



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL**

“Determinación de la dosis óptima de policloruro de aluminio ($Al_2(OH)_3Cl$) y sulfato de cobre pentahidratado ($CuSO_4 - 5H_2O$) para mejorar los procesos de tratamiento de agua potable en la planta de tratamiento de agua potable de la Universidad Nacional de Piura”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

AUTOR:

Br. Castillo Pulache, Jean Paul (ORCID: 0000-0002-3204-2833)

ASESOR:

Dr. Saenz Seminario, Irwing (ORCID: 0000-0003-3729-7672)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Sistemas de Gestión de la Calidad

PIURA – PERÚ

2017

Dedicatoria

A Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento de mi formación profesional.

A mi madre por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional.

A mi padre a pesar de nuestras diferencias esta siempre apoyándome en todo.

A mi abuelo Enrique por apoyarme todo y ser mi ángel que me protegerá.

A mi hermana Xiomara a quien quiero muchísimo por apoyarme y darme las fuerzas y el aliento, para poder seguir adelante para poder lograr mí meta.

Agradecimiento

Me gustaría que estas líneas sirvieran para expresar mi más profundo y sincero agradecimiento a todas aquellas personas que con su ayuda han colaborado en la realización del presente trabajo, en especial al Dr. Irving Sáenz Seminario, asesor de esta investigación, por la orientación, el seguimiento y la supervisión continúa de la misma, pero sobre todo por la motivación y el apoyo recibido. Especial reconocimiento merece el interés mostrado por mi trabajo y las sugerencias recibidas de la Ing. Jorge Llompart Coronado, con el que me encuentro en deuda por el ánimo infundido y la confianza en mí depositada. Quisiera hacer extensiva mi gratitud a mis compañeros de la Planta de tratamiento de agua potable – UNP y, especialmente al Blgo. Robert Barrionuevo García, Presidente del directorio de la Planta de tratamiento de agua potable – UNP por haberme permitido desarrollar mis tesis sin ninguna limitación. Agradezco también a la Universidad Nacional de Piura por haberme permitido desarrollar mi tesis en la Planta de tratamiento de agua potable. Agradezco también a la Planta de tratamiento de agua potable – CURUMUY por haberme apoyado en la realización mi tesis. Un agradecimiento muy especial merece la comprensión, paciencia y el ánimo recibidos de mi familia y amigos.

A todos ellos muchas gracias.

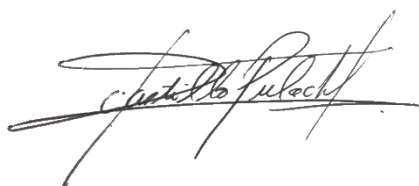
Página del jurado

Declaratoria de autenticidad

Yo Jean Paul Castillo Pulache estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, de la Universidad Cesar Vallejo, sede Piura, declaro que el trabajo académico titulado: “Determinación de la Dosis óptima de Policloruro de Aluminio ($\text{Al}_2 (\text{OH})_3 \text{Cl}$) y Sulfato de Cobre pentahidratado ($\text{CuSO}_4 - 5\text{H}_2\text{O}$) para mejorar los procesos de tratamiento de agua potable en la Planta de Tratamiento de Agua Potable de la Universidad Nacional de Piura”, presentada para la obtención del título profesional de INGENIERO INDUSTRIAL es de mi auditoria.

Por lo que declaro lo siguiente:

- He mencionado todas las fuentes empleadas en el presente trabajo de investigación, identificado correctamente toda la cita textual o de paráfrasis de otras fuentes de acuerdo con lo establecido por las normas de elaboración de trabajos académicos.
- No he utilizado ninguna otra fuente distinta de aquellas expresamente señaladas en este trabajo.
- Este trabajo de investigación no ha sido previamente presentado completo ni parcialmente para la obtención de otro grado académico o título profesional.



PIURA, 1 de Agosto de 2017

.....

Firma

N° DNI: 71471250

Presentación

Señores miembros del Jurado

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, presento ante ustedes la Tesis Titulada “Determinación de la Dosis óptima de Policloruro de Aluminio ($\text{Al}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$) y Sulfato de Cobre pentahidratado ($\text{CuSO}_4 - 5\text{H}_2\text{O}$) para mejorar los procesos de tratamiento de agua potable en la Planta de Tratamiento de Agua Potable de la Universidad Nacional de Piura”, basada en las determinaciones de las dosis óptimas y mejorar para mejorar los procesos de tratamiento de agua potable, la misma que someto a su vuestra consideración y esperando que cumpla con los requisitos de aprobación para la obtención del Título Profesional de Ingeniero Industrial. Este trabajo de investigación se ha dividido en siete capítulos. El primer capítulo corresponde a la introducción, aquí se detalla la realidad problemática de la empresa, trabajos previos, teorías relacionadas que fundamenten que la investigación, la formulación del problema, la justificación del estudio y los objetivos tanto general como específicos; en el segundo capítulo se especifica el método, señalando el diseño de investigación, la variable y su respectiva operacionalización, la población y muestra, las técnicas e instrumentos de recolección de datos, el método de análisis de datos y aspectos éticos, el tercer capítulo muestra los resultados obtenidos a partir de la investigación, el cuarto capítulo especifica la discusión, es allí donde se contrasta los objetivos específicos con los trabajos previos, el quinto capítulo detalla las conclusiones, el sexto capítulo resume las recomendaciones, y el séptimo capítulo se hacen mención a las referencias bibliográficas.

El autor.

Índice

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Página del jurado.....	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Presentación	vi
Índice.....	vii
Índice de tablas.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MÉTODO.....	8
2.1. Diseño de investigación.....	8
2.2. Operacionalización de variables	9
2.3. Población y muestra	11
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	11
2.5. Método de análisis de datos	12
2.6. Aspectos éticos.....	12
III. RESULTADOS	13
IV. DISCUSIÓN.....	27
V. CONCLUSIONES	29
VI. RECOMENDACIONES	30
REFERENCIAS.....	31
ANEXOS.....	33

Índice de tablas

Tabla 1: ANÁLISIS QUÍMICO – FÍSICO Y MICROBIOLÓGICO DEL AGUA CRUDA	13
Tabla 2: ANÁLISIS QUÍMICO – FÍSICO y MICROBILÓGICO DEL AGUA CRUDA.....	15
Tabla 3: ANÁLISIS QUÍMICO – FÍSICO DE AGUA CRUDA (DOSIS DE Aluminio vs Turbiedad).....	16
Tabla 4: ANÁLISIS QUÍMICO – FÍSICO DE AGUA CRUDA (DOSIS DE ALUMINIO vs TURBIEDAD)	18
Tabla 5: PRE y POST LAVADO DE FILTROS	20
Tabla 6: ANÁLISIS DE AGUA TRATADA (CLORO RESIDUAL)	22
Tabla 7 : ANÁLISIS DEL AGUA TRATADA (CLORO RESIDUAL).....	24
Tabla 8: ANÁLISIS QUÍMICO DEL AGUA TRATADA	25
Tabla 9: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS (ANÁLISIS QUÍMICO – FÍSICO DE AGUA CRUDA) – (POLICLORURO DE ALUMINIO)	35
Tabla 10: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS (ANÁLISIS QUÍMICO – FÍSICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUA CRUDA) – (SULFATO DE COBRE)	36
Tabla 11: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS (ANÁLISIS FÍSICO DE AGUA FILTRADA).....	37
Tabla 12: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS (ANÁLISIS DE AGUA TRATADA) – (CLORO GAS)	38
Tabla 13: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS: ANÁLISIS QUÍMICO DEL AGUA TRATADA.....	39
Tabla 14: LIMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE CALIDAD ORGANOLÉPTICA	40

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo general Determinar las dosis óptimas de Policloruro de Aluminio $Al_2(OH)_3Cl$ y Sulfato de Cobre Pentahidratado ($CuSO_4 - 5H_2O$) para mejorar los procesos de tratamiento de agua potable en la planta de tratamiento de agua potable de la Universidad Nacional de Piura – 2017. La unidad de análisis estuvo conformada por los procesos de tratamiento de agua potable. la variable independiente empleada fue la Determinar de la Dosis óptima de Policloruro de Aluminio ($Al_2(OH)_3Cl$) y Sulfato de Cobre Pentahidratado ($CuSO_4 - 5H_2O$) y la variable dependiente Mejorar los procesos de tratamiento de agua potable en la planta de tratamiento de agua potable, la técnica empleada en la recolección de datos fue la observación y el método de prueba de jarras, Las dosis obtenidos tanto de Policloruro de aluminio como de sulfato de cobre se aplicaron en diferentes turbiedades para visualizar la reacción en los proceso de tratamiento también se realizó un monitoreo cada 2 horas de turbiedad de agua cruda para determinar la curva de dosificación con respecta a cada turbiedad encontrada. Recomiendo que para una optimo proceso de tratamiento deben realizar una prueba de jarras cada 4horas dependiendo del ambiente ya que el excesivo calor hace que el floc se rompa y los sedimentadores eleven su turbiedad, por lo que deben mantenerse la calidad de agua dentro de los estándares permitidos de la calidad de agua por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano según D.S N° 031 – 2011 – SA.

Palabras claves: Dosis óptima de Policloruro de Aluminio ($Al_2(OH)_3Cl$) y Sulfato de Cobre Pentahidratado ($CuSO_4 - 5H_2O$), prueba de jarras.

ABSTRACT

The objective of the present investigation was to determine the optimal doses of Aluminum Polichloride $Al_2(OH)_3Cl$ and Copper Sulfate Pentahydrate ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) to improve the processes of treatment of drinking water in the drinking water treatment plant of the National University of Piura - 2017. The unit of analysis was confirmed by the processes of treatment of drinking water. the independent variable used was the Determination of the Optimum Dose of Aluminum Polychloride ($Al_2(OH)_3Cl$) and Copper Sulfate Pentahydrate ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) and the dependent variable Improve the treatment processes of drinking water in the treatment plant drinking water, the technique used in data collection was the observation and test method of jars. The doses obtained from both aluminum polychloride and copper sulphate were applied in different turbidity to visualize the reaction in the treatment process as well be performed a monitoring every 2 hours of raw water turbidity to determine the dosing curve with respect to each turbidity found. I recommend that for an optimal treatment process they should perform a pitch test every 4 hours depending on the environment and that excessive heat causes the floc to break and the settlers raise their turbidity, so the water quality must be maintained within the standards of the quality of water by the Regulation of the Quality of Water for Human Consumption according to DS N ° 031 - 2011 - SA

Keywords: Optimal dosage of Aluminum Polychloride ($Al_2(OH)_3Cl$) and Copper Sulphate Pentahydrate ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$), pitch test

I. INTRODUCCIÓN

El cambio climático derivado de la inapropiada relación que tiene el hombre con el medio ambiente ha incidido de modo notable, en el comportamiento de la naturaleza evidenciado en las alteraciones de la temperatura, el deshielo de los glaciares, la sequía de los páramos, escasas de las aguas subterráneas, es decir cambios notables en el ciclo hidrológico que afectan sin duda a amplios sectores poblacionales dedicados a la agricultura y también al consumidor doméstico del campo y la ciudad (UNESCO, 2015).

De esta manera el problema del agua que hace algunos años ya se había diagnosticado como de cuidado, debido no solo a la dificultad que tiene una parte de la población de más bajos recursos económicos en recibir el servicio, sino a la carencia de condiciones sanitarias en las que accedían grandes sectores de la población, las mismas que afectan notablemente a los grupos etarios más vulnerables como son los niños y las personas de la tercera edad, que son afectados por enfermedades usualmente gastrointestinales, que inciden en el incremento de las tasas de morbilidad; hoy día la situación se ha agudizado por el crecimiento poblacional, los costos y la precariedad del servicio.(OPS, 2011).

A nivel nacional el déficit de acceso al agua en condiciones saludables es todavía notable, pues existe un sector del país que no tiene agua de red pública; hasta el año 2018, 94% de la población urbana y 72% de la rural accedían al servicio de agua potable, lo que significa que, aún hay un amplio número de familias sin el servicio, precarizando así sus condiciones de vida (INEI,2018).

A nivel de la región Piura, el servicio también está precarizado como se evidencia en los reclamos constantes de grupos de la comunidad que expresan su malestar por la ausencia del servicio. El servicio principal que es administrado por la EPS GRAU, se hace desde la planta de tratamiento de Curumuy; el servicio atiende a grupos poblacionales de los distritos de Piura y Castilla, dentro de los márgenes establecidos de calidad.

La Universidad Nacional de Piura localizada en el distrito de Castilla atiende a una población aproximada de 20,000 personas entre docentes, estudiantes y trabajadores de administración, distribuidos en los grupos de formación profesional concentrados en la facultades, los grupos de participantes de la Escuela Tecnológica Superior, El Hospital Universitario, a institución educativa de formación escolar básica “Carlota Ramos de Santolaya” (atiende en los niveles de inicial, primaria y secundaria), y el Instituto de Enseñanza Preuniversitaria. Para la atención de este grupo poblacional, la Universidad Nacional de Piura (UNP) gestiona la Planta de Tratamiento de Agua Potable, desde inicios del año 2015. Esta Planta de Tratamiento del Agua Potable, funciona al interior de la universidad y es administrada como una empresa del sector primario. El proceso de tratamiento del agua se inicia como la captación del líquido elemento desde el canal Biaggio Arbulú, que circula paralelo al local universitario, discurriendo sus aguas desde la represa de Poechos.

El pretratamiento del agua se da en el reservorio o tanque construido para esta primera fase, a través del uso del sulfato de cobre utilizando el método de boyas. En la segunda fase, el agua que ha discurrido por gravedad ingresa a la Planta de tratamiento, en la que, es procesada el agua cruda a través de químicos. En la siguiente fase denominada floculación, primero se forman los coágulos (atracción del floculante y el agua cruda), para después ingresar a la sedimentación de los coágulos. Los flocs formados son filtrados a través de arena simple antes de ingresar a una cisterna, desde la que serán enviados al reservorio de la UNP, previa inyección de cloro para la desinfección respectiva.

La Planta de tratamiento de Agua Potable de la UNP siendo un sistema nuevo, desarrolla procesos que son similares al de otras Plantas similares desarrolla los procesos siguientes mezcla, coagulación, floculación, además filtra y desinfecta. La capacidad de la Planta permite que, procese y logre abastecer con agua tratada con un flujo de 30 l/seg. Pese a su novedad, la Planta muestra algunas debilidades relacionadas con la saturación de algunas de sus unidades, problema derivado de las turbiedades y los defectos del sistema de Dosificación.

En el contexto antes descrito, la Pte., investigación está orientada a establecer los mecanismos para que el sistema de la Planta de Tratamiento funcione en un nivel

óptimo, de tal manera que el servicio de Agua Potable al que accede la población cumpla con los estándares básicos de carácter sanitario, para lo cual es conveniente determinar los niveles de calidad con que viene funcionando el sistema en general, ya que su función es optimizar la calidad del agua que consume la población, y ello se logra en la medida que el sistema es capaz de eliminar en un gran porcentaje, aquellas impurezas, captadas desde la fuente principal. Esto se traduce en la capacidad para eliminar o disminuir los impactos evidenciados hasta hoy como son, por ejemplo, la ineficacia de la prueba de Policloruro de Aluminio al 1% debido a la ausencia de condiciones adecuadas, debido a la alta presencia de turbiedad e impurezas, que afecta al final de cuentas la Dosificación, que se deriva en la distorsión de los procesos finales. Además, considerando que el barro y lodo no es el único problema que incide en la turbiedad e impurezas del agua, sino que también se encuentra gran cantidad de algas, cuya cantidad se incrementa en las épocas calurosas y de lluvias torrenciales, es conveniente evaluar la ineficacia del sistema de Dosificación en relación al tratamiento del sulfato de cobre, ya que, el mal manejo incide en la abundancia de las algas, que agravan el problema. Asimismo, se ha constatado que el proceso de filtración se desarrolla a través de una metodología muy informal y de poca precisión que afecta la conservación de los filtros, agravando con ello los problemas de las turbiedades del agua. Por tanto, lo que se busca en este trabajo es trabajar en la optimización del funcionamiento del sistema de Dosificación y asimismo establecer criterios para un eficiente proceso de filtración, que asegure un mejor trabajo de la Planta.

El estudio de los antecedentes muestra que hay pocas investigaciones en el medio sobre este tema; a continuación, se reseñan las principales:

Caminati y Caqui (2013) "Análisis y diseño de sistemas de tratamiento de agua para consumo humano y su distribución en la Universidad de Piura", Esta investigación se orienta hacia la búsqueda de soluciones para el problema de agua de consumo humano en la Universidad de Piura. Las investigadoras llegaron a la conclusión de que el agua que consumían los estudiantes, docentes y trabajadores de la Universidad de Piura, no cumplía con los estándares de calidad

que se estipulan. Asimismo, recomendaban la construcción de una Planta, teniendo en cuenta los factores que limitaban la ya existente.

Caballero (2011) "Manual Para La Evaluación Y Diagnóstico De Tratamiento De Filtrado Rápido En La Zona Rural Colombiana." Esta investigación de tipo descriptivo y bibliográfico, tiene por objetivo diseñar un Manual que permita el diagnóstico del contexto y la aplicación de la normatividad técnica en la instalación de Plantas de tratamiento de agua de consumo Humano. Como conclusiones señalan que, en la actualidad proliferan las Plantas de tratamiento de agua que no cumplen las especificaciones técnicas para hacer un buen funcionamiento, que en tal medida se necesita diseñar propuestas que orienten la atención de la demanda.

Castrillón, Giraldo. (2012). "Determinación De Las Dosis Óptimas Del Coagulante Sulfato De Aluminio Granulado Tipo B En Función De La Turbiedad Y El Color Para La Potabilización Del Agua En La Planta De Tratamiento De Villa Santana. Colombiana", tiene el objetivo, estimar en qué medida deben incluirse las dosis de sulfato de cobre para resolver problemas relacionados con la turbiedad del agua, en los problemas de las Plantas de tratamiento. Las investigadoras concluyeron en que, existe una variación en los parámetros fisicoquímicos en relación con el tratamiento del agua, los mismos que obedecen a limitantes de carácter climático, en tal sentido no es factible establecer correlaciones.

Restrepo. (2009). Evaluación Del Proceso De Coagulación – Floculación De Una Planta De Tratamiento De Agua Potable. Medellín, Colombia". Esta investigación tuvo como objetivo establecer los criterios de ajuste de los coagulantes a la calidad del agua y de los polímeros a utilizar. Las conclusiones señalan que, las características del agua que consumen las poblaciones estudiadas son precaria ya sea por la presencia de coliformes y fecales, así como, por los niveles de

turbiedad; asimismo subrayan que, los procesos de coagulación floculación tiene aceptación y es efectiva, aun cuando debe evaluarse económicamente.

Las bases teóricas que sustentan el proceso de instalación de Plantas de tratamiento del agua para el consumo humano, se relacionan con las nociones de agua y procedimientos para hacer apta para el consumo humano.

Usualmente el agua en su estado puro no existe, ya que casi siempre esta con algunas impurezas que se evidencien en función a su tamaño; las visiones de las impurezas se distinguen en principio por el color y densidad del agua. Color y turbiedad no son sinónimos, de ahí que haya que ser cuidadosos cuando se quiere hacer procesos de coagulación.

Los procesos de tratamiento del agua se sustentan principalmente en la filtración y la desinfección. La primera consiste en la separación de aquellos elementos que no han podido ser retenidos en las fases de coagulación o sedimentación. La filtración se lleva a cabo con criterios de rapidez, usando para ello los filtros adecuados.

La segunda es la desinfección que trata de eliminar a los organismos que son dañinos porque ponen en riesgo a las personas de contraer enfermedades; se trata de usualmente de bacterias o protozoarios. La desinfección utiliza habitualmente dos canales o medios, el primero constituido por elementos naturales como, por ejemplo, la radiación solar, la filtración o la sedimentación; también, se trata de evitar la reproducción sostenida de los microorganismos, cortando las reservas de sus alimentos a través de procesos como la estabilización.

Desinfección se hace vía agentes físicos o químicos, entre los primeros está la luz solar, entre los segundos puede mencionarse los halógenos como el cloro o el bromo. (Arboleda, 2000)

Formulación del problema.

El problema queda formulado a través de la interrogante siguiente:

¿Las dosis óptimas de Policloruro de Aluminio ($Al_2(OH)_3Cl$) y Sulfato de Cobre Pentahidratado ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) mejorarán los procesos de tratamiento de agua potable?

Las sub preguntas que definen esta investigación son: ¿Cómo determinar los resultados de las dosis óptimas de sulfato de cobre en los procesos de tratamiento de agua potable con el criterio de las normas técnicas de calidad?, ¿Cómo determinar los resultados de las dosis óptimas de Policloruro de aluminio para mejorar los procesos de tratamiento de agua potable de acuerdo al criterio del reglamento de calidad de agua?, ¿Cómo determinar los resultados de los parámetros de turbiedad realizado en el pre – lavado y post – lavado de filtros para mejorar los procesos de tratamiento de agua potable, con el criterio del reglamento de calidad de agua?, ¿Cómo determinar la dosificación de desinfectante (cloro gas) para mejorar los procesos de tratamiento de agua potable, de acuerdo al criterio del reglamento de calidad de agua?, ¿Cómo determinar los resultados los parámetros de Aluminio y Cobre Residual para mejorar los procesos de tratamiento de agua potable de acuerdo al criterio del reglamento de calidad de agua?.

Esta investigación se justifica desde la perspectiva social o práctica porque está referida a un servicio que se relacionan con la salud de un sector poblacional de la Universidad Nacional de Piura, ya que al haberse comprobado que el proceso de tratamiento del agua no estaba cumpliendo con los parámetros normados para el sistema de Dosificación con el Policloruro de Aluminio y el Sulfato de Cobre, generando saturación en los elementos; todo esta problemática de no ser tratada afecta las características del agua que consumen los sujetos que laboran en la UNP, ya que no reúne los criterios básicos que la normatividad técnica y sanitaria recomiendan. Asimismo, esta investigación tiene relevancia a nivel técnico o teórico, porque se trata de validar los criterios de la normatividad técnica para darle idoneidad al producto. En este caso, optimizar el uso de los elementos que generan eficacia en el tratamiento. Esta investigación es asimismo relevante ya que el estudio aporta al conocimiento de un problema, que beneficia no solo a los trabajadores de la Planta sino a los investigadores y trabajadores de otras Plantas similares.

Por lo tanto, la presente investigación se ha planteado como objetivo general: Determinar las dosis óptimas de Policloruro de Aluminio $Al_2(OH)_3Cl$ y Sulfato de Cobre Pentahidratado ($CuSO_4 - 5H_2O$) para mejorar los procesos de tratamiento de agua potable en la Planta de tratamiento de agua potable de la Universidad Nacional de Piura. Asimismo, se han planteado los siguientes objetivos: Determinar los resultados de las dosis óptimas de sulfato de cobre en los procesos de tratamiento de agua potable con el criterio de las normas técnicas de calidad. Determinar los resultados de las dosis óptimas de Policloruro de aluminio para mejorar los procesos de tratamiento de agua potable de acuerdo al criterio del reglamento de calidad de agua. Determinar los resultados de los parámetros de turbiedad realizado en el pre – lavado y post – lavado de filtros para mejorar los procesos de tratamiento de agua potable, con el criterio del reglamento de calidad de agua. Determinar la dosificación de desinfectante (cloro gas) para mejorar los procesos de tratamiento de agua potable, de acuerdo al criterio del reglamento de calidad de agua. Determinar los resultados los parámetros de Aluminio y Cobre Residual para mejorar los procesos de tratamiento de agua potable de acuerdo al criterio del reglamento de calidad de agua.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de investigación

La investigación será del tipo experimental; ya que se orienta a la solución de problemas concretos vinculados a una utilidad práctica, ya que se hará pruebas en laboratorios para obtener los resultados en este caso el agua cruda proveniente del canal Biaggio Arbulú, será tratada mediante la dosificación de sulfato de cobre, que se aplica al tanque regulador para evitar la proliferación de algas, la dosificación de Policloruro de aluminio que permitirá la formación del floc (las partículas se aglutinan en pequeñas masas con peso específico superior al del agua), y la instalación de la tasa declinante en el proceso de filtración para tener procesar un agua de calidad que será enviada al tanque elevado, con la finalidad de abastecer al campus Universitario, colegio de aplicación, IDEPUNP, ETSUNP, Hospital Universitario.

El diseño de investigación es Longitudinal porque voy realizar más de una medición y haciendo uso de un equipo de laboratorio denominado equipo de prueba de jarras el cual me permitirá determinar la dosis optima del policloruro de aluminio a diferentes concentraciones y también determinará la dosis optima del sulfato cobre el cual también será diferentes concentraciones y por último instalare un tasa declinante la cual permitirá un mejor lavado de filtros para una agua de mejor a calidad.

2.2. Operacionalización de variables

<u>Variable</u>	Definición conceptual	Dimensiones	Definición operacional	Indicador	Escala de medición
<p><u>Variable independiente</u> <u>Determinación de la Dosis óptima de Policloruro de Aluminio (Al₂(OH) 3Cl) y Sulfato de Cobre Pentahidratado (CuSO₄ – 5H₂O)</u></p>	<p>La cantidad de coagulante a adicionar durante el proceso de potabilización del agua debe ser determinada con anterioridad, la cual dependerá principalmente del grado de turbidez que presente el agua a tratar. Esta dosis es considerada como el volumen indicado de coagulante a una concentración determinada con la cual se logrará conseguir la formación de flóculos con mayor compactación y velocidad de sedimentación, lo que a su vez permitirá obtener un mayor porcentaje de reducción de la turbidez (BARAJAS, LEÓN 2015)</p>	<p>Dosificación de Sulfato de Cobre</p>	<p>Se realiza mediante un equipo de jarras mediante el cual me determina la dosis optima que voy a aplicar de dicho insumo.</p>	<p>ppm (partes por millón) (CuSO₄ – 5H₂O) (ver Tabla 5)</p>	<p>Razón</p>
		<p>Dosificación de Policloruro de Aluminio</p>	<p>Se realiza mediante un equipo de jarras mediante el cual me determina la dosis optima que voy a aplicar de dicho insumo.</p>	<p>ppm (partes por millón) (Al₂ (OH) 3Cl) (ver Tabla 7)</p>	<p>Razón</p>

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Definición operacional	Indicador	Escala de medición
<u>Variable dependiente</u> <u>los procesos de</u> <u>tratamiento de agua</u> <u>potable en la planta de</u> <u>tratamiento de agua</u> <u>potable</u>	<p>El agua posee unas características variables que la hacen diferente de acuerdo al sitio y al proceso de donde provenga, estas características se pueden medir y clasificar de acuerdo a características físicas, químicas y biológicas del agua. Éstas últimas son las que determinan la calidad de la misma y hacen que ésta sea apropiada para un uso determinado.</p> <p>(CAMINATI, CAQUI 2013)</p>	Pre - Tratamiento	Es el proceso mediante el cual se aplica el alguicida el cual determinará la eliminación de las algas, utilizando sulfato de cobre como insumo para la eliminación de las algas utilizando un equipo de test de jarras.	# Algas (ver Tabla 5)	Razón
		Coagulación – Floculación	En estos procesos mediante el cual se aplica el floculante se determina la dosis óptima para que el FLOC que se forme sea adecuado utilizando un equipo de test de jarras.	ppm (partes por millón) (Al ₂ (OH) 3Cl) (ver Tabla 7)	Razón
		Filtración	Es el proceso mediante el cual se determinará nivel de turbiedad en el pre lavo y post lavado para así realizar una mejora utilizando el turbidímetro.	Turbiedad (ver Tabla 9)	Razón
		Desinfección	Es el proceso mediante el cual se determinara nivel de cloro gas que se aplicara para así realizar una mejora utilizando el comparador de cloro residual.	Cloro residual (límite máximo permisible 5mg/l) (ver Tabla 10)	Razón
		Agua Tratada	Este producto terminado se determinara los niveles residuales de aluminio y cobre para así mejorar la calidad de agua utilizando un espectrofotómetro.	Cobre residual (ver Tabla 12) Aluminio residual (ver Tabla 12)	Razón

2.3. Población y muestra

INDICADOR	POBLACIÓN	MUESTRA
ppm (partes por millón) (CuSO ₄ – 5H ₂ O)	Agua Cruda	250 ml
ppm (partes por millón) (Al ₂ (OH) 3Cl)		250 ml
#Algas	Agua Cruda	17ml
ppm (partes por millón) (Al ₂ (OH) 3Cl)	Agua Floculada	17ml
Turbiedad	Agua Filtrada	10ml
Cloro residual libre	Agua Tratada	10ml
Cobre residual Aluminio residual		10ml

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

INDICADOR	TÉCNICA	INSTRUMENTO
ppm (partes por millón) (CuSO ₄ – 5H ₂ O)	EQUIPO DE TEST DE JARRAS	ficha de recolección de datos: análisis químico – físico y microbiológico del agua (cuso4 - 5h20) (tabla 14)
ppm (partes por millón) (Al ₂ (OH) 3Cl)	EQUIPO DE TEST DE JARRAS	ficha de recolección de datos: análisis químico – físico del agua (policloruro de aluminio) (tabla 13)
#Algas	UTILIZACIÓN DE UNA RED DE FITOPLACTÓN	ficha de recolección de datos: análisis químico – físico y microbiológico del agua (cuso4 - 5h20) (tabla 14)
ppm (partes por millón) (Al ₂ (OH) 3Cl)	EQUIPO DE TEST DE JARRAS	ficha de recolección de datos: análisis físico de agua filtrada (tabla 15)
Turbiedad	UTILIZACIÓN DE UN TURBIDIMETRO	ficha de recolección de datos: análisis físico de agua filtrada (tabla 15)
Cloro residual libre	UTILIZACIÓN DE UN COMPARADOR DE CLORO RESIDUAL	ficha de recolección de datos: análisis química del agua (cloro residual) (tabla 16)
Cobre residual Aluminio residual	UTILIZACIÓN DE UN ESPECTOFOTOMETRO	FICHA DE RECOLECCION DE DATOS: ANALISIS QUIMICO DEL AGUA (COBRE RESIDUAL) (ALUMINIO RESIDUAL) (TABLA 17)

Los instrumentos a tener en cuenta en la siguiente investigación son empleados por el método de ingeniería a utilizar. Revisar los anexos de validación de instrumentos.

2.5. Método de análisis de datos

INDICADOR	MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS
# ppm	<ul style="list-style-type: none"> • Datos • Gráficos (curvas de dosificación)
#ppm	<ul style="list-style-type: none"> • Datos • Gráficos (curvas de dosificación)
#Algas	<ul style="list-style-type: none"> • Datos • Gráficos (curvas de dosificación)
#ppm	<ul style="list-style-type: none"> • Datos • Gráficos (curvas de dosificación)
Turbiedad	<ul style="list-style-type: none"> • Datos • Gráficos (curvas de Turbiedad)
Cloro residual libre	<ul style="list-style-type: none"> • Datos • Gráficos (curvas de dosificación)
Cobre residual Aluminio residual	<ul style="list-style-type: none"> • Datos • Gráficos (curvas de dosificación)

2.6. Aspectos éticos

Esta investigación se realizara en base a muestras reales y no afectaran la calidad del agua de la planta de tratamiento de agua potable - Universidad Nacional de Piura ni al investigador por lo que se realiza con aceptación de especialista en el tema.

III. RESULTADOS

Con el fin de lograr los objetivos planteados al inicio de la investigación, se tomó la información obtenida en la recolección de datos mediante los análisis los procesos en estudio los cuales fueron positivos y se logró obtener la dosis óptima de policloruro de aluminio y de sulfato de cobre también se obtuvo la turbiedad de los lavados filtros y la dosis de cloro residual libre en las cuales en cada uno se hizo monitoreo todo el mes de mayo y el mes de junio, se realizaron los instrumentos de recolección de datos en Excel por el propio investigador con curvas de dosificación de policloruro, sulfato de cobre y cloro residual libre.

Entonces se presentan la resolución del primer objetivo:

Determinar la dosis óptima de sulfato de cobre para mejorar los procesos de tratamiento de agua potable basándose en el reglamento de calidad de agua.

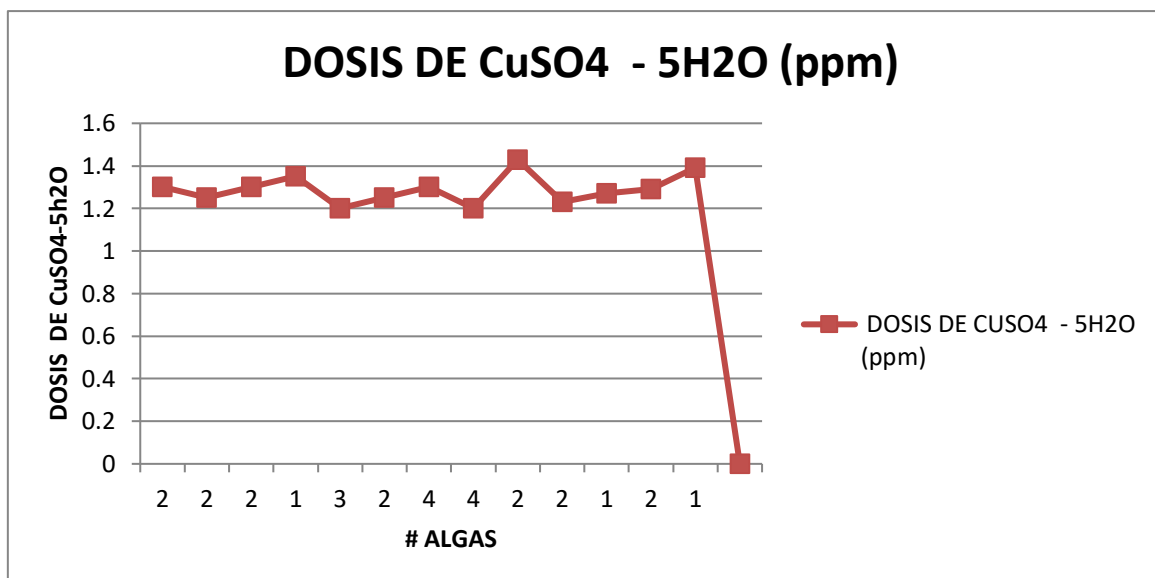
Los resultados obtenidos del primer objetivo son:

Tabla 1: ANÁLISIS QUÍMICO – FÍSICO Y MICROBIOLÓGICO DEL AGUA CRUDA

FORMATO N°2				
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA				
MES	MAYO	AÑO	2017	
DÍA	ANÁLISIS QUÍMICO DEL AGUA CRUDA			
	PROMEDIO DE DOSIS DE $\text{CUSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (ppm)	PROMEDIO DE TURBIEDAD DE A/C (UNT)	CONTEO DE ALGAS	CLASIFICACIÓN DE ALGAS
13-may.-17	1,3	112	2	Nitzhia palia
15-may.-17	1,25	87,0	2	Nitzhia palia
16-may.-17	1,3	94,6	2	Anacystis dimediata , Nitzhia palia
17-may.-17	1,35	84,6	1	Anacystis dimediata
19-may.-17	1,2	152	3	Synedra
22-may.-17	1,25	182	2	Anacystis dimediata

23-may.-17	1,3	166	4	Nitzhia palia
24-may.-17	1,2	88,2	4	Synedra
25-may.-17	1,43	121	2	Protozooz
26-may.-17	1,23	148	2	Nitzhia palia
27-may.-17	1,27	133	1	Protozooz
29-may.-17	1,29	132	2	Nitzhia palia
30-may.-17	1,39	86,9	1	Anacystis dimediata
31-may.-17	0.90	122		Protozooz

Ilustración 1: Curva de Dosificación de Sulfato de Cobre vs Conteo de Algas (MAYO)

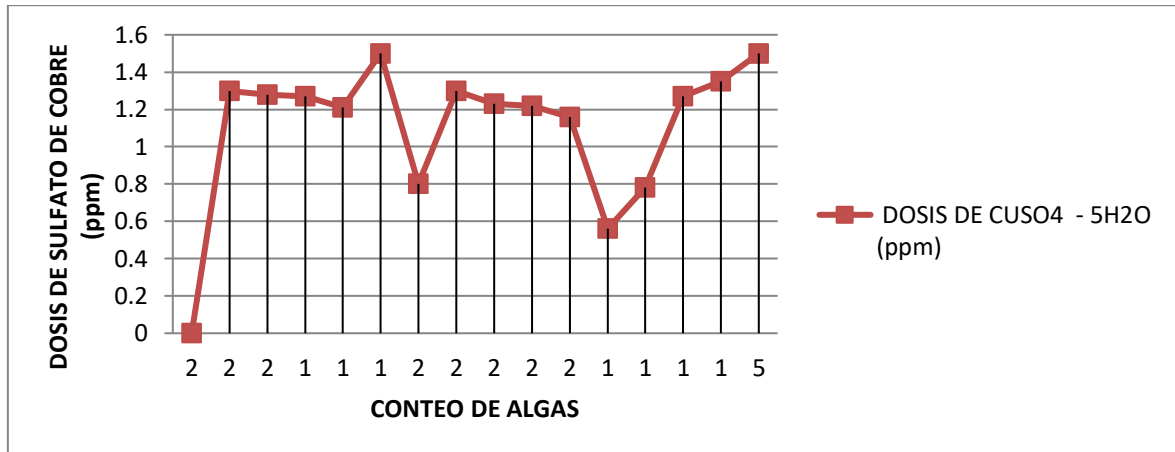


La gráfica nos representa la dosis de sulfato de cobre vs el número de algas encontradas en el Agua Cruda. Se observa las dosis óptimas de sulfato de cobre por número de individuos.

Tabla 2: ANÁLISIS QUÍMICO – FÍSICO y MICROBIOLÓGICO DEL AGUA CRUDA

FORMATO N°2				
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA				
MES	JUNIO	AÑO	2017	
DÍA	ANÁLISIS QUÍMICO– FÍSICO y MICROBIOLÓGICO DEL AGUA CRUDA			
	PROMEDIO DE DOSIS DE $\text{CUSO}_4 - 5\text{H}_2\text{O}$ (ppm)	PROMEDIO DE TURBIEDAD DE A/C (UNT)	CONTEO DE ALGAS	CLASIFICACIÓN DE ALGAS
5-jun.-17	0,90	112	2	Nitzhia palia
6-jun.-17	1,3	87,0	2	Nitzhia palia
7-jun.-17	1,28	94,6	2	Anacystis dimediata , Nitzhia palia
8-jun.-17	1,27	84,6	1	Anacystis dimediata
9-jun.-17	1,21	101	1	Nitzhia palia
12-jun.-17	1,5	63,5	1	Nitzhia palia
13-jun.-17	0,8	107	2	Anacystis dimediata , Nitzhia palia
14-jun.-17	1,3	79,0	2	Anacystis dimediata
15-jun.-17	1,23	64,8	2	Synedra
16-jun.-17	1,22	77,9	2	Anacystis dimediata
19-jun.-17	1,16	59,3	2	Nitzhia palia
20-jun.-17	0,56	145	1	Synedra
21-jun.-17	0,78	129	1	Nitzhia palia
22-jun.-17	1,27	70,1	1	Nitzhia palia
23-jun.-17	1,35	74,0	1	Anacystis dimediata , Nitzhia palia
24-jun.-17	1,5	79,8	5	Anacystis dimediata

Ilustración 2 : Curva de Dosificación de Sulfato de Cobre vs Conteo de Algas (JUNIO)



La gráfica nos representa la dosis de sulfato de cobre vs el número de algas encontradas en el Agua Cruda. Se observa las dosis óptimas de sulfato de cobre por número de individuos.

Entonces se presentan la resolución del segundo objetivo: Determinar la dosis óptima de policloruro de aluminio para mejorar los procesos de tratamiento de agua potable basándose en el reglamento de calidad de agua.

Los resultados obtenidos del Segundo objetivo son:

Tabla 3: ANÁLISIS QUÍMICO – FÍSICO DE AGUA CRUDA (DOSIS DE Aluminio vs Turbiedad)

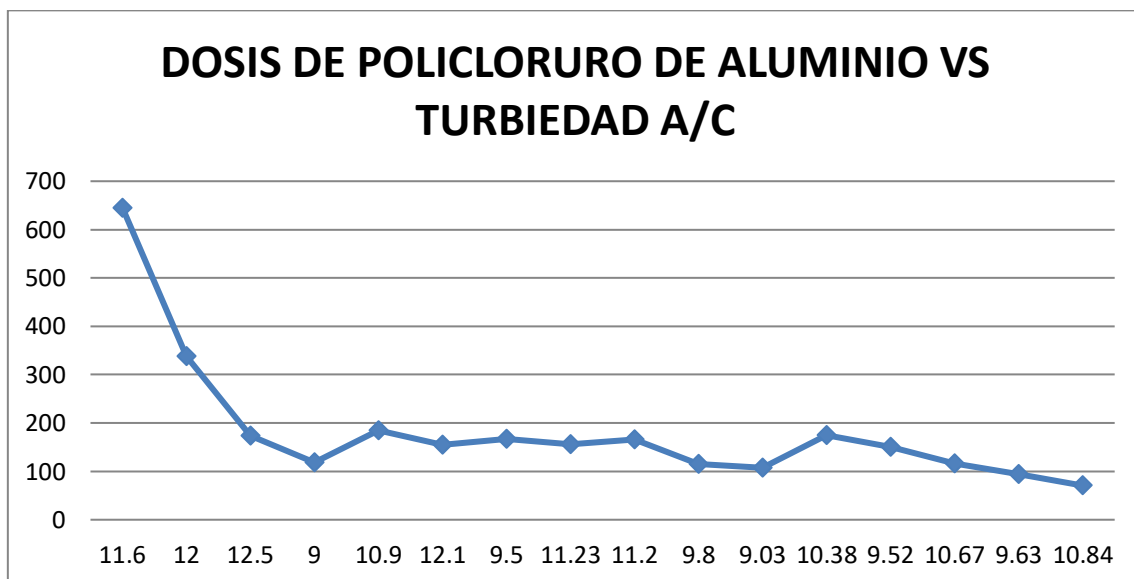
FORMATO N°2			
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA			

MES	Mayo	AÑO	2017
-----	------	-----	------

DÍA	ANÁLISIS QUÍMICO DEL AGUA CRUDA		
	PROMEDIO DE DOSIS DE POLICLORURO DE ALUMINIO (ppm)	CONCENTRACION (CC%)	PROMEDIO DE TURBIEDAD DE A/C (UNT)
12/05/2017	11,6	0,75	645

13/05/2017	12	0,75	338
15/05/2017	12,5	0,75	174
16/05/2017	9,0	0,75	119
17/05/2017	10,9	0,75	184,8
18/05/2017	12,1	0,75	154,8
19/05/2017	9,5	0,75	167
22/05/2017	11,23	0,75	156
23/05/2017	11,2	0,75	166
24/05/2017	9,8	0,75	115
25/05/2017	9,03	0,75	107,2
26/05/2017	10,38	0,75	174,7
27/05/2017	9,52	0,75	151
29/05/2017	10,67	0,75	116,6
30/05/2017	9,63	0,75	94
31/05/2017	10,84	0,75	70,6

Ilustración 3: Curva de Dosificación de Policloruro de Aluminio VS Turbiedad de A/C (MAYO)



Este gráfico nos muestra la curva de dosis de aluminio vs turbiedad la cual fue realizada en los meses de mayo del 2017 obteniendo un valor promedio es de 9,03 mg/l.

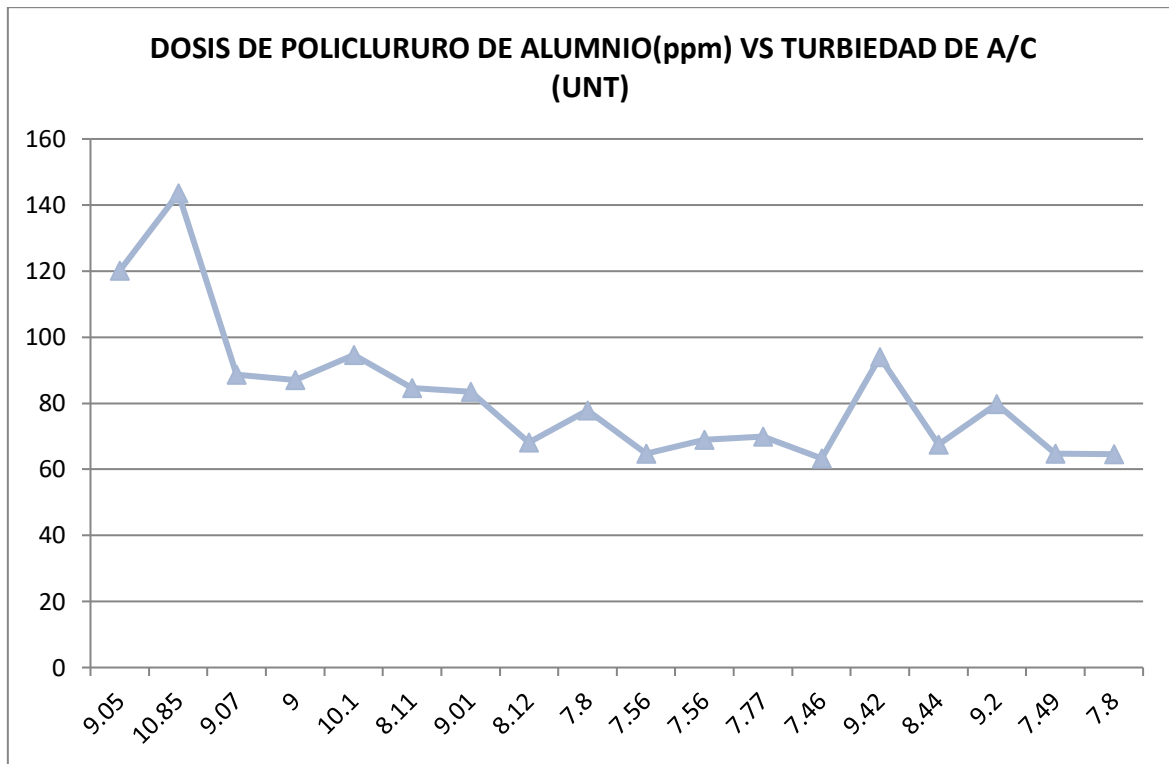
Tabla 4: ANÁLISIS QUÍMICO – FÍSICO DE AGUA CRUDA (DOSIS DE ALUMINIO vs TURBIEDAD)

FORMATO N°2
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

MES	JUNIO	AÑO	2017
-----	-------	-----	------

DÍA	ANÁLISIS QUÍMICO - FÍSICO DEL AGUA CRUDA		
	PROMEDIO DE DOSIS DE POLICLORURO DE ALUMINIO (ppm)	CONCENTRACIÓN (CC%)	PROMEDIO DE TURBIEDAD DE A/C (UNT)
01/06/2017	9,05	0,75	120,2
02/06/2017	10,85	0,75	143,5
05/06/2017	9,07	0,75	88,7
06/06/2017	9,0	0,75	87,0
07/06/2017	10,1	0,75	94,6
08/06/2017	8,11	0,75	84,6
09/06/2017	9,01	0,75	83,5
12/06/2017	8,12	0,75	68,1
13/06/2017	7,8	0,75	77,8
14/06/2017	7,56	0,75	64,7
15/06/2017	7,56	0,75	69
16/06/2017	7,77	0,75	69,9
19/06/2017	7,46	0,75	63,3
20/06/2017	9,42	0,75	94
21/06/2017	8,44	0,75	67,5
22/06/2017	9,2	0,75	79,8
23/06/2017	7,49	0,75	64,7
24/06/2017	7,8	0,75	64,6

Ilustración 4: Curva de Dosificación de Policloruro de Aluminio vs Turbiedad de A/C (JUNIO)



Este gráfico nos muestra la curva de dosis de aluminio vs turbiedad la cual fue realizada en los meses de junio del 2017 obteniendo un valor promedio es de 9,2 mg/l

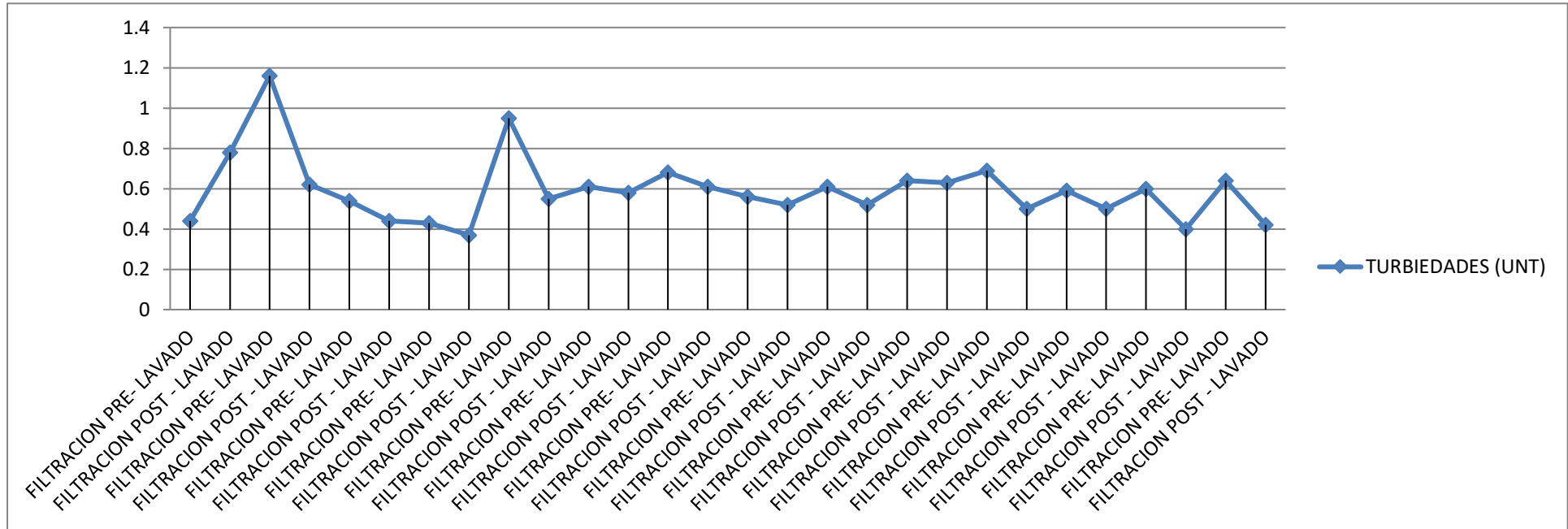
Entonces se presentan la resolución del tercer objetivo: Determinar los parámetros de turbiedad realizados en el pre – lavado y post – lavado de filtros para mejorar los procesos de tratamiento de agua potable basándome en el reglamento de calidad de agua.

Los resultados obtenidos del Tercero objetivo son:

Tabla 5: PRE y POST LAVADO DE FILTROS

<i>FORMATO N°3</i>			
<i>PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA</i>			
<i>MES</i>	<i>MAYO</i>	<i>AÑO</i>	<i>2017</i>
<i>DÍA</i>	<i>HORA</i>	<i>LAVADO DE FILTROS</i>	<i>TURBIEDADES (UNT)</i>
13-may.-17	8:11am	FILTRACIÓN PRE- LAVADO	0,44
	8:30am	FILTRACIÓN POST – LAVADO	0,78
15-may.-17	8:11am	FILTRACIÓN PRE- LAVADO	1,16
	8:30am	FILTRACIÓN POST – LAVADO	0,62
16-may.-17	9:10am	FILTRACIÓN PRE- LAVADO	0,54
	9:20am	FILTRACIÓN POST – LAVADO	0,44
18-may.-17	9:40am	FILTRACIÓN PRE- LAVADO	0,43
	9:37am	FILTRACIÓN POST – LAVADO	0,37
19-may.-17	12:41am	FILTRACIÓN PRE- LAVADO	0,95
	1:00pm	FILTRACIÓN POST – LAVADO	0,55
22-may.-17	10:02am	FILTRACIÓN PRE- LAVADO	0,61
	10:31am	FILTRACIÓN POST – LAVADO	0,58
23-may.-17	10:11am	FILTRACIÓN PRE- LAVADO	0,68
	10:40am	FILTRACIÓN POST – LAVADO	0,61
24-may.-17	8:30am	FILTRACIÓN PRE- LAVADO	0,56
	8:55am	FILTRACIÓN POST – LAVADO	0,52
25-may.-17	11:02am	FILTRACIÓN PRE- LAVADO	0,61
	12:04pm	FILTRACIÓN POST - LAVADO	0,52
26-may.-17	11:20am	FILTRACIÓN PRE- LAVADO	0,64
	11:26am	FILTRACIÓN POST - LAVADO	0,63
27-may.-17	9:30am	FILTRACIÓN PRE- LAVADO	0,69
	9:40am	FILTRACIÓN POST - LAVADO	0,5
29-may.-17	8:25am	FILTRACIÓN PRE- LAVADO	0,59
	8:45am	FILTRACIÓN POST - LAVADO	0,5
30-may.-17	9:50am	FILTRACIÓN PRE- LAVADO	0,6
	10:10am	FILTRACIÓN POST - LAVADO	0,4
31-may.-17	7:48am	FILTRACIÓN PRE- LAVADO	0,64
	8:00am	FILTRACIÓN POST - LAVADO	0,42

Ilustración 5: Curva de Filtración Pre y Post Lavado vs Turbiedad de A/F (MAYO)



Este gráfico nos muestra la curva de cobre residual la cual fue realizada en los meses de mayo del 2017 obteniendo un valor promedio de Pre – lavado 0,95 UNT Y Post – lavado 0,55 UNT los cuales están por debajo de los estándares de calidad de agua.

Este gráfico es para la variable dependiente: **Mejorar los procesos de tratamiento de agua potable en la planta de tratamiento de agua potable**, ya que este gráfico se realizó en la proceso de filtración y lo que se quiere es mejorar los procesos de tratamiento de agua.

Entonces se presentan la resolución del Cuarto objetivo: Determinar la dosificación de desinfectante (cloro gas) para mejorar los procesos de tratamiento de agua potable basándome en el reglamento de calidad de agua

Los resultados obtenidos del Cuarto objetivo son:

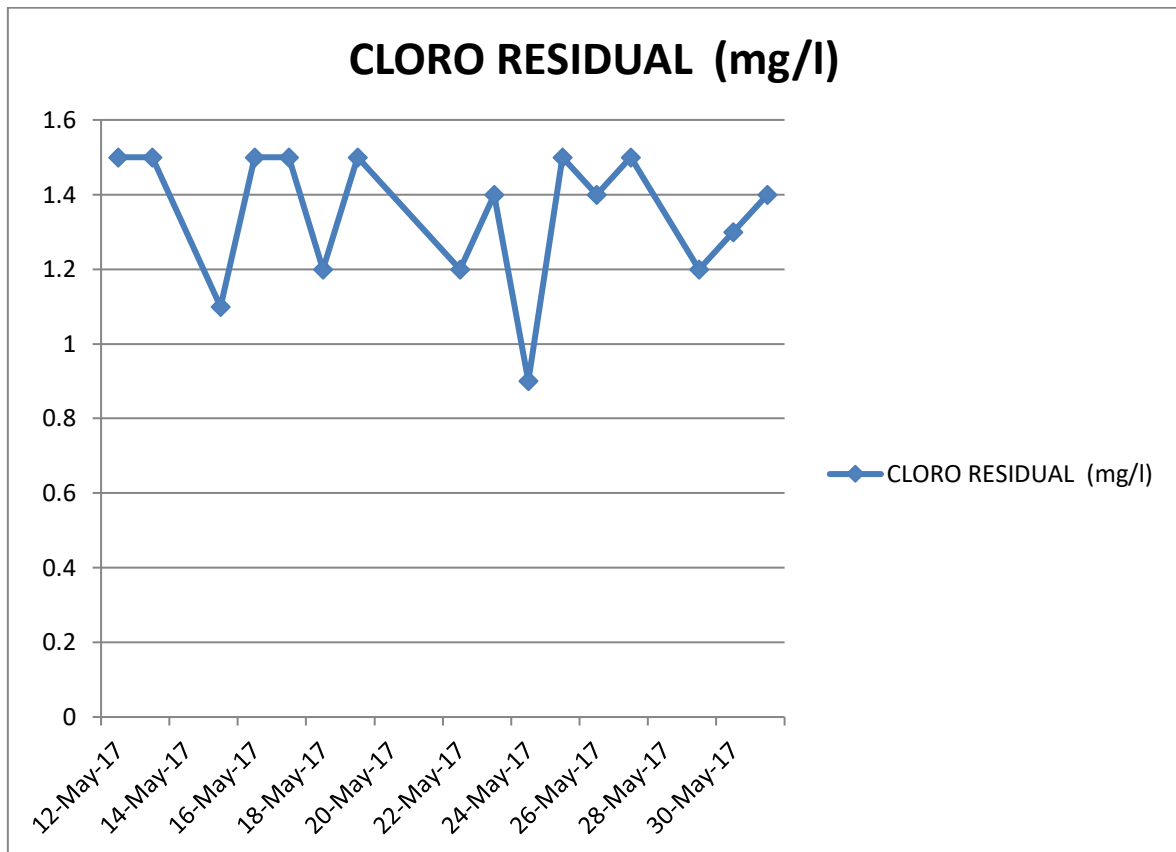
Tabla 6: ANÁLISIS DE AGUA TRATADA (CLORO RESIDUAL)

<i>FORMATO N°2</i>
<i>PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA</i>

<i>MES</i>	<i>Mayo</i>	<i>AÑO</i>	<i>2017</i>
------------	-------------	------------	-------------

DÍA	ANÁLISIS DEL AGUA	
	CLORO RESIDUAL (ppm)	TURBIEDAD DE A/T (NTU)
<i>12-may-17</i>	<i>1,5</i>	<i>0,47</i>
<i>13-may-17</i>	<i>1,5</i>	<i>0,35</i>
<i>15-may-17</i>	<i>1,1</i>	<i>0,44</i>
<i>16-may-17</i>	<i>1,5</i>	<i>0,46</i>
<i>17-may-17</i>	<i>1,5</i>	<i>0,93</i>
<i>18-may-17</i>	<i>1,2</i>	<i>0,45</i>
<i>19-may-17</i>	<i>1,5</i>	<i>0,44</i>
<i>22-may-17</i>	<i>1,2</i>	<i>0,51</i>
<i>23-may-17</i>	<i>1,4</i>	<i>0,63</i>
<i>24-may-17</i>	<i>0,9</i>	<i>0,51</i>
<i>25-may-17</i>	<i>1,5</i>	<i>0,49</i>
<i>26-may-17</i>	<i>1,4</i>	<i>0,61</i>
<i>27-may-17</i>	<i>1,5</i>	<i>0,5</i>
<i>29-may-17</i>	<i>1,2</i>	<i>0,62</i>
<i>30-may-17</i>	<i>1,3</i>	<i>0,5</i>
<i>31-may-17</i>	<i>1,4</i>	<i>0,71</i>

Ilustración 6: Curva de Cloro residual libre (MAYO)



Este grafico nos muestra la curva de cobre residual la cual fue realizada en los meses de mayo del 2017 obteniendo un valor promedio por mes de 0,9mg/l, el cual está por debajo de los estándares de calidad de agua.

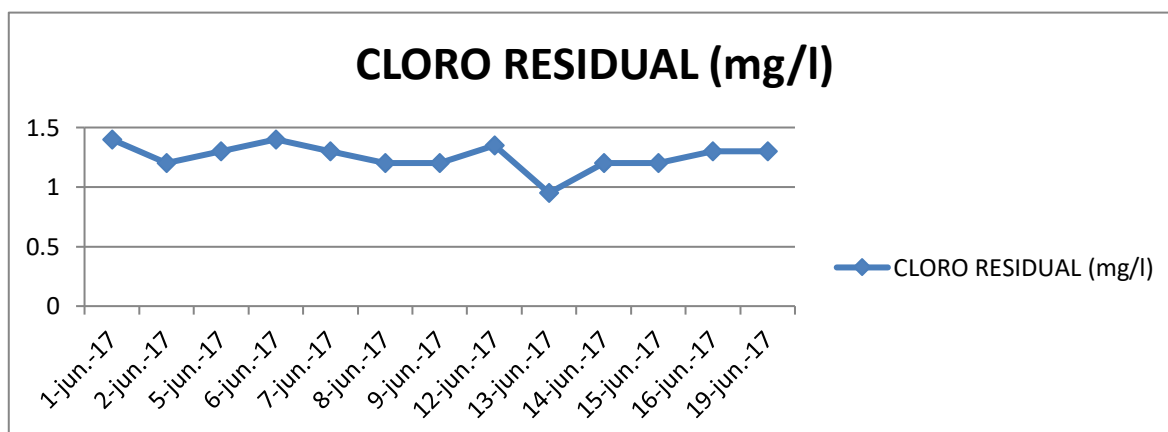
Tabla 7 : ANÁLISIS DEL AGUA TRATADA (CLORO RESIDUAL)

<i>FORMATO N°2</i>	
<i>PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA</i>	

<i>MES</i>	<i>JUNIO</i>	<i>AÑO</i>	<i>2017</i>
------------	--------------	------------	-------------

<i>DÍA</i>	<i>ANÁLISIS DEL AGUA TRATADA</i>	
	<i>CLORO RESIDUAL (ppm)</i>	<i>TURBIEDAD DE A/T (UNT)</i>
<i>1-jun.-17</i>	<i>1,4</i>	<i>0,53</i>
<i>2-jun.-17</i>	<i>1,2</i>	<i>0,52</i>
<i>5-jun.-17</i>	<i>1,3</i>	<i>0,49</i>
<i>6-jun.-17</i>	<i>1,4</i>	<i>0,53</i>
<i>7-jun.-17</i>	<i>1,3</i>	<i>0,63</i>
<i>8-jun.-17</i>	<i>1,2</i>	<i>0,47</i>
<i>9-jun.-17</i>	<i>1,2</i>	<i>0,43</i>
<i>12-jun.-17</i>	<i>1,35</i>	<i>0,37</i>
<i>13-jun.-17</i>	<i>0,95</i>	<i>0,72</i>
<i>14-jun.-17</i>	<i>1,2</i>	<i>0,57</i>
<i>15-jun.-17</i>	<i>1,2</i>	<i>0,66</i>
<i>16-jun.-17</i>	<i>1,3</i>	<i>0,68</i>
<i>19-jun.-17</i>	<i>1,3</i>	<i>0,67</i>

Ilustración 7: Curva de Cloro residual libre (JUNIO)



Este grafico nos muestra la curva de cloro residual la cual fue realizada en el mes de junio del 2017 obteniendo un valor promedio de 0,95mg/l el cual están por debajo de los estándares de calidad de agua.

Entonces se presentan la resolución del Quinto objetivo: Determinar los resultados los parámetros de Aluminio y Cobre Residual para mejorar los procesos de tratamiento de agua potable basándome en el reglamento de calidad de agua.

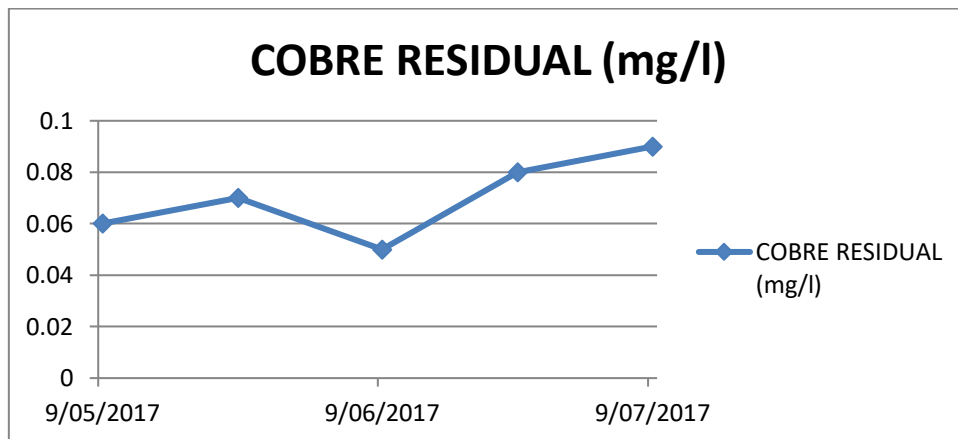
Los resultados obtenidos del Cuarto objetivo son:

Tabla 8: ANÁLISIS QUÍMICO DEL AGUA TRATADA

FORMATON°3	
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA	

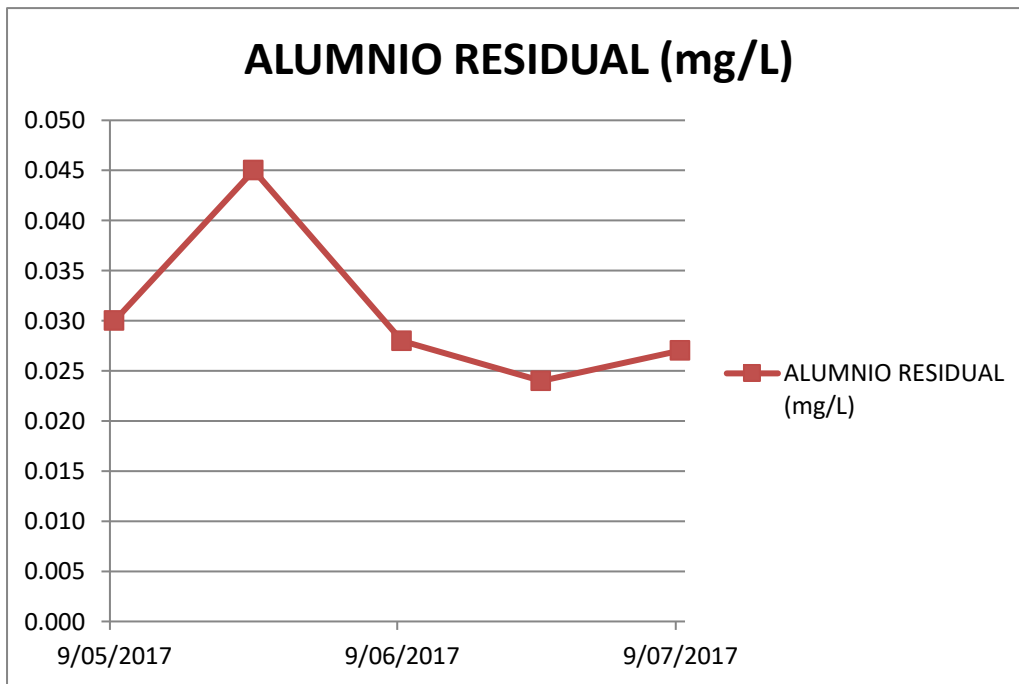
DÍA	ANÁLISIS QUÍMICO DEL AGUA TRATADA	
	COBRE RESIDUAL (mg/l)	ALUMNIO RESIDUAL (mg/L)
09/05/2017	0,06	0,030
24/05/2017	0,07	0,045
09/06/2017	0,05	0,028
24/06/2017	0,08	0,024
09/07/2017	0,09	0,027

Ilustración 8: Curva de Cobre Residual



Este grafico nos muestra la curva de cobre residual la cual fue realizada en los meses de mayo, junio y julio del 2017 obteniendo un valor promedio por mes de 0,06mg/l, 0,05mg/l y 0,09mg/l los cuales están por debajo de los estándares de calidad de agua.

Ilustración 9: Curva de Aluminio Residual



Este gráfico nos muestra la curva de aluminio residual la cual fue realizada en los meses de mayo, junio y julio del 2017 obteniendo un valor promedio por mes de 0,030mg/l, 0,028mg/l y 0,027mg/l los cuales están por debajo de los estándares de calidad de agua.

IV. DISCUSIÓN

Realizando la determinación de los datos obtenidos del laboratorio la dosis óptima obtenida de Policloruro de Aluminio es de 9,2 ppm o mg/l y la dosis óptima obtenida de sulfato de cobre fue de 1,3 ppm o mg/l. De acuerdo a los valores obtenidos en las pruebas realizadas en el laboratorio para determinar la dosis óptima de los químicos en tratamiento para poder así mejorar los procesos de tratamiento y que eso conlleve a brindar un agua de calidad.

Las pruebas se realizaron 2 meses seguidos los meses de mayo y junio del 2017 se realizaban los monitorios cada 2 horas en cada punto para monitorear el nivel de turbiedad de agua cruda , las turbiedades obtenidas en el agua cruda fueron la siguientes: la turbiedad máxima es de 645 UNT y la turbiedad mínima es de 70,6 UNT, los valores obtenidos en el pre – post lavado de filtros se observó que la turbiedad no disminuía y eso con llevaba a que esas unidades se le hagan, mantenimiento completo diario y eso afectaba la producción del agua ; por lo que se instaló la tasa declinante para poder tener un tiempo específico para el lavado de cada filtro (5 filtros rápidos) con la instalación de la tasa declinante en el proceso de filtración se lo logro observar que la turbiedad de Post – lavado disminuía satisfactoriamente con respecto al Pre – lavado eso llevaría que el proceso de filtración mejore y se turbiedad en cisterna de agua filtrada antes de la instalación de la tasa declinante se obtenía turbiedades elevadas que oscilaban entre 0,90 – 1,10 UNT, des pues de la instalación se observó un cambio rotundo en la turbiedades en la cisterna de agua filtrada oscilaban entre 0,37 – 0,62 UNT.

Las pruebas realizadas en el laboratorio para la obtención de aluminio y cobre residual se utilizó un espectrofotómetro en el cual se realizaron 5 pruebas en los meses de mayo, junio y julio cada 15 días de cada mes obteniendo así valores entre 0,0030mg/l de aluminio residual que observo que está por debajo de los límites máximos permisibles y 0,06mg/l de cobre residual que se observó que estaba por debajo de los límites máximos permisibles dados por los organismos reguladores.

Las pruebas realizadas en el laboratorio para la obtención de la dosis de cloro libre residual se utilizó un comparador de cloro residual libre en el cual se realizaron monitoreos cada 2 horas en el mes de junio obteniendo así valores entre 1,2mg/l y se observó que está por debajo de los límites máximos permisibles dados por los organismos reguladores.

De acuerdo a investigaciones de autores la determinación de las dosis óptimas tanto de Policloruro de aluminio como de Sulfato de cobre es de suma importancia obtener una dosis óptima ya que eso con llevaría a que el aluminio residual que es un metal pesado y si se aplica más de lo debido es perjudicial en la personas que consumen el agua los cuales en su mayoría son niños y adultos mayores por lo que es necesario tener en cuenta la dosis óptima ,el cobre residual que es un metal comparativamente pesado y si se aplica más de lo debido es perjudicial en la personas causándoles diarreas, vómitos ,dolor de cabeza y etc. Y al consumir el agua los cuales en su mayoría son niños y adultos mayores por lo que es necesario tener en cuenta la dosis óptima.

V. CONCLUSIONES

- ✓ Por lo tanto, se concluyó que la dosis optima de sulfato de cobre es de 1,3 mg/l o ppm

- ✓ Por lo tanto, se concluyó que la dosis optima de Policloruro de Aluminio es de 9,2 mg/l o ppm

- ✓ Por lo tanto, se concluyó mediante la instalación de una tasa declinante el lavado de filtros mejoro eso conlleva a que la calidad en el agua filtrada en post lavado sea mejor que en pre lavado

- ✓ Por lo tanto, se concluyó que la dosis de cloro gas está dentro de los límites máximos permisibles

- ✓ Por lo tanto, se concluyó que los parámetros de Aluminio y Cobre encontrados en el agua tratada fueron los óptimos los cuales estaban dentro de los limites máximo permisibles.

VI. RECOMENDACIONES

- ✓ Es necesario que adquieran un Equipo de test de jarras para determinar la dosis óptima de los coagulantes y alguicidas para mejorar los procesos de tratamiento de agua potable ya q se llevaría a que se brinde un agua de calidad.

- ✓ Es de mucha importancia realizar cada 15 días los análisis físico químicos como (cobre, aluminio, cloruros, sulfatos, dureza, etc.) para así tener un control de cómo está el producto final el cual es enviado a todo el campus universitario, colegio carlota ramos de Santolaya, Idepunp, estunp y hospital universitario.

- ✓ Es necesario utilizar un nuevo método para contabilizar las algas mediante una red de fitoplancton para poder así mejorar la lectura de algas en cada proceso.

- ✓ Se sugiere controlar la concentración del coagulante – floculante, ya que el Policloruro de aluminio reacciona satisfactoriamente con turbiedades altas y pH básicos, cuando se tratan turbiedad bajas puede ocurrir una sobredosificación y generar problemas en el proceso.

REFERENCIAS

1. **RESTREPO OSORNO, Hernan Alonso.** *Evaluacion del proceso de coagulacion - floculacion de una planta de tratamiento de agua potable.* Universidad Nacional de Colombia. Medellin : s.n., 2009.
2. **INEI.** www.inei.gov.pe. *Formas de acceso al agua y saneamiento básico.* [En línea] 2018. https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_agua_y_saneamiento.pdf.
3. **OPS.** paho.org. [En línea] 04 de NOVIEMBRE de 2011. <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2012/AyS-PUB-WEB-20111104>.
4. **UNESCO.** unclearn.org. *Agua subterráneas y cambio climático. Pequeños estados insulares en desarrollo.* [En línea] 2015. <https://www.unclearn.org/wp-content/uploads/library/aguasesp.pdf>.
5. **GUERRA SANCHEZ, Juan Antonio.** Gestipolis. [En línea] 24 de Junio de 2015. <http://www.gestipolis.com/concepto-de-optimizacion-de-recursos/>.
6. **CASTRILLON BEDOYA, Daniela y GIRALDO, Maria de los Angeles.** *Determinacion de las dosis optimas de coagulante sulfato de aluminio granulado tipo B en funcion de la turbiedad y el color para la potabilizacion del agua en la planta de tratamiento de villa santana, Colombia.* Universidad Tecnologica de Pereira. Pereira : s.n., 2012.
7. **ALVAREZ MORALES, Jose.** *Optimizacion de sistemas de agua potable comunitarios; propuesta tecnica.* Universidad de Turabo. Gurabo : s.n., 2008.
8. **BERMEO, Danilo y SALAZAR, Fernando.** *Optimizacion de la planta de tratamiento de aguas residuales industriales de una empresa textil.* Universidad Politecnica Salesiana . Guayaquil : s.n., 2013.
9. **CABALLERO CABRAL, Diego Andres.** *Manual para la evaluacion y diagnostico de plantas de tratamiento de filtrado rapido en la zona rural de Colombia.* Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga : s.n., 2011.
10. **CALLE IDROVO, Leonardo Daniel y ZAMBRANO TORRES, Cesar Alfredo.** *Optimizacion del proceso de floculacion y coagulacion de la planta potabilizadora de la junta de agua potable de bayas.* Universidad de Cuenca. Cuenca : s.n., 2015.
11. **CHAVEZ AGUILA, Fernando Javier.** *Simulacion y optimizacion de un sistema de alcantarillado urbano.* Pontificia Universidad Catolica del Peru. Lima : s.n., 2006.
12. **GUEVARA SANCHEZ, Elvish Heyman.** *Operaciones y procesos unitarios.* Universidad Nacional de San Martin. Moyobamba : s.n., 2011.

13. **SANCHEZ GAMBA, Sandra y PEÑA BERNAL, Maria Paula.** *Propuesta para el mejoramiento de la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Bituima, Cundinamarca, Colombia.* Universidad de la Salle. Bogota : s.n., 2011.
14. **MONTALVO LUCERO, Angela Paola.** *Manual de operacion para la planta de tratamiento de agua potable de la EPMAPA - TULCAN.* Universidad Central del Ecuador. Quito : s.n., 2013.
15. **HEINONEN, Pekka y LOPEZ, Sannimaria Pisto.** *Optimization of chemical water treatment process for Kammennleml, Polso and Kauppi water treatment plants.* Tampere Polytechnic. Tampere : s.n., 2007.
16. **PIZZI, Nicholas.** *Water Treatment.* [ed.] Melissa VALENTINE y Cheryl ARMSTRONG. Cuarta. Denver : s.n., 2010. pág. 479. ISBN 10: 1 - 58321 - 777 - 0.
17. **PEREZ FERNANDEZ DE VELASCO, Jose Antonio.** *Gestion por procesos, como y utilizar ISO 9001:2000 para mejorar la gestion de la organizacion.* Tercera. Madrid : ESIC, 2004. pág. 310. ISBN 84 - 7356 - 389 - 1.
18. **MALDONADO YACTAYO, Victor.** *Filtracion.* [ed.] Lidia DE VARGAS. Lima : s.n., 2004. págs. 83 - 151.
19. **CAMINATI BRICEÑO, Alessandra Maria y CAQUI FEBRE , Rocio Catherine.** *Analisis y diseño de sistemas de tratamiento de agua para consumo humano en la Universidad de Piura.* Piura : s.n., 2013.
20. **FREIRE ESPIN, Pablo Andres.** *Analisis y evaluacion de un sistema de tratamiento de aguas residuales para la empresa TEIMSA - AMBATO.* Riobamba : s.n., 2012.
21. **Valencia, Jorge Arboleda.** *Teoria y Practica de la Purificacion del Agua - Tomo1.* [ed.] Rodrigo Pertuz Molina. Tercera. Santa fe : NOMOS S.A, 2000. pág. 362. ISBN 958 - 41 - 0013 - 0.
22. —. *Teoria y Practica de la Purificacion del Agua - Tomo 2.* [ed.] Rodrigo Pertuz Molina. Tercera. Santa Fe : NOMOS S.A, 2000. pág. 793. ISBN 958 - 41 - 0014 - 9.
23. **BARAJAS GARZÓN, Claudia Lorena y LEÓN LUQUE, Andrea Juliana.** *Determinación de la dosis óptima de sulfato de aluminio (Al₂(SO₄)₃ 18H₂O) en el proceso de coagulación - floculación para el tratamiento de agua potable por medio del uso de una red neuronal artificial.* Universidad Santo Tomás. Bogota : s.n., 2015. pág. 102.

ANEXOS

Ilustración 10: PROCESO DE PRE – TRATAMIENTO.

Aquí se realiza el proceso de pre tratamiento el cual el agua cruda extraída del canal Biaggio Arbulu es llevada mediante una caseta de bombas las cuales tienen la presión suficiente para llevar el agua a este reservorio que tiene una capacidad de 1100 metros cúbicos. Aquí también se realiza la dosificación del sulfato de cobre mediante boyas, es un método empírico el cual no es muy efectivo.



RESERVORIO DE AGUA CRUDA

Ilustración 11: PROCESO DE COAGULACIÓN – FLOCULACIÓN

En este proceso de coagulación – floculación anterior se realiza el proceso de mezcla rápida donde se mezcla el agua con los químicos de tratamiento en el cual en este proceso tenemos 3 floculadores de flujo laminar el cual eso se encarga de que la velocidad de recorrido del agua ya mezclada con los químicos de tratamiento se obtiene los coágulos llamados floc.



Ilustración 12: PROCESO DE FILTRACIÓN

(2) (3) (4) Este proceso es el más importante en toda planta de tratamiento de agua. En la P.T.A.P – UNP contamos con 5 filtros rápidos los cuales nos brindan un agua dentro de los parámetros óptimos de turbiedad. Estos filtros ya mencionados anteriormente tiene un tiempo definido de lavado el cual no lo cumplen los operadores por lo que ocasiona que los filtros seguidamente se obstruyan y esto ocasionan turbiedades fuera de los límites máximo permisibles expuestos por los organismos reguladores como el ANA, SUNASS.



FILTROS RÁPIDOS

Ilustración 13: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE – UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

La Universidad Nacional de Piura cuenta con su propio Sistema de tratamiento y abastecimiento de agua potable dentro de su campus, el cual viene operando y dando su servicio a un promedio de 20000 alumnos, administrativos, estudiantes del colegio “Carlota Ramos de Santolaya, Idepunp, Escuela Tecnológica y Hospital Universitario, a partir de Enero del año (2015). Los procesos unitarios con los que cuenta la planta de tratamiento de agua potable son (mezcla rápida, coagulación – floculación, sedimentación, filtración y desinfección.



P.T.A.P - UNP

Tabla 11: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS (ANÁLISIS FÍSICO DE AGUA FILTRADA)

<i>FORMATO N°3</i>			
<i>PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA</i>			
<i>MES</i>		<i>AÑO</i>	
<i>DÍA</i>	<i>HORA</i>	<i>LAVADO DE FILTROS</i>	<i>TURBIEDADES (UNT)</i>
		<i>FILTRACION PRE- LAVADO</i>	
		<i>FILTRACION POST – LAVADO</i>	
		<i>FILTRACION PRE- LAVADO</i>	
		<i>FILTRACION POST – LAVADO</i>	
		<i>FILTRACION PRE- LAVADO</i>	
		<i>FILTRACION POST – LAVADO</i>	
		<i>FILTRACION PRE- LAVADO</i>	
		<i>FILTRACION POST – LAVADO</i>	
		<i>FILTRACION PRE- LAVADO</i>	
		<i>FILTRACION POST – LAVADO</i>	
		<i>FILTRACION PRE- LAVADO</i>	
		<i>FILTRACION POST – LAVADO</i>	
		<i>FILTRACION PRE- LAVADO</i>	
		<i>FILTRACION POST – LAVADO</i>	
		<i>FILTRACION PRE- LAVADO</i>	
		<i>FILTRACION POST – LAVADO</i>	
		<i>FILTRACION PRE- LAVADO</i>	
		<i>FILTRACION POST – LAVADO</i>	
		<i>FILTRACION PRE- LAVADO</i>	
		<i>FILTRACION POST – LAVADO</i>	

ELABORACION PROPIA DEL INVESTIGADOR

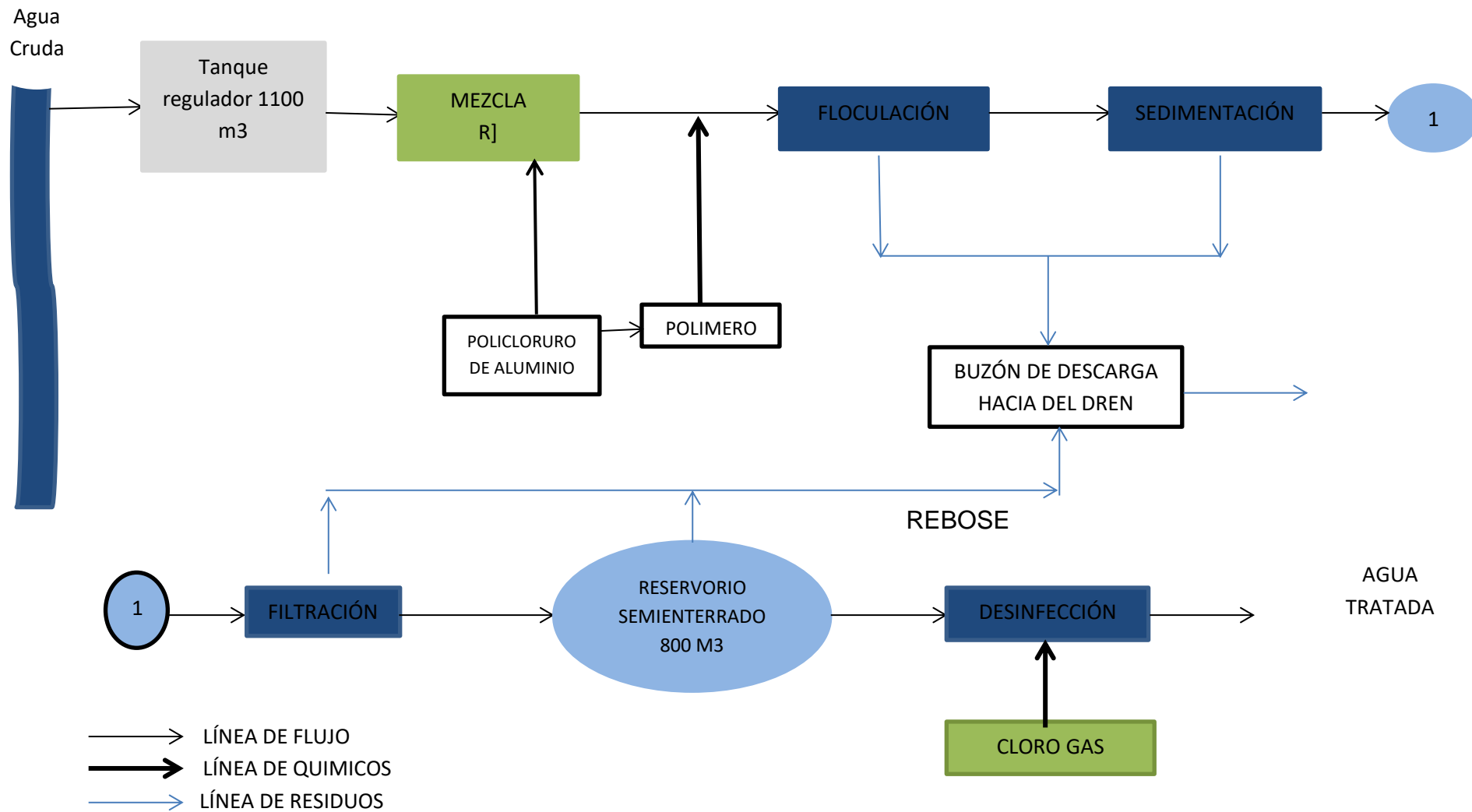
Tabla 14: LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE CALIDAD ORGANOLÉPTICA

ANEXO II		
LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE CALIDAD ORGANOLÉPTICA		
Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Olor	---	Aceptable
2. Sabor	---	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
6. Conductividad (25°C)	µmho/cm	1 500
7. Sólidos totales disueltos	mg L ⁻¹	1 000
8. Cloruros	mg Cl ⁻ L ⁻¹	250
9. Sulfatos	mg SO ₄ ²⁻ L ⁻¹	250
10. Dureza total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500
11. Amoníaco	mg N L ⁻¹	1,5
12. Hierro	mg Fe L ⁻¹	0,3
13. Manganeso	mg Mn L ⁻¹	0,4
14. Aluminio	mg Al L ⁻¹	0,2
15. Cobre	mg Cu L ⁻¹	2,0
16. Zinc	mg Zn L ⁻¹	3,0
17. Sodio	mg Na L ⁻¹	200

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

FUENTE: Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA

Ilustración 14: DIAGRAMA DE FLUJO DE LOS PROCESOS DE TRATAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA



DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

Captación

El tratamiento se inicia con la captación en el canal BIAGGIO ARBULU cuya fuente es la represa de Poechos

Pre – Tratamiento

Se realiza la dosificación del alguicida (Sulfato de cobre) siendo aplicado en 4 boyas que se encuentran en un Tanque Regulador que tiene de capacidad 1100 m³

Mezcla Rápida

Aquí se realiza el fenómeno resalto hidráulico en el cual se produce la mezcla del agua cruda con los químicos en tratamiento (Policloruro de Aluminio).

Floculación

En este proceso lo sedimento que trae el agua cruda se adhieren en forma de esferas denominadas floc.

Sedimentación

En este proceso sedimentan los flocs formados en el proceso anterior. Existen 2 sedimentadores.

Filtración

En este proceso a través de grava y un lecho de arena simple los sedimentos residuales se retienen del proceso anterior. Existen 5 filtros rápidos de flujo descendente, contamos con una cisterna de agua filtrada con capacidad de 800m³

Desinfección

Al momento de la distribución de agua hacia el campus universitario se aplica cloro gas para su desinfección y es así como se obtiene el agua potable.

Ilustración 15: DIAGRAMA DE FLUJO DE UTILIZACIÓN DEL SULFATO DE COBRE

