cloro (agregando 2 tapones de solución en lugar de 1 tapón, para una dosis de 3,8 mg/L en lugar de 1,9 mg/L) para desinfectar el agua turbia y mantener los niveles de cloro libre durante el almacenamiento (Chulluncuy, 2018).

Sin embargo, muchos usuarios prefieren procesos de tratamiento de agua que mejoren visualmente el aspecto del agua. Aunque **no** se ha demostrado que las siguientes opciones reduzcan la incidencia de enfermedades diarreicas por sí solas, se pueden usar para pre tratar el agua antes de la cloración para eliminar las partículas antiestéticas que también pueden haber absorbido patógenos. Además, en algunos casos, estos mecanismos de pretratamiento pueden aumentar la eficacia de la solución del hipoclorito de sodo en los tratamiento de las aguas turbias (Castillo, Osorio, & Vence, 2009).

Las formas comerciales de hipoclorito se utilizan ampliamente para la desinfección . El hipoclorito de sodio (NaOCl) está disponible en varias concentraciones, que van desde la lejía doméstica común con un 5 % de cloro disponible hasta las lejías comerciales para ropa que contienen entre un 12 % y un 15 % de cloro disponible. La lejía diluida posee un alto contenido de álcali que aumenta el pH durante la aplicación de la lejía. Esto tiende a reducir la eficiencia de la cloración y puede resultar en la precipitación de carbonato de

calcio . Por otro lado, la alta alcalinidad del tratamiento con hipoclorito mejora el estado general de las aguas blandas y altamente corrosivas (Arévalo, 2015).

Otra forma comercial de hipoclorito es el hipoclorito de calcio , que contiene un 70 % de cloro disponible. El hipoclorito de calcio es soluble en agua, pero a menudo forma un precipitado en los suministros de agua dura.

Cloración

Los compuestos de cloro se pueden aplicar en forma líquida y sólida, por ejemplo, hipoclorito de sodio diluido o Hipoclorito del calcio en tabletas o en forma granular. Sin embargo, la aplicación directa de cloro gaseoso desde recipientes de acero presurizados suele ser el método más económico para desinfectar grandes volúmenes de agua (AphaAwa, 2010).

Los problemas de sabor u olor se minimizan con las dosis adecuadas de cloro en la planta de tratamiento, y se puede mantener una concentración residual en todo el sistema de distribución para garantizar un nivel seguro en los puntos de uso. El cloro se puede combinar con ciertos compuestos orgánicos naturales en el agua para producir cloroformo y otros subproductos potencialmente dañinos (trihalometanos). Sin embargo, el riesgo de esto es pequeño cuando se aplica cloro después de la coagulación, sedimentación y filtración.

El uso de compuestos de cloro llamados cloraminas (cloro combinado con amoníaco) para desinfectar los suministros públicos de agua ha ido en aumento desde principios del siglo XXI. Este método de desinfección a menudo se llama cloraminación. Además cada cloraminas reducen aún más los problemas de sabor y olor y producen niveles más bajos de subproductos nocivos, en comparación con el uso de cloro solo (Agalloco, 2013).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación es aplicada que, según Ñaupas H. M. (2013), es la que se encarga de resolver problemas que pueden estar presentes y van la búsqueda de soluciones, está encargada de mejorar el funcionamiento de los sistemas porque va tras la búsqueda de cubrir una necesidad básica que vendría a ser el poco mantenimiento que le dan a la Planta de Tratamiento de Agua Potable, debido a que está excediendo los parámetros establecidos según Decreto Supremo 031-2010.

El diseño es pre experimental, porque habrá manipulación de una o más variables para poder dar solución al problema que está presente en el distrito de Quequeña, según MURILLO, Javier (2011).

3.3. Población y muestra

POBLACIÓN: los 20 m³ que hay en la Planta de Tratamiento de agua Potable que está ubicada en Quequeña.

MUESTRA: La muestra fue 12 litros para el Hipoclorito de Calcio y 12 litros para el Sulfato de Aluminio tomadas de los 20 m³ de agua de la Planta de Tratamiento de Agua Potable para su evaluación en el laboratorio.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica utilizada es la de observación, en este método la información fue tomada y se registró para poder analizarla, posteriormente obtener los resultados para poder realizar una evaluación según los datos obtenidos, la información recolectada acerca de la potabilización del agua será analizada utilizando el paquete Excel para luego tabular los datos en tablas y gráficos

Los instrumentos de recolección de datos fueron:

- ✓ Instrumento 1: Ficha de características fisicoquímicas del agua antes del tratamiento, que se encuentra en el anexo
- ✓ Instrumento 2: ficha de los parámetros fisicoquímicos después del tratamiento del agua con niveles de hipoclorito de calcio para la potabilización, que se encuentra en el anexo
- ✓ Instrumento 3: ficha de los parámetros fisicoquímicos después del tratamiento del agua con niveles de sulfato de aluminio para la potabilización, que se encuentra en el anexo

3.5.1. UBICACIÓN

La zona de estudio es la planta de tratamiento de agua para consumo humano de Quequeña. Se encuentra ubicado en el pueblo tradicional de Quequeña del Distrito de Quequeña provincia de Arequipa a 2474 m.s.n.m.



Quequeña

Figura 1. Mapa de Ubicación del departamento de Arequipa



Figura 1. Mapa del distrito de

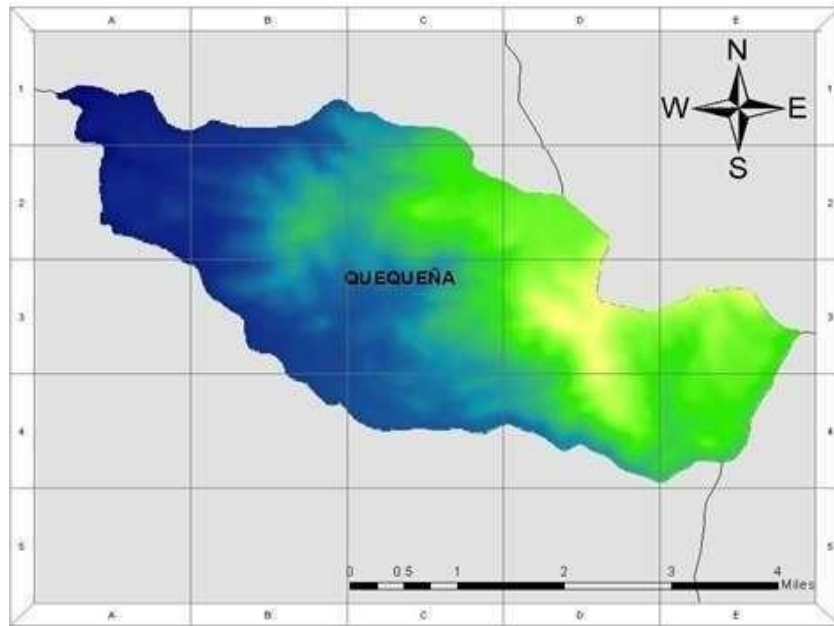


Figura 2. Mapa de ubicación de las Estaciones de monitoreo

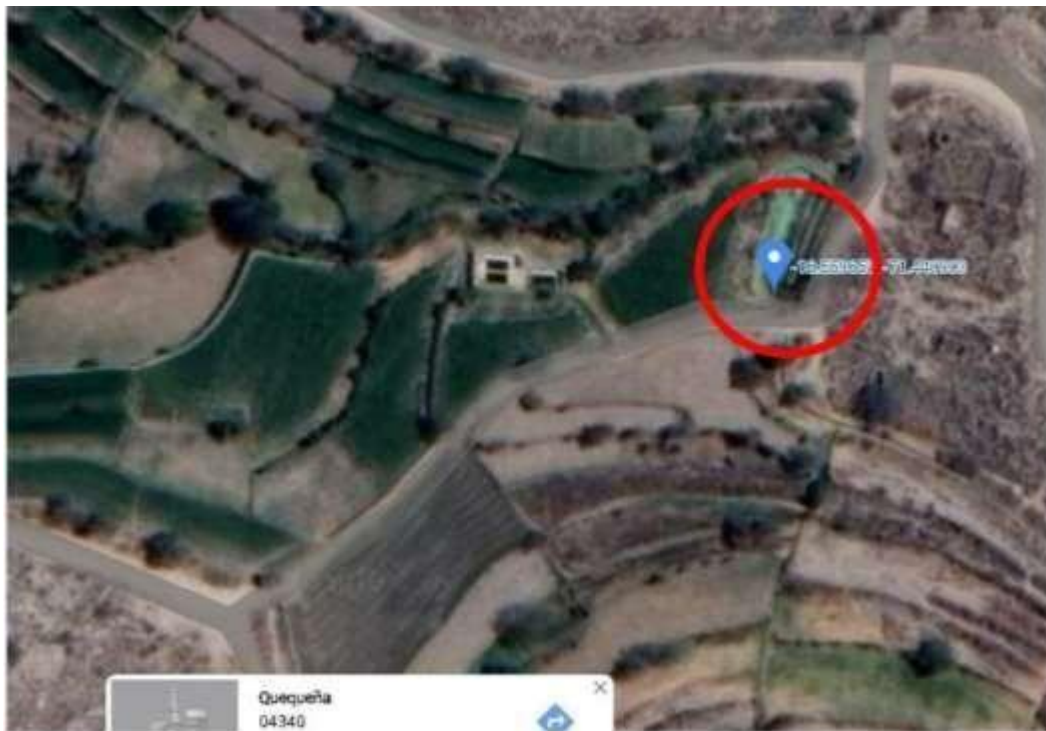


Figura 3. CAPTACIÓN DE AGUA SUPERFICIAL

3.5. Procedimientos

La presente tesis se realizó a través de la dosificación con hipoclorito de calcio y sulfato de aluminio, fue aplicada según el reglamento de la Calidad del Agua para consumo humano DS N° 031 - 2010, el tratamiento es por goteo, el cual es un método que permite desinfectar la Planta de Tratamiento de Agua Potable a través de la dosificación permanente que fueron vertidas a las peceras con el objetivo de conseguir una desinfección eficiente. Las concentraciones fueron vertidas cada 10 días.

Las dosis que se analizaron fueron las siguientes cantidades y fueron vertidas en un lapso de 10 días.

Sulfato de aluminio $Al_2(SO_4)_3$

- ✓ T1 (3ppm) = 0.12 gramos diluidos en 2 litros fueron vertidos por goteo en 10 litros durante 10 días.
- ✓ T2 (5 ppm) = 0.2 gramos diluidos en 2 litros fueron vertidos por goteo en 10 litros durante 10 días.
- ✓ T3 (7 ppm) = 0.3 gramos diluidos en 2 litros fueron vertidos por goteo en 10 litros durante 10 días.

Hipoclorito de calcio al 70% $Ca(OCl)_2$

- ✓ T1 (3ppm) = 0.12 gramos diluidos en 2 litros fueron vertidos por goteo en 10 litros durante 10 días.
- ✓ T2 (5 ppm) = 0.2 gramos diluidos en 2 litros fueron vertidos por goteo en 10 litros durante 10 días.
- ✓ T3 (7 ppm) = 0.3 gramos diluidos en 2 litros fueron vertidos por goteo en 10 litros durante 10 días.

MEMORIA DE CÁLCULO

La Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP), tiene como flujo de caudal promedio 20m³ por día y el tanque donde son vertidas las sustancias contiene 600 litros, por lo tanto se elaboró el experimento a tamaño escala en una pecera de 10 litros y un balde de 2 litros. Por ellos se tomaron en cuenta los siguientes valores al momento de realizar los muestreos para posteriormente llevar a cabo el análisis. Tomando así como resultados las cantidades que serán aplicadas al momento de realizar la parte experimental, para ello se realizó una regla de 3 simple para sacar las cantidades que serán aplicadas en las peceras:

✓ **TRATAMIENTO 1 = 3 ppm**

20 m³ / día es el caudal promedio de la PTAP de quequeña, por lo tanto la dosis de sulfato de aluminio es:

3 kilos en 15 días

En 1 día es 0.2 kilos

0.2 kg es para 20 m³

Para cuanto será la dosis si vamos a tratar 12 litros (10 de la pecera y 2 de dosificador)

$$\begin{array}{l} 0.2 \text{ kilos} \quad \longrightarrow \quad 20 \text{ m}^3 \\ X \text{ kilos} \quad \longrightarrow \quad 0.012 \text{ m}^3 \\ X = \frac{0.012 \text{ m}^3 \cdot X \cdot 0.2 \text{ Kilos}}{20\text{m}^3} \end{array}$$

$$X = 0.00012 \text{ kg}$$

$$X = 0.12 \text{ g (gramos) esto es para 3 kg o 3 ppm}$$

✓ **TRATAMIENTO 2 = 5 ppm**

20 m³ / día es el caudal promedio de la PTAP de Quequeña, por lo tanto la dosis de sulfato de aluminio es:

5 kilos en 15 días

En 1 día es 0.33 kilos

0.33 kg es para 20 m³

Para cuanto será la dosis si vamos a tratar 12 litros (10 de la pecera y 2 de dosificador)

$$\begin{array}{l} 0.33 \text{ kilos} \quad \longrightarrow \quad 20 \text{ m}^3 \\ X \text{ kilos} \quad \quad \quad \longrightarrow \quad 0.012 \text{ m}^3 \\ X = \frac{0.012 \text{ m}^3 \quad X \quad 0.33 \text{ Kilos}}{20\text{m}^3} \end{array}$$

$$X = 0.0002 \text{ kg}$$

X = 0.2 g (gramos) esto es para 5 kg o 5 ppm

✓ **TRATAMIENTO 3 = 7 ppm**

20 m³ / día es el caudal promedio de la PTAP de quequeña, por lo tanto la dosis de sulfato de aluminio es:

7 kilos en 15 días

En 1 día es 0.47 kg

0.47 kg/día es para 20 m³

Para cuanto será la dosis si vamos a tratar 12 litros (10 de la pecera y 2 de dosificador)

$$\begin{array}{l} 0.47 \text{ kg} \quad \longrightarrow \quad 20 \text{ m}^3 \\ X \text{ kg} \quad \quad \quad \longrightarrow \quad 0.012 \text{ m}^3 \\ X = \frac{0.012 \text{ m}^3 \quad X \quad 0.47 \text{ kg}}{20\text{m}^3} \end{array}$$

$$X = 0.00030 \text{ kilos}$$

X = 0.30 g (gramos) esto es para 7 kg o 7 ppm

3.5.3. MATERIALES

- ✓ Guantes
- ✓ Frascos de plástico y vidrio rotulados.
- ✓ Tapas y contratapas
- ✓ Agua destilada y alcohol
- ✓ Cooler
- ✓ Cadena de custodia
- ✓ Libreta de campo y lapicero
- ✓ Balanza
- ✓ Peceras



Figura 4. Materiales

3.6. Método de análisis de datos

Los datos se evaluaron mediante el análisis de varianza con el diseño completamente al azar que tuvo 3 tratamientos (dos de hipoclorito y sulfato de aluminio y cada uno con 3 repeticiones y un litro de agua como unidad experimental, se aplicara la prueba de contraste de estuque si los valores fueran significativos).

Las tablas, los promedios, las figuras se realizaran en función al programa Excel.

3.7. Aspectos éticos

Los aspectos éticos que se tomaron en cuenta en esta investigación:

- A) Se respetó la autoría de los trabajos donde se recopiló información, citando apropiadamente con el estilo APA.
- B) La redacción de la tesis esta supervisada por el TURNITIN
- C) La presente tesis respeta la Norma ISO 690, como lo establece la Universidad Cesar Vallejo.
- D) La presente tesis es amigable con el medio ambiente porque respeta los Estándares de Calidad del agua.

IV. RESULTADOS

4.1. PARÁMETRO FÍSICO, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE LA CALIDAD DE AGUA INICIAL.

Los resultados promedios de los parámetros evaluados en el análisis químico, físico y microbiológico se encuentran en la tabla 1.

Tabla 1. Resultados de los parámetros del agua inicial

AGUA A TRATAR	Turbidez (NTU)	Conductividad 25° (µS/cm)	Solidos totales disueltos (mg/L)	Bacterias coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	E. Coli (NMP/100mL)
Muestra 1	2.95	973	505	940	63
Muestra 2	2.94	973.05	505	941	63
Muestra 3	2.95	973.06	505	940	63
PROMEDIO	2.95 ± 0.01	973.04 ± 0.03		940.33 ± 0.58	

De la figura 5 observamos que la tendencia de los resultados obtenidos del agua superficial antes de someterse a los tratamientos.

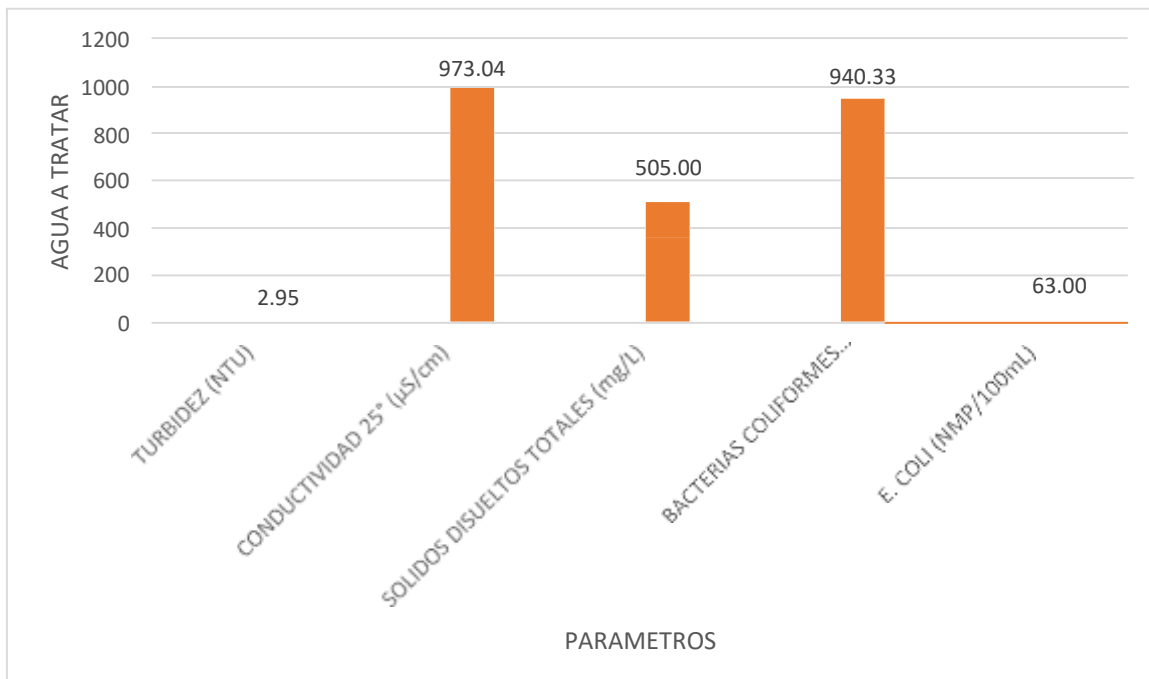


Figura 5. Resultados de los parámetros físicos químicos y microbiológicos del agua inicial

4.2. TRATAMIENTO DE LAS AGUAS CON SULFATO DE ALUMINIO

Los valores por tratamiento, repetición y los promedios de los valores físico químico del agua tratada con Sulfato de Aluminio, se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Resultados obtenidos con el Sulfato de Aluminio

Sulfato de Aluminio g/día. Duración 10 días		Turbidez (UNT)	Conductividad 25° (μ S/cm)	Solidos disueltos totales (mg/L)
T1: 3ppm	1	2.5	844	441
	2	2.6	844	440
	3	2.5	845	441
PROMEDIO		2.53	844.33	440.67
T2: 5ppm	1	0.99	772	398
	2	1	772	400
	3	1	772	399
PROMEDIO		1.00	772.00	399.00
T3: 7ppm	1	0.8	723	290
	2	0.8	723	291
	3	0.8	724	290
PROMEDIO		0.80	723.33	290.33

a) Análisis de varianza de la turbidez

Al someter al análisis de varianza los resultados obtenidos de la turbidez en los resultados el ($Pr > 0.05$) es menor a 0.0001, es significativo, es decir que si hay efecto de los tratamientos.

Tabla 3. Análisis de Varianza de la Turbidez

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F-Valor	Pr > 0.05
TRATAMIENTOS	2	5.41342222	2.70671111	2411.92	0.0001
ERROR	6	0.00673333	0.00112222		
SUMA TOTAL	8	5.42015556			

CV = 2.32%

De la tabla 4 se afirma que, se aplica la prueba de contraste tukey, por resultar significativa en el análisis de varianza, del cual podemos deducir que el mejor tratamiento para la turbidez es 3.

Tabla 4. Prueba de Contraste Tukey de la Turbidez

SIGNIFICANCIA	PROMEDIO	TRATAMIENTOS
A	2.53	T1
B	0.99	T2
C	0.80	T3

De la figura 6 se observa la tendencia de los tratamientos, a mayor cantidad de sulfato de aluminio sobre el agua a tratar, baja los parámetros de turbidez.

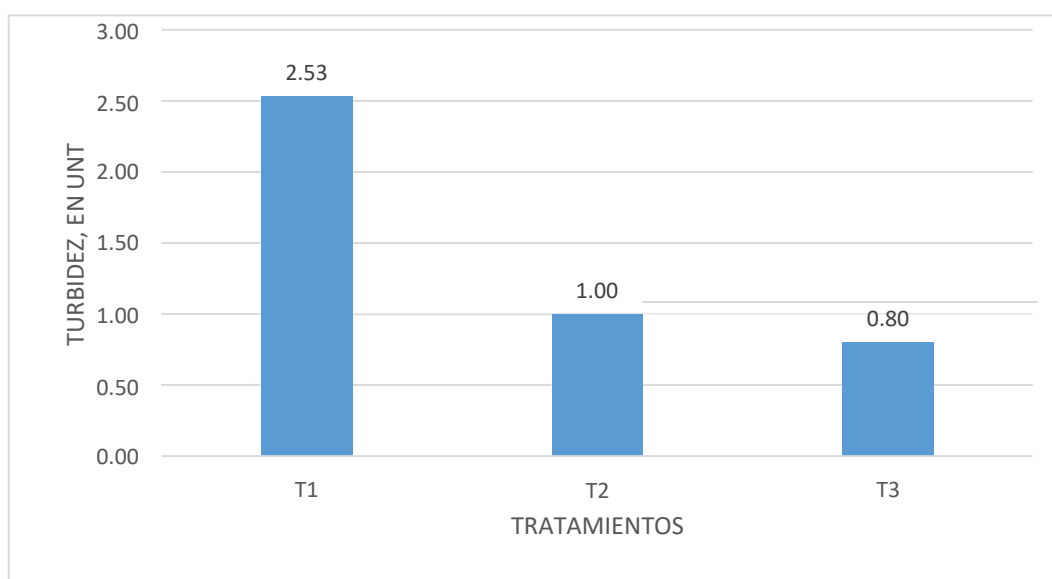


Figura 6. Efecto del Tratamiento sobre la Turbidez

b) Análisis de varianza de la conductividad

Al someter al análisis de varianza los resultados obtenidos de la conductividad en los resultados el ($Pr > 0.05$) es menor a 0.0001, es significativo, es decir que si hay efecto de los tratamientos.

Tabla 5. Análisis de Varianza de la Conductividad

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F-valor	Pr > 0.05
TRATAMIENTOS	2	22241.55556	11120.77778	50043.5	0.0001
ERROR	6	1.33333	0.22222		
SUMA TOTAL	8	22242.88889			

CV = 0.1 %

De la tabla 6 se afirma que, se aplica la prueba de contraste tukey, por resultar significativa en el análisis de varianza, del cual podemos deducir que el mejor tratamiento para la conductividad es el tratamiento 3.

Tabla 6. Prueba de Contraste Tukey de la Conductividad

SIGNIFICANCIA	PROMEDIO	TRATAMIENTOS
A	844.33	T1
B	772.00	T2
C	723.33	T3

De la figura 7 se observa la tendencia de los tratamientos, a mayor cantidad de sulfato de aluminio sobre el agua a tratar, baja los parámetros de conductividad.

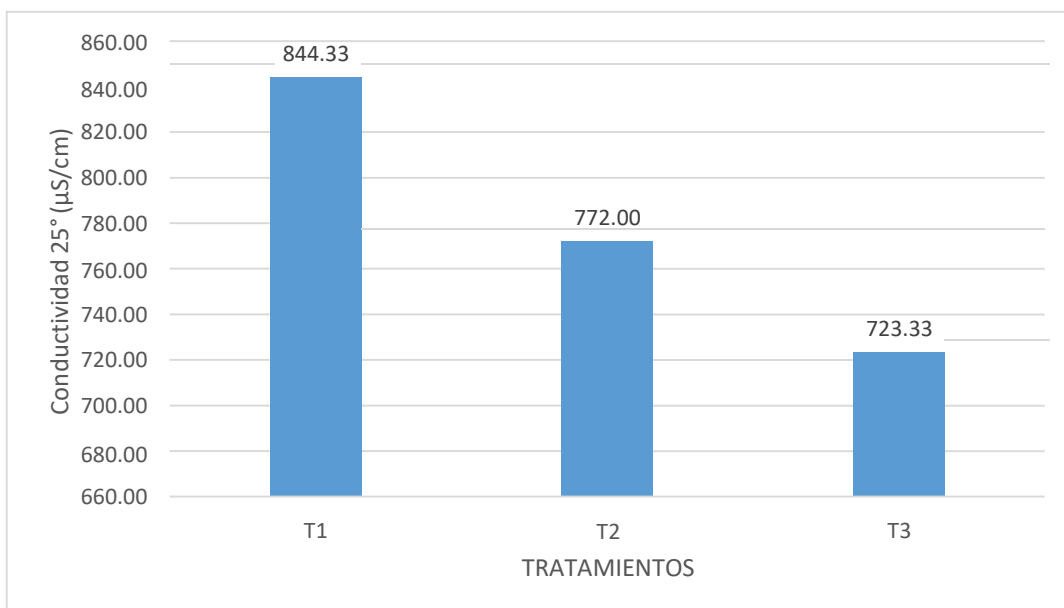


Figura 7. Efecto del Tratamiento sobre la Conductividad.

c) Análisis de la varianza de los sólidos disueltos totales

Al someter al análisis de varianza los resultados obtenidos de los sólidos disueltos totales en los resultados el ($Pr > 0.05$) es menor a 0.0001, es significativo, es decir que si hay efecto de los tratamientos.

Tabla 7. Análisis de Varianza de los Sólidos Disueltos Totales

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F-Valor	Pr > 0.05
TRATAMIENTOS	2	36144.66667	18072.33333	32530.2	<0.0001
ERROR	6	3.33333	0.55556		
SUMA TOTAL	8	36148			
CV = 0.19%					

De la tabla 8 se afirma que, se aplica la prueba de contraste tukey, por resultar significativa en el análisis de varianza, del cual podemos deducir que el mejor tratamiento para la solidos disueltos totales es el tratamiento 3.

Tabla 8. Prueba de Contraste Tukey de la Solidos Disueltos Totales

SIGNIFICANCIA	PROMEDIO	TRATAMIENTOS
A	440.67	T1
B	399.00	T2
C	290.33	T3

De la figura 8 se observa la tendencia de los tratamientos, a mayor cantidad de sulfato de aluminio sobre el agua a tratar, baja los parámetros de los Solidos Disueltos Totales.

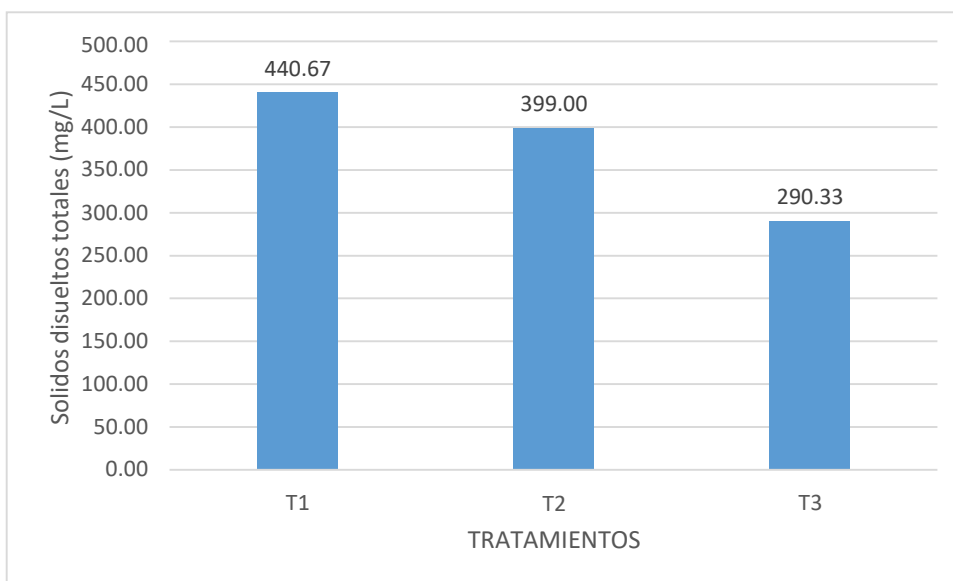


Figura 8. Efecto del Tratamiento sobre los Solidos Disueltos Totales.

4.3. TRATAMIENTO DE LAS AGUAS CON HIPOCLORITO DE CALCIO

Los valores por tratamiento, repetición y los promedios de los valores microbiológicos del agua tratada con Hipoclorito de Calcio se muestran en la tabla 9.

Tabla 9. Resultados obtenidos con el Hipoclorito de Calcio

Hipoclorito de Calcio g/día. Duración 10 días		Bacterias coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	E. Coli (NMP/100mL)
T1: 3ppm KG/DÍA	1	36	15.9
	2	35	6
	3	35.5	5.8
PROMEDIO		35.5	9.23
T2: 5ppm KG/DÍA	1	1.1	1.1
	2	1	1.1
	3	1.1	1.1
PROMEDIO		1.07	1.1
T3: 7ppm KG/DÍA	1	0	0
	2	0	0
	3	0	0
PROMEDIO		0	0

a) Análisis de varianza de las bacterias coliformes termotolerantes o fecales.

Al someter al análisis de varianza los resultados obtenidos de las bacterias coliformes termotolerantes o fecales en los resultados el ($Pr > 0.05$) es menor a 0.001, es significativo, es decir que si hay efecto de los tratamientos.

Tabla 10. Análisis de Varianza de las Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F-Valor	Pr > 0.05
TRATAMIENTOS	2	2447.04222	1223.521111	14489.1	<0.001
ERROR	6	0.506667	0.084444		
SUMA TOTAL	8	2447.54889			

CV = 2.38%

De la tabla 11 se afirma que, se aplica la prueba de contraste tukey, por resultar significativa en el análisis de varianza, del cual podemos deducir que el mejor tratamiento para las bacterias coliformes termotolerantes es el tratamiento 3.

Tabla 11. Prueba de Contraste Tukey de Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales

SIGNIFICANCIA	PROMEDIO	TRATAMIENTOS
A	35.50	T1
B	1.07	T2
C	0.00	T3

De la figura 9 se observa la tendencia de los tratamientos, a mayor cantidad de Hipoclorito de Calcio sobre el agua a tratar, baja los parámetros de los Bacterias Coliformes Termotolerantes pero los más eficientes son el tratamiento 2 y 3, teniendo como resultados los límites que están dentro de la normativa.

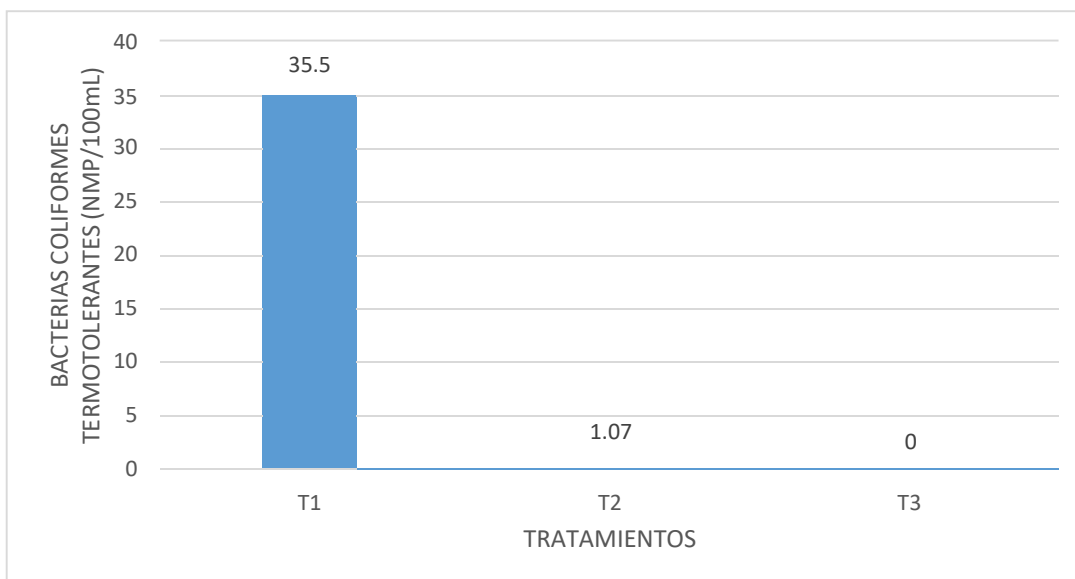


Figura 9. Efecto del Tratamiento sobre las bacterias coliformes termotolerantes.

a) Análisis de la varianza del E. Coli

Al someter al análisis de varianza los resultados obtenidos del E. Coli, en los resultados el ($Pr > 0.05$) es menor a 0.0281, es significativo, es decir que si hay efecto de los tratamientos.

Tabla 12. Análisis de Varianza de las E. Coli

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F-Valor	Pr > 0.05
TRATAMIENTOS	2	152.6155556	76.3077778	6.87	0.0281
ERROR	6	66.6866667	11.1144444		
SUMA TOTAL	8	219.3022222			

CV = 30 %

De la tabla 13 se afirma que, se aplica la prueba de contraste tukey, por resultar significativa en el análisis de varianza, del cual podemos deducir que el mejor tratamiento para el E. Coli es el tratamiento 3.

Tabla 13. Prueba de Contraste Tukey de E. Coli

SIGNIFICANCIA	PROMEDIO	TRATAMIENTOS
A	9.233	T1
B A	1.1	T2
B	0	T3

De la figura 10 se observa la tendencia de los tratamientos, a mayor cantidad de Hipoclorito de Calcio sobre el agua a tratar, baja los parámetros de los E. Coli pero los más eficientes son el tratamiento 2 y 3, teniendo como resultados los límites que están dentro de la normativa.

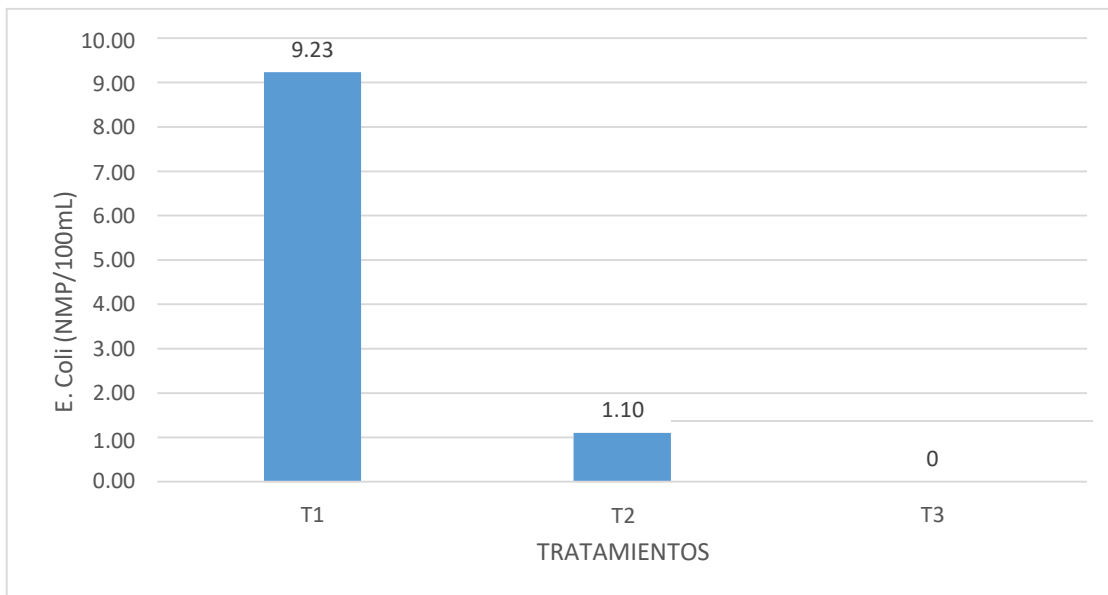


Figura 10. Efecto del Tratamiento sobre la E. Coli.

V. DISCUSIÓN

Para la presente tesis se tomó muestras para determinar cuál sería la dosis óptima para una buena calidad del agua potable según normativa vigente. Para ello se tomaron en cuenta los siguientes parámetros de la turbidez, conductividad y los sólidos disueltos totales, en los 3 casos se tomaron muestras con diferentes parámetros (5 ppm, 3ppm y 7ppm) de cada uno de los puntos de monitoreo si están dentro del límite máximo permisible cumpliendo así la normativa, sin embargo, con 7 ppm se obtuvo un mejor resultado, según Pérez (2015), en su investigación los resultados con el sulfato de aluminio fueron efectivos para la eliminación y la mejora de la calidad del agua, cumpliendo así con los límites del reglamento de la calidad del Agua de consumo Humano DS N° 031-2010-SA.

Para las Bacterias coliformes termotolerantes o fecales, el límite Máximo Establecido por el Reglamento de la Calidad del Agua para consumo Humano D.S 031-2010 SA. Por el método de NMP es de <1.8 en ese sentido el único que supera este valor es el valor del 3 ppm, con el valor 5 ppm cumple con la norma ya que es de 1.1, pero el más óptimo sería el de 7 ppm ya que su valor es 0. Para el E. Coli, el límite Máximo Establecido por el Reglamento de la Calidad del Agua para consumo Humano D.S 031-2010 SA. Por el método de NMP es de <1.8 en ese sentido el punto de 3 ppm supera este valor, el punto de 5 ppm está dentro de los límites máximos permisibles, sin embargo, con el valor de 7 ppm llegamos a tener 0 en E. coli.

VI. CONCLUSIONES

Se determinó que las cantidades promedio del agua antes del tratamiento fueron para la turbidez de 2.95 NTU, para la conductividad de 973.04 $\mu\text{S}/\text{cm}$,

solidos totales disueltos 505.00 mg/L, bacterias coliformes termotolerantes de 940.33 NMP/100mL y E. Coli de 63 NMP/100mL. El agua cruda no tratada, en cuanto a los parámetros fisicoquímicos es apta, sin embargo, para los parámetros microbiológicos es de mala calidad ya que excede en los límites máximos según normativa del DS. 031 - 2010.

Para el tratamiento con el hipoclorito de calcio fueron significativo, teniendo los mejores resultados el tratamiento 3 (7 ppm), la dosis aplicada fue 0.3 g/L obteniéndose como resultados coliformes termotolerantes de 0 NMP/100ml y el E. Coli con 0 NMP/100ml. Para el tratamiento con el sulfato de aluminio también resulto significativo el tratamiento 3 (7 ppm), obteniendo como resultados turbidez 0.8 UNT, conductividad 723.33 μ S/cm y solidos disueltos totales 290.33 mg/l.

Actualmente la planta de tratamiento trabaja con 5 ppm pero se mejoraría si se aplicaría la de 7 ppm. Aumentando la dosis para unos mejores resultados no incrementaría gastos de manera significativa puesto que solo se aumenta cada 15 días 2 kg.

VII. RECOMENDACIONES

Realizar trabajos de investigación en la que se incremente las dosis obtenidas en el presente trabajo.

Profundizar el trabajo de investigación que permita realizar una vigilancia permanente de la calidad de agua potable que se le brinda a la población para así garantizar su salud y bienestar.

Realizar trabajos de investigación usando floculantes naturales que permita su tratamiento del agua para consumo humano.

BIBLIOGRAFÍA

1. SÁNCHEZ, César Cabezas. Enfermedades infecciosas relacionadas con el agua en el Perú. Revista peruana de medicina experimental y salud publica, 2018, vol. 35, p. 309-316.
<https://www.scielosp.org/article/rpmesp/2018.v35n2/309-316/es/>

2. DEL CARPIO-TOIA, Agueda Muñoz, et al. Calidad del agua en dos represas de Arequipa, Perú. Revista Inclusiones, 2019, p. 264-279. <http://www.archivosrevistainclusiones.com/gallery/13%20vol%206%20num%204%202019octubdiciemb19incl.pdf>
3. PÉREZ GARAY, Iván Fernando. Optimización de la dosificación de sulfato de aluminio para el tratamiento de agua potable del distrito de Vilcacoto. 2015. <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/4549/Perez%20G..pdf?sequence=1>
4. AGALLOCO, J. Validación of Pharmaceutical Processes. 2013.
5. APHAAWA. Metodos normales para analizar el Agua Potable y Residual. Madrid: Editorial Diaz de Santos. 2010
6. REYES ARAUJO, Wilyn. Optimización del tratamiento de aguas residuales domésticas mediante la implementación del sistema MBBR en la provincia Caylloma-AQUAFIL. 2020.
7. ARÉVALO MOLINA, Andrea. Determinación de la eficiencia de los procesos de potabilización en la remoción de la carga microbiológica (coliformes totales y fecales) en la planta de tratamiento de Cebollar. 2015. Tesis de Maestría. Universidad del Azuay.
8. Arrieta, J. Recomendacion en el diseño y optimizacion en cada planta de tratamiento del agua potable, se considera apectos de funcion y durabilidad. Porspectiva. 6. 2019
9. BARAJAS, C.; LEÓN, A. Determinación de la dosis óptima de sulfato de aluminio ($Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$) en el proceso de coagulación-floculación para el tratamiento de agua potable por medio del uso de una red neuronal artificial. Universidad Santo Tomás. Bogotá. Colombia, 2015.

10. BARAJAS GARZÓN, Claudia Lorena; LEÓN LUQUE, Andrea Juliana. Determinación de la dosis óptima de sulfato de aluminio ($Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$) en el proceso de coagulación-floculación para el tratamiento de agua potable por medio del uso de una red neuronal artificial. 2016.
11. BARHÉ, Timoléon Andzi; BOUAKA, Fulbert. Physicochemical Characterization and Chlorination of Drilling Water Consumed In Brazzaville-Congo. Journal of Chemical, Biological and Physical Sciences, An International Peer Review E-3, J. Sci, 2013, vol. 3, p. 2328-2336.
12. BEETSEH, CSHA; ATO, R. TOR-ANYIIN TA. Waste Water Treatment with Conventional Materials (Chlorine, Aluminium Sulphate, Polyelectrolyte) as Well as Local Materials (Activated Charcoal and Burnt Bricks) in Makurdi Benue State Nigeria: A Comparative Study. 2018
13. BORRAS, X. (2015). Sustancias para el tratamiento de aguas para el consumo humano. 2015.
14. CARPIO, C., MARTINEZ, A., & RUIZ, R. Diseño de un proceso químico para la recuperación de aluminio contenido en los lodos provenientes de la planta potabilizadora de aguas Las Pavas. El Salvador: Universidad de El Salvador. (2016).
15. CASTILLO, Adriana; OSORIO, Yudis; VENCE, Liliana. Evaluación de la calidad microbiológica y fisicoquímica de aguas subterráneas ubicadas en los municipios de la Paz y San Diego, Cesar. Universidad Popular del Cesar-Corporación Autónoma del Cesar (Corpocesar), Cesar, Colombia, 2009.
16. CASTILLO, Y.. Tratamiento de aguas blancas contaminación del agua. Universidad de los Andes 2012.

17. CHULLUNCUY-CAMACHO, Nadia Cristina. Tratamiento de agua para consumo humano. Ingeniería Industrial, 2011, no 029, p. 153-170.
18. ESTUPIÑAN TORRES, Sandra Monica. Calidad bacteriológica ph y turbidez del agua potable para el consumo humano en la red de distribución del acueducto del Municipio De Une - Cundinamarca". El municipio de Une - Cundinamarca. Bogota: Universidad Colegio Mayor de cundinamarca 2018.
19. FARHAOUI, Mohamed; HASNAOUI, Lahcen; DERRAZ, Mustapha. Optimization of drinking water treatment process by modeling the aluminum sulfate dose. British Journal of Applied Science & Technology, 2016, vol. 17, no 1, p. 1-14.
20. MILLAN MELO, Carlos Felipe; POLANIA VILLEGAS, Leidy Milen. Propuesta de mejora del sistema de tratamiento de aguas residuales de la empresa Somos K SA. Tesis de Licenciatura. Fundación Universidad de América 2018.
21. FRANCISCA, Franco M.; CARRO PÉREZ, Magalí Evelín. Remoción de arsénico en agua mediante procesos de coagulación-floculación. Revista internacional de contaminación ambiental, 2014, vol. 30, no 2, p. 177-190.
22. GALINDO YANTAS, Giancarlo. Determinación de la dosis óptima de sulfato de aluminio granulado tipo b en la planta de tratamiento de agua potable Yurajhuanca-Emapa Pasco. 2018.
23. GARCÍA, M., et al. Estudio nacional del agua IDEAM. Panamericana formas e impresos.(Colombia). 493p, 2015
24. IDROGO, NADY LUMBA, et al. Desinfección del agua para consumo humano mediante el uso de filtro de arcilla y plata coloidal en sector

- urbano de Lurigancho-Chosica. Revista de Investigación Ciencia, Tecnología y Desarrollo, 2019, vol. 5, no 2.
25. KRUPIŃSKA, Izabela. Aluminium drinking water treatment residuals and their toxic impact on human health. *Molecules*, 2020, vol. 25, no 3, p. 641.
26. KUZIN, Evgenii, et al. Titanium-Containing Coagulants in Wastewater Treatment Processes in the Alcohol Industry. *Processes*, 2022, vol. 10, no 3, p. 440.
27. LUJAN, Juan Carlos. Un hidrogel de hidróxido de aluminio para eliminar el arsénico del agua 2018. *Revista Panamericana de Salud Publica*, 5(4), 5.
28. CAMA LUQUE, Daniel Eduardo; HUASCO CUCHACHA, Melissa Guadalupe. Evaluación de la calidad de agua en la planta de tratamiento de agua potable de Villa Rica-Oxapampa. 2019.
29. MALCOLM, J., & BRANDT. Sulfato de aluminio en tratamiento de agua residual. 2016 ScienceDirect.
30. MARCÓ, Leandro, et al. La turbidez como indicador básico de calidad de aguas potabilizadas a partir de fuentes superficiales. Propuestas a propósito del estudio del sistema de potabilización y distribución en la ciudad de Concepción del Uruguay (Entre Ríos, Argentina). *Higiene y Sanidad Ambiental*, 2014, vol. 4, no 11.
31. MOU, A., YU, N., ZHANG, L., & H., S.. El pretratamiento con hipoclorito de calcio mejora la degradación de lodos activados por desechos durante la digestión aeróbica, 2018, *Revista de Ingeniería Ambiental*.
32. MULYANI, Happy; PAMUNGKAS, Guruh Sri. The Influence of Calcium Hypochlorite Dosage Adjustment on Tapioca Wastewater Pre-Chlorination

- Toward Efficiency of Activated Sludge Treatment. Molekul, 2016, vol. 11, no 2, p. 239-247.
33. ORDINOLA SAAVEDRA, Evelyn. Diseño de la planta de tratamiento de agua potable para tres centros poblados del distrito de Ignacio Escudero. 2020.
34. MARTÍNEZ-ORJUELA, Mónica Rocío, et al. Evaluación de la turbiedad como parámetro indicador del tratamiento en una planta potabilizadora municipal. Revista UIS Ingenierías, 2020, vol. 19, no 1, p. 15-24.
35. PÉREZ GARAY, Iván Fernando. Optimización de la dosificación de sulfato de aluminio para el tratamiento de agua potable del distrito de Vilcacoto. 2015.
36. POMALAZA BACILIO, Fannie Susan; VICTORIA RIVERA, Mashyory Rosmery. Optimización del método de coagulación-floculación para la remoción de arsénico de fuentes de agua potable empleando sulfato de aluminio tipo A. 2016.
37. PRESTON, Kelsey, et al. . Reducción de la turbidez y la demanda de cloro usando floculación de alumbre y moringa antes de la cloración doméstica en países en desarrollo, Pubmed.
38. REYES LÓPEZ, María Guadalupe. USO DEL CLORO EN LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS: DESINFECCIÓN Y FORMACIÓN DE SUBPRODUCTOS. 2016. Tesis Doctoral.
39. KHANDAKER, Nadim Reza, et al. Treatment of textile wastewater using calcium hypochlorite oxidation followed by waste iron rust aided rapid filtration for color and COD removal for application in resources challenged

- Bangladesh. Groundwater for Sustainable Development, 2020, vol. 10, p. 100342.
40. ROMERO GIRÁLDEZ, Mary Luz. Propuesta de mejora de la planta de tratamiento de agua potable de la ciudad de Ayaviri, Melgar, Puno-2018. 2021.
41. SÁNCHEZ GARCÍA, Celia. Diseño de un plan de mantenimiento preventivo de una báscula dosificadora de fibra de vidrio aplicando la estrategia "World Class Manufacturing". 2017. Tesis Doctoral. Universitat Politècnica de València.
42. TIZA REYES, Ildo Ricardo. Diseño, instalación y funcionamiento de cloración por goteo en el agua potable del caserío Sauce de Porcuya-Piura-2019. 2020.
43. TTITO SURCO, Ruth Mery. Evaluación de la eficacia del almidón de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum*) como auxiliar del sulfato de aluminio en el tratamiento de agua para consumo humano en condiciones altoandinas, 2018. 2018.
44. ESCALERA VÁSQUEZ, Ramiro; ORMACHEA MUÑOZ, Mauricio. Hidroquímica de la presencia natural de arsénico en aguas subterráneas de áreas suburbanas de Cochabamba-Bolivia y evaluación de la viabilidad técnica de procesos de remoción. Investigación & Desarrollo, 2017, vol. 1, no 17, p. 27-41.
45. YONGE, David. A comparison of aluminum and iron-based coagulants for treatment of surface water in Sarasota County, Florida. 2012. University of Central Florida .

ANEXOS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FICHA DE CARACTERÍSTICAS
FISICOQUÍMICAS DEL AGUA ANTES DEL
TRATAMIENTO

Ficha N° 1

TITULO DEL PROYECTO:

Potabilización con Hipoclorito de Calcio y Sulfato de Aluminio En La Planta De Tratamiento De Agua Potable (PTAP) Para Consumo Humano Del Distrito De Quequeña - Arequipa 2021

RESPONSABLE:

LINDA MARLENI LOARTE TRUJILLO

ASESOR:

MSC. QUIJANO PACHECO, WILBER SAMUEL

LUGAR:

AREQUIPA

FECHA:

AGUA A TRATAR	Turbidez (NTU)	Conductividad 25° (μS/cm)	Solidos totales disueltos (mg/L)	Bacterias coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	E. Coli (NMP/100mL)
muestra 1	2.95	973	505	940	63
muestra 2	2.94	973.05	505	941	63
muestra 3	2.95	973.06	505	940	63



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FICHA DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS
QUÍMICOS DESPUÉS DEL TRATAMIENTO DEL
AGUA CON NIVELES DE SULFATO DE ALUMINIO
PARA LA POTABILIZACIÓN

Ficha N° 2

TITULO DEL PROYECTO:

Potabilización con Hipoclorito de Calcio y Sulfato de Aluminio En La Planta De Tratamiento De Agua Potable (PTAP) Para Consumo Humano Del Distrito De Quequeña - Arequipa 2021

RESPONSABLE:

LINDA MARLENI LOARTE TRUJILLO

ASESOR:

MSC. QUIJANO PACHECO, WILBER SAMUEL

LUGAR:

AREQUIPA

FECHA:

Sulfato de Aluminio g/día. Duración 10 días

Turbidez (UNT)

Conductividad 25° ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

Solidos disueltos totales
(mg/L)

T1: 3ppm

1

2.5

844

441

2

2.6

844

440

3

2.5

845

441

PROMEDIO

2.53

844.33

440.67

T2: 5ppm

1

1

772

398

2

1

772

400

3

0.99

772

399

PROMEDIO

1.00

772.00

399.00

T3: 7ppm

1

0.8

723

290

2

0.8

723

291

3

0.8

724

290

PROMEDIO

0.80

723.33

290.33



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FICHA DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS
QUÍMICOS DESPUÉS DEL TRATAMIENTO
DEL AGUA CON NIVELES DE
HIPOCLORITO DE CALCIO PARA LA
POTABILIZACIÓN

Ficha N° 3

TITULO DEL PROYECTO:

Potabilización con Hipoclorito de Calcio y Sulfato de Aluminio En La Planta De Tratamiento De Agua Potable (PTAP) Para Consumo Humano Del Distrito De Quequeña - Arequipa 2021

RESPONSABLE:

LINDA MARLENI LOARTE TRUJILLO

ASESOR:

MSC. QUIJANO PACHECO, WILBER SAMUEL

LUGAR:

AREQUIPA

FECHA:

Hipoclorito de Calcio g/dia. Duracion 10 dias

Bacterias coliformes termotolerantes
(NMP/100mL)

E. Coli (NMP/100mL)

T1: 3ppm KG/DÍA

1

36

15.9

2

35

6

3

35.5

5.8

PROMEDIO

35.5

9.23

T2: 5ppm KG/DÍA

1

1.1

1.1

2

1

1.1

3

1.1

1.1

PROMEDIO

1.07

1.1

T3: 7ppm KG/DÍA

1

0

0

2

0

0

3

0

0

PROMEDIO

0

0

Matriz de Operacionalización de variables.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES		INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
VARIABLE INDEPENDIENTE: Potabilización del Agua con Hipoclorito de Calcio y sulfato de aluminio en la planta de tratamiento de agua potable (PTAP)	Cuando vamos a potabilizar el agua se añaden productos de origen químico como método de alternativa de solución, para ello debemos analizar las características físico químicas y microbiológicas para conocer los parámetros que afectan la calidad del agua y según eso determinar las cantidades que se añadirán para este proceso.	Se realizó un análisis para poder llegar a los niveles establecidos en la normativa peruana del Decreto Supremo N° 031-2010 que es el reglamento de la calidad de agua para consumo humano	Cantidad optima de	Hipoclorito de Calcio al 70%	3 ppm	g/día
					5 ppm	g/día
					7 ppm	g/día
				Sulfato de Aluminio	3 ppm	g/día
					5 ppm	g/día
					7 ppm	g/día
			características físicas, químicas y microbiológicas del agua inicial	Turbiedad	UNT	
				Conductividad	μS/cm	
				Solidos totales disueltos	mg/L	
				Bacterias coliformes termotolerantes	NMP/100mL	
E. Coli	NMP/100mL					
VARIABLE DEPENDIENTE: AGUA PARA CONSUMO HUMANO	La importancia de establecer la calidad del agua es para reducir los problemas en la salud pública, por ello se deben establecer modelos de evaluación para garantizar la calidad, hay diversas metodologías para detectar la contaminación del agua, para facilitar la implementación de las medidas de tratamiento y control de los parámetros establecidos,	Para determinar la calidad del agua se determinaron las características físicas, químicas y biológicas mediante ensayos de laboratorios para determinar según la normativa 031-2010, si cumple con	características físicas, químicas y biológicas del agua a tratar para el consumo humano	Turbiedad	UNT	
				Conductividad	μS/cm	
				Solidos totales disueltos	mg/L	
				Bacterias coliformes termotolerantes	NMP/100mL	

	según (RÍOS TOBÓN, Sandra; AGUDELO CADAVID, Ruth Marina; GUTIÉRREZ BUILES, Lina Andrea. Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. 2017)	los parámetros establecidos.		E. Coli	NMP/100mL
--	--	------------------------------	--	---------	-----------