



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“Implementación de la mejora continua para reducir los sólidos
totales en los efluentes generados por la empresa PROMASA,
Chimbote, 2021”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Industrial

AUTORES:

Espínola Carrión, Julio Cesar (ORCID:0000-0002-3922-2554)

Silva Campos, Diego Segundo Alberto (ORCID: 0000-0002-6700-0940)

ASESORA:

Ms. Quiliche Castellares, Ruth Margarita (ORCID:0000-0002-5436-2539)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión empresarial y producción.

CHIMBOTE – PERÚ

2021

Dedicatoria

A Dios, por permitirnos culminar nuestros estudios superiores iluminándonos y guiándonos en cada momento para seguir por el camino correcto y así lograr alcanzar nuestras metas.

A nuestros padres, quienes se esfuerzan a diario y nos brindan incondicionalmente su apoyo moral y económico.

A nuestros hermanos, que son parte importante en nuestras vidas y por ayudarnos de alguna manera a seguir adelante durante nuestra vida universitaria.

A nuestros amigos y todas aquellas personas especiales, que en algún momento nos aconsejaron, estuvieron a nuestro lado en los días buenos y malos dándonos fuerzas y alegrías necesarias para seguir adelante.

Agradecimiento

A Dios, por guiar nuestros pasos y estar a nuestro lado ayudándonos a cumplir nuestros objetivos ya que sin el nada sería posible.

A nuestros Padres, por hacer un esfuerzo en apoyarnos en toda la etapa de nuestras vidas.

A la Universidad César Vallejo, por darnos la oportunidad de pertenecer a esta casa de estudios.

A los docentes de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial, por compartir sus enseñanzas durante nuestra vida universitaria.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I.INTRODUCCIÓN	1
II.MARCO TEÓRICO.....	5
III.METODOLOGÍA.....	14
3.1.Tipo y diseño de investigación	14
3.2.Variables y operacionalización.....	14
3.3.Población, muestra y muestreo.....	14
3.4.Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	15
3.5.Procedimientos	17
3.6.Método de análisis de datos	18
3.7.Aspectos éticos	19
IV.RESULTADOS.....	20
V.DISCUSIÓN	45
VI.CONCLUSIONES	49
VII.RECOMENDACIONES	50
REFERENCIAS	51
ANEXOS	59

Índice de tablas

Tabla 1. Técnicas e instrumentos para recolección de datos.....	16
Tabla 2. Procedimiento de investigación.....	17
Tabla 3. Método de análisis de datos.....	18
Tabla 4. Rango permitido de materia contaminante.....	28
Tabla 5. Plan de capacitación del personal.....	29
Tabla 6. Personal del plan de capacitación.....	30
Tabla 7. Costo de capacitación al personal.....	31
Tabla 8. Plan de mantenimiento preventivo de las máquinas en PROMASA.....	97
Tabla 9. Descripción del mantenimiento preventivo de las máquinas.....	99
Tabla 10. Parámetros que caracterizan el efluente residual.....	33
Tabla 11. Datos para el diseño de la celda de flotación.....	101
Tabla 12. Dimensiones para la tolva de sólidos flotados, compartimiento para efluentes clarificados y placa barrelodo.....	101
Tabla 13. Datos para el diseño del tanque de saturación.....	101
Tabla 14. Especificaciones del soporte y de los accesorios.....	101
Tabla 15. Check list de procedimientos operacionales de la distribución de coagulante y floculante.....	35
Tabla 17. Óptima dosificación de coagulantes y floculante.....	38
Tabla 18. Comparación de los sólidos suspendidos totales.....	41
Tabla 19. Análisis estadísticamente de la reducción de sólidos.....	42
Tabla 20. Comparación de los sólidos suspendidos totales.....	43
Tabla 21. Análisis estadísticamente de la reducción de sólidos.....	44

Índice de figuras

Figura 1. Diagrama de equipos.	22
Figura 2. Diagrama de operaciones de proceso.....	23
Figura 3. Diagrama de operaciones del sistema por aire disuelto.....	25
Figura 4. Nivel de sólidos suspendidos totales en el 2020.....	26
Figura 5. Nivel de aceites y grasas en el 2020.....	27
Figura 6. Diseño final del sistema DAF para la problemática estudiada.	34
Figura 7. Diagrama de proceso del tratamiento de efluentes después de la implementación de la mejora continua en el DAF químico.....	37
Figura 8. Nivel de sólidos suspendidos totales en el 2021.....	39

Resumen

La investigación tuvo como objetivo general Aplicar la mejora continua del sistema de flotación por aire disuelto para reducir los sólidos totales en los efluentes generados por la empresa PROMASA, tuvo un diseño pre experimental, aplicada y cuantitativa la población y la muestra fueron igual y estuvieron conformados por todos los efluentes generados en PROMASA. Se halló que las causas principales que generan la presencia de sólidos suspendidos totales en los efluentes son una pésima verificación de aumento de coagulante y floculante, falta de mantenimiento, poca capacitación, etc. Se determinó que los niveles de sólidos totales y de aceites y grasas se hallan sobre el límite de control superior, es decir menor a 700 mg/L y 350 mg/L respectivamente. Asimismo, se realizó el manual de operaciones para la celda química, obteniéndose un 100% de cumplimiento en la planificación de las capacitaciones, referente al check list de procedimientos operacionales del reparto de coagulante y floculante se consiguió un porcentaje de cumplimiento de 82.54%. Se determinó la validación de la hipótesis alternativa, el cual fue que la implementación de la mejora continua en el sistema de flotación por aire disuelto, reduce los sólidos totales en los efluentes generados por la empresa PROMASA.

Palabras clave: Aceites, efluentes, mejora continua, sólidos totales.

Abstract

The general objective of the research was to apply the continuous improvement of the dissolved air flotation system to reduce the total solids in the effluents generated by the company PROMASA, it had a pre-experimental, applied and quantitative design, the population and the sample were the same and were made up for all the effluents generated in PROMASA. It was found that the main causes that generate the presence of total suspended solids in the effluents are a poor verification of the increase in coagulant and flocculant, lack of maintenance, little training, etc. It was determined that the levels of total solids and of oils and fats are above the upper control limit, that is, less than 700 mg/L and 350 mg/L, respectively. Likewise, the operations manual for the chemical cell was carried out, obtaining 100% compliance in the training planning, referring to the check list of operational procedures for the distribution of coagulant and flocculant, a compliance percentage of 82.54% was achieved. The validation of the alternative hypothesis was determined, which was that the implementation of continuous improvement in the dissolved air flotation system reduces the total solids in the effluents generated by the PROMASA company.

Keywords: Oils, effluents, continuous improvement, total solids.

I. INTRODUCCIÓN

En este estudio con título “Implementación de la mejora continua para reducir los sólidos totales en los efluentes generados por la empresa PROMASA, 2020”, se propuso con la finalidad de minimizar todos los problemas existentes en la empresa PROMASA implementando un sistema de flotación por aire siendo la importancia de esta investigación el de explicar a través de la implementación de la mejora continua en el sistema de flotación por aire se tuvo una reducción de manera significativa de los sólidos totales en los efluentes, esa reducción trajo consigo grandes beneficios en el impacto ambiental, debido al cumplimiento de las exigencias pedidas por las normas reguladoras de los efluentes, logrando estar acorde a los límites permisibles de los efluentes.

Para reducir el impacto negativo que produce los elevados niveles de parámetros críticos como sólidos suspendidos totales, el potencial hidrogeno y los aceites y grasas, con el fin de emplear un programa indispensable de asimilación y manejo ambiental para proteger al mar de los traspasos de efluentes que dejan las industrias.

Para ello, es importante la aplicación de un sistema de flotación por aire disuelto (DAF) para disminuir los efectos negativos en el medio ambiente, tal y como sucede en PROMASA, quien gracias a este sistema logró reducir los sólidos totales en los desechos ocasionados durante el desarrollo de producción de harina de pescado.

Actualmente, todos los países generan en sus plantas industriales altos niveles de contaminación que afectan el planeta, como por ejemplo la contaminación del suelo, aire y agua. Ello se podría eludir si los programas ambientales funcionaran en su totalidad con la finalidad de evitar daños irreparables en el planeta; es por ello que una empresa competitiva debe hallar la manera de mejorar sus procesos, implementando una cultura de calidad y sobre todo lo que produce minorice la contaminación que ya existe. (gallego, 2006).

A nivel mundial, el rendimiento pesquero logró un máximo aproximado de 171 millones de toneladas en 2016, lo que incluye la reducción para la preparación de harina y aceite de pescado. (FAO, 2018, p.8). Por tal motivo la unión europea se enfrentó a este reto pues muchas de las empresas industriales se

caracterizaban por contaminar el agua desde 1975, el Consejo de la Unión Europea ha intentado establecer un marco regulatorio común para el tratamiento de efluentes industriales (Foy, 2013).

En Chimbote, la contaminación del agua y del aire proviene de las industrias de harina de pescado, lo que afecta a la bahía El Ferrol que es una de las más grandes en nuestro país, ya que se encuentra compuesto por el puerto pesquero, además es una zona productiva y la pesca es la más importante actividad en esta ciudad. Asimismo, la pesquería es realizada con una pésima tecnología como se visualiza en la mayoría de las empresas de este sector, debido a una inapropiada planificación en la gestión de los desechos, lo que resulta en la contaminación de todo el litoral, pese a que las empresas tienen conocimiento de ello, realizan poco o nada por revertir ese error. (Tafur, 2017).

En este contexto, la empresa PROMASA, actualmente se encuentra operando la planta de harina con elevado contenido proteico y aceite de pescado, con una capacidad instalada de 50 toneladas por hora de procesamiento de materia prima, acorde a la licencia de operación, otorgada por PRODUCE, mediante la resolución directoral N° 164 – 2008 – PRODUCE/DGEPP de fecha 24 de marzo del 2008, se encuentra ubicada en el Sub Lote 2 – A, Pasaje Santa Martha, Zona Industrial 27 de octubre, Distrito de Chimbote, Provincia de Santa, Departamento de Ancash (ver Anexo 7). La Planta de harina de Pescado con Elevado Contenido Proteínico, empezó sus actividades en abril del año 2008. Además, la empresa al mismo tiempo que realiza las actividades concernientes a la harina de pescado instaló una planta de tratamiento de efluentes para que pueda mitigar los desechos que produce diariamente, también cuenta con un programa de adaptación y manejo ambiental llamado PAMA.

Este programa que se estableció por la empresa PROMASA por coacción de APROFERROL con el objetivo de que los desechos que proceden de esta planta sean esparcidos al mar dentro de los límites máximos permisibles (LMP) de esta manera no ocasionarán efectos negativos en la bahía. Al inicio de este proceso todo transcurría con normalidad, pero a causa de la pésima gestión y falta de supervisión, hicieron que con el tiempo fueran vertiendo hacia el mar cantidades que no eran controladas en los parámetros, además de falta de mantenimiento

de los equipos, actividades no ejecutadas causando daños nuevamente en el mar. El problema en el tratamiento primario resulta de inconvenientes en las tuberías ya que se llenaban de escamas, piezas metálicas y de objetos extraños, ello produjo una obstrucción, como resultado ya no se pudo bombear la cantidad restante, suscitando que la planta de tratamiento de efluentes deje de funcionar y aplazamiento en el proceso productivo de harina de pescado, puesto que si continuaba provocaría una contaminación cruzada tanto en la planta de producción como la planta de tratamiento. Otro problema es el filtro rotativo llamado trommel, debido a que la platina se quiebra con facilidad, originando la detención inesperada del proceso, puesto que no se puede girar por los polines y el trommel tampoco lo hace, todo ello es causado por una ineficiente inspección y verificación de las actividades de mantenimiento preventivo.

Por otro lado, al realizar una adición manual de químicos para tratar las aguas, estas emplean menos floculantes y coagulantes, por lo tanto ocasiona que los efluentes vayan al mar sin tener en cuenta los límites permisibles máximos, esta acción se realiza de manera repetitiva, provocando que el potencial hidrógeno (pH), grasas y aceites exceda lo implantado por el decreto supremo, causando daño de manera directa e indirecta en la empresa, todo ello es ocasionado por las malas prácticas, una pésima gestión, la aplicación de lo empírico en la ejecución de estos procesos.

Por lo tanto, todas acciones provocan que los LMP se encuentran fuera del rango establecido. Ante la problemática expuesta, se planteó la siguiente interrogante: ¿En qué medida la aplicación de la mejora continua reducirá los sólidos totales en los efluentes generados por la empresa PROMASA, Chimbote – 2020? La justificación práctica se justifica porque mejoró el rendimiento de la empresa, debido que, al aplicar la gestión de calidad, se aportó grandes beneficios tanto para la gerencia y la sociedad, logrando abreviar los cuellos de botellas, cumplir con el tiempo de entrega y facilitar a la empresa una mayor agilidad y flexibilidad.

A nivel social, la investigación contribuyó a que las diligencias dentro de la planta de tratamiento de efluentes se realicen de manera adecuada, a causa de ello la contaminación de las aguas será menor ya que se encontrará dentro de los límites máximos permisibles críticos, ello cuidará la salud a los ciudadanos que

tiene como actividad principal la pesca. A nivel medio ambiental, se logró que los efluentes vertidos al mar sean menos nocivos para el medio ambiente, puesto que se aplicó químicos que ayuden a aminorar ello. Esta empresa tiene la primera planta ecológica en la ciudad, ello ensalza los productos que fabrican, ya que se preocupan tanto en la producción como en el cuidado del planeta, todo ello genera un impacto positivo en la empresa, en la ciudadanía y en los grupos de interés. A nivel económico, este trabajo de investigación contribuyó con el desarrollo económico de la empresa debido al gran dilema que atraviesa actualmente lo cual no hay un buen manejo en los procesos productivos y no posee un examen óptimo en la utilización de recursos, no obstante, la constancia de una gestión de calidad, ayudó al buen aprovechamiento de recursos. En el aspecto laboral, la investigación logró la mejora en el ambiente laboral, puesto que evito paradas en la producción debido a la falta de prevención en los equipos utilizados. De acuerdo al planteamiento del problema se desarrolla el objetivo general Aplicar la mejora continua para reducir los sólidos totales en los efluentes generados por la empresa PROMASA, 2020.

Para poder conseguir el objetivo general, se planteó los siguientes objetivos específicos: Evaluar la situación actual del nivel de sólidos totales en los efluentes generados en los efluentes generados por la empresa PROMASA, 2020. Realizar la caracterización del aire disuelto de la empresa PROMASA, 2020. Aplicar la mejora continua como herramienta para reducir los sólidos totales en efluentes de la empresa PROMASA, 2020. Verificar los resultados obtenidos después de la aplicación de la mejora continua en el sistema de flotación por aire disuelto en los efluentes generados por la empresa PROMASA, 2020. Para esta investigación se planteó la siguiente hipótesis: La aplicación de la mejora continua reducirá los sólidos totales en los efluentes generados por la empresa PROMASA, Chimbote – 2020.

II. MARCO TEÓRICO

Para poder tener un sustento teórico y metodológico, la investigación se centró y tomó como referencias a los siguientes antecedentes, extraídos de artículos científicos y de algunas tesis internacionales, nacionales y locales.

En el artículo científico de Pimiento y Cárdenas (2021) titulado “Evaluación del tratamiento preliminar y primario para las aguas residuales del procesamiento industrial de alimentos en La Grita (Venezuela)”, los autores presentaron como objetivo general: Evaluar los tratamientos preliminares y primarios del agua residual en una industria de alimentos ubicada en Táchira (Venezuela) y presentar alternativas de mejora. En su diagnóstico inicial manifestaron que la disminución de actividades disminuyó en los últimos años debido a la situación económica del país, por ese motivo generó menos cantidad de aguas residuales y cambios en su composición, esto hizo que se alejara de las especificaciones tomadas para la elaboración del original diseño de la planta de tratamiento de agua residual ocasionando afectaciones negativas en el sistema de depuración. Por lo que los autores concluyeron que según al diagnóstico primario, se encontró que la merma en los procesos de producción repercute en el caudal y características del efluente líquido residual, que provocaron aumentos en los tiempos de retención en los tanques de bombeo y en el de igualación, presentando menores cantidades de pH en las aguas residuales, por esos motivos es indispensable adoptar medidas de mejora para modificar las coagulaciones y floculaciones en la PTAR que generarían la reducción de costos de operación y mantenimiento.

En la tesis de Mestanza (2019) titulado “Propuesta de Tratamiento de Aguas Residuales en el Centro de Beneficio María de Fátima del Distrito de la Victoria” en la ciudad de Chiclayo, Perú. Se determinó elaborar una propuesta de tratamiento de aguas residuales con la finalidad de reducir el impacto ambiental negativo, como objetivo principal. Dicho centro presentó como diagnóstico inicial que este posee un elevado consumo de agua en el proceso de faenado, falta de control en el uso de agua en la etapa de lavado uso de agua residual en el proceso y vertimiento del efluente sin antes ser tratado, también la falta de capacitación al personal en sus procesos productivos, conllevando a un negativo

impacto a nivel ambiental de -189. Posterior a la elaboración de la propuesta, el autor concluye que esta técnica es viable de modo ambiental y económica, ya que la relación de B/C fue de S/ 7, 013, valor que determina lo rentable que resulta dicha propuesta, con un lapso de 67 días de recuperación, por otro lado, también reduciría el negativo impacto ambiental en un 22, 222%.

Según Romero y Rodríguez (2019), en su tesis titulada “Propuesta de un Sistema de Duración del Agua de Bombeo utilizando el Método de Flotación con Aire Disuelto (DAF) y Floculantes para Reducir los Niveles de Contaminación en la Empresa Pesquera HAYDUK S.A. Malabrigo” presentada por la Universidad Nacional de Trujillo en Perú. Los autores presentaron como objetivo principal fue evaluar la utilización del sistema de depuración del agua de bombeo utilizando el método de flotación con aire disuelto y floculantes para reducir los niveles de contaminación del agua marina. La problemática inicial entorno ambiental que enfrenta dicha empresa es la contaminación de aguas marinas debido a innumerables efluentes que esta genera. Los autores concluyen que a través del sistema de flotación por aire disuelto se resuelve el gran problema de contaminación de las aguas ya que reduce la materia orgánica contenida y aceitosa de los efluentes que provienen del agua de bombeo.

Por otro lado, en el artículo científico de Van Rensburg, Barnard y Kruger (2019) titulado “The feasibility of wastewater recycling that includes residue from dissolved air flotation within a drinking water treatment plant: Case study of Midvaal Water Company, South Africa”, en el que presentaron como objetivo general determinar la funcionalidad y la calidad del agua de dicho sistema de reciclaje de aguas residuales. Inicialmente se hizo la recolección de muestras para análisis que determinó la calidad de dichas muestras y también fallas en cuestión a la calidad del agua final, por lo que, según lo diagnosticado, los autores concluyeron que era notorio lo eficaz que era el DAF y que no presento riesgos que perjudiquen los procesos de tratamiento y la calidad final del agua, determinando que este sistema de aguas residuales se desarrolló con éxito.

En el artículo científico de Díaz, Rivas, Fernández, Salazar y Miller (2018) titulado “Tratamiento de aguas residuales oleosas mediante flotación por aire disuelto” de la revista Tecnológica Química. Los autores presentaron como objetivo

principal disminuir la carga contaminante de las aguas oleosas originadas en el proceso de separación por gravedad. En primer lugar, se elaboró la determinación de características del agua tratada para cada sistema de tratamiento para posteriormente elaborar un estudio de la flotación por aire disuelto, concluyendo que se logró bajar la contaminación de aguas residuales de la refinería a través de la flotación por aire disuelto, también se concluye que el agua clarificada sí cumple con los requerimientos de vertimiento para los parámetros pH, suspensión de sólidos e hidrocarburos totales.

En la tesis para obtención del título de Ingeniería Química de Aguilar (2017) titulada “Diseño de un sistema de flotación por aire disuelto (FAD) para mejorar la calidad del agua residual de la industria láctea el ordeño y la Corpabe” de la Ciudad de Quito en Ecuador. Se presentó como principal objetivo diseñar un sistema de FAD, es por ello que en primera instancia se realizó una evaluación de un sistema de flotación por aire disuelto construido a nivel de laboratorio, donde se detalló la construcción del sistema, el funcionamiento del sistema para posteriormente determinar las mejores condiciones de presión de saturación, porcentaje de recirculación y dosis de coagulante del sistema de FAD por etapas. Finalmente, el autor tiene 2 importantes conclusiones donde expresó que este equipo de flotación por aire disuelto construido a escala de laboratorio es factible porque permitió obtener las condiciones adecuadas de operación necesarias para diseñar el sistema propuesto, en segunda instancia es que, a causa de la eficiencia notoria operacional del equipo, este puede utilizarse para estudios que tengan que ver con tratar efluentes con contenido alto de suspensión de sólidos y óleos.

Posteriormente, en la tesis de Quoc (2017) titulada “Future Solution for Water Treatment” de la Universidad de Ciencias aplicadas de Helsinki en Finlandia. El autor presentó como objetivo general diseñar un sistema de flotación por aire disuelto a pequeña escala y probar la eficiencia de eliminación de sólidos de la tecnología de tratamiento de aguas residuales sintéticas. Los resultados del experimento muestran que, en general, la VOxFlotation diseñada realizó de manera aceptable la eliminación de sólidos, aunque la SRE máxima alcanzada fue sólo aproximadamente del 54%. Además, el resumen del modelo de

regresión ilustra que las variables tienen influencias significativas en la eficiencia de remoción y existe una clara interacción entre dos variables; se espera que se logre una mayor eficiencia de eliminación tanto con un diámetro mayor como con una presión de aire comprimido.

En la tesis de Belleggia (2016) titulada “Análisis integral de la evolución del impacto sobre los recursos hídricos realizado por una industria faenadora de pollos” de la Universidad Nacional del Comague en Argentina. El objetivo principal de la tesis es realizar un análisis integrado de la transformación de los recursos hídricos impactados por la misma y analizar la eficiencia de las tecnologías aplicadas por la empresa para el tratamiento de efluentes. En el diagnóstico inicial se determinó que la faenadora de pollos no se encontraba dentro de los requerimientos planteados legalmente para realizar un tratamiento y disposición adecuado de sus efluentes. El autor concluye que es necesario realizar previamente una remoción de algas, ya que éstas son arrastradas como sólidos suspendidos en el efluente y generan obstrucciones en los conductos del sistema de riego.

Según la tesis de Chambi, Escobedo y Guere (2016) titulada “Diseño de una Planta de Tratamiento de Efluentes Industriales para su Disposición en el Sistema de Alcantarillado Sanitario. CASO: Empresa Láctea P&D Andina Alimentos S.A. para su Proceso UHT” de la Universidad Nacional del Callao, Perú, donde los autores manifiestan como objetivo general proponer el diseño de una planta de tratamiento de efluentes industriales para la empresa láctea del proceso UHT que permita la disposición final de las aguas tratadas cumpliendo con la normatividad vigente. Se empleó una metodología que consistió en la ubicación del punto de aforo de efluentes industriales donde se ejecutó el monitoreo de los efluentes y posteriormente determinó las características de los parámetros físicos, químicos y biológicos. Finalmente concluyen que la propuesta logrará disminuir los valores de los parámetros de dichos efluentes que superan los valores máximos admisibles según la norma vigente y de esa forma disponer el tratamiento de aguas de alcantarillado sanitario.

Siguiendo las teorías relacionadas al tema, se hablará en primera instancia de la variable independiente, donde la metodología PHVA es aquella labor habitual

determinando objetivos con la finalidad de hallar oportunidades para mejorar la organización o compañía donde se está realizando la aplicación de la mejora continua cumpliendo los requisitos exigidos por los clientes brindándoles un producto de buena calidad, empleando el análisis de datos y en base a eso, tomar acciones correctivas y en su mayoría preventivas en la compañía. Se debe decidir estrategias empresariales en base a efectos del diagnóstico realizado en primera instancia para finalmente crear coyunturas adecuadas dentro de la compañía (Gutiérrez, 2014, p. 120).

La metodología PHVA es de suma importancia para organizar e implementar proyectos objetivamente de perfeccionar la productividad y sobre todo la calidad del producto en cualquier rubro, también es de vital importancia que el comité de calidad encargado de velar la calidad dentro de la organización siempre tiene que seguir los 8 pasos para solucionar los problemas existentes. En la etapa planear se realiza un diagnóstico situacional de la empresa, con la finalidad de hallar los problemas existentes en la organización y planificar las acciones correctivas que se tomarán para mejorar dichos problemas y como primer paso se tiene que precisar y examinar cuánta importancia se le brinda a la problemática existente en la organización, esto es muy importante, ya que teniendo en claro cuál es el problema que se tiene, se podrá tomar acciones correctivas para mejorar la situación en la empresa, también es indispensable plantear el volumen de los problemas con el fin de ver qué tan frecuente ocurre en la empresa y ver los costos que estos generan (Gutiérrez, 2014, p. 121 – 123).

Como segundo paso se tiene que investigar las posibles causas del problema, para esto es necesario que se centre en las causas principales que generan el problema, para hacer posible la determinación de las causas es necesario en términos de calidad se utilizan instrumentos, tales como: el diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto y lluvia de ideas. Como tercer paso se tiene que indagar la causa principal que ocasiona el problema; para ello se utiliza la herramienta de calidad, gráfico de dispersión y gráfico de control, para poder analizar en qué parámetros o límites se encuentran estos y tener un mayor análisis de la situación y establecer un plan de mejora. Como cuarto paso se tiene que visualizar las medidas de solución para las causas que mayor

influencia tiene en los problemas; para ello es importante tomar soluciones a breve, regular y extenso plazo, el cual evitará su desarrollo más adelante (Rodríguez, 2004 p. 34).

En la etapa hacer, se tiene que considerar al quinto paso, el cual es, ejecutar las medidas de solución; en esta etapa se debe implementar todas las soluciones que se generó en el cuarto paso, y se debe realizar con la finalidad de obtener mejoras en la empresa reduciendo o eliminando todos los problemas existentes en la empresa. En la etapa verificar se tiene evaluar el cumplimiento de las soluciones que se ejecutó en la etapa hacer, con la finalidad de determinar en qué medida ha mejorado los problemas existen en la empresa, para ello se tiene que seguir el paso seis, el cual consiste en verificar el impacto de las medidas de soluciones aplicadas en la empresa, se debe de verificar la medida en que mejoró la rentabilidad de la empresa, ya que una reducción de problemas, hace que los costos minimicen y aumenten las utilidades de manera significativa, se puede emplear la técnica estadística (Evans y Lindsay, 2005 p. 98).

En la etapa actuar se tienen plantear acciones preventivas para poder minimizar los posibles problemas en un futuro, para ello se tiene que seguir el paso siete, el cual consiste en prevenir que los problemas sean más frecuentes, pese a las soluciones que se tuvo, es importante plantear nuevas acciones preventivas para minimizar el riesgo existente en la empresa. Para poder culminar la etapa actuar se tiene que seguir el paso ocho, el cual consiste en la conclusión de la aplicación de la metodología PHVA, el cual trata de archivar todos los pasos que se efectuó durante el proceso de la aplicación del ciclo de mejora continua, el cual tendrá como finalidad para evitar los posibles problemas en el futuro (Rodríguez, 2004).

Los sistemas siempre han existido desde la creación y mucho después se logró definir como sistema, como normalmente ocurre con las cosas que descubrimos, el pionero en este campo es Bertalanffy con la teoría de sistema general luego aparecieron otros más definiendo sobre esta teoría y todos concuerdan que sistema es un conjunto de parte o elementos ordenados que interactúan entre sí para lograr un objetivo, pues partiendo de esta definición en consenso se nota lo importante que son los sistemas para el logro de los objetivos (Johanses, 1993).

Se hace uso de la flotación para realizar la separación de partículas líquidas y sólidas del agua residual. Los sólidos y líquidos de menor densidad a comparación del agua flotan en ésta, por lo consecuente, superficialmente se pueden recoger. Se separan los sólidos introduciendo burbujas de O₂ en el agua, estas se fijan a las partículas sólidas suspendidas provocando que suban a la superficie, así se pueden erradicar sólidos en suspensión de mayor densidad que la del líquido. Esto facilita la flotación de líquidos de densidad menor que el agua. Las más pequeñas partículas, que por sedimentación tardarían mucho tiempo en depositarse se pueden eliminar de forma fácil por flotación (Salas, 2003).

Por tanto, la flotación cumple un papel fundamental para tratar líquidos y sólidos que tienen fines contaminantes, además este método de flotación puede darse de forma natural o por medio de aire. (Mestanza, 2019, p. 16). Este sistema DAF consiste cuando el aire se disuelve por presión de varias atmosferas, luego se procede a liberar la presión hasta el nivel atmosférico. Aquellos componentes de un sistema de flotación son: Bomba de presurización, un tanque de retención que proporciona contacto entre el aire y el líquido, una válvula reductora de presión y un tanque de flotación. (Forero, Díaz Y Blandón, 1999, p. 69).

Esta a su vez puede generar dos tipos de remoción, una directa y otra indirecta. La remoción directa son aquellos sólidos suspendidos totales, Aceites y grasas, Sólidos sedimentables. Y la remoción indirecta son aquellos como la regulación de la temperatura, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, etcétera. (Sinia, 2016, p.4). Las variables que determinan la eficiencia del sistema de flotación por medio de aire disuelto son: La presión de saturación, la razón de recirculación y el modo de inyección del agua saturada o posición de la válvula reductora de presión”. La presión de saturación ayuda en el sentido de que, si hay mayor presión de saturación, se tiene una mayor cantidad de aire disuelto en el agua y mayor dispersión en la distribución de diámetros de burbuja con aparición de turbulencia. El agua con saturación recircula por disminución de presión para pasar a la sección de tratamiento. Esta obliga al oxígeno a salir de la solución formando pequeñas burbujas sobre todos los núcleos que pueda contener el líquido. Este tratamiento es mucho más eficaz cuando se le añade

poli electrolitos orgánicos, y mejora así una floculación previa (Seoanez y Bellas, 2000).

Por otra parte, la recirculación de agua permite determinar la razón de aire/sólidos en la celda de flotación, la cual debe ser lo más alta posible; sin embargo, una recirculación excesiva puede provocar turbulencia, que destruirá los flósculos débiles afectando así la eficiencia del DAF. Por lo tanto, la optimización del DAF requiere de un estudio experimental para cada sistema en particular (Salas, 2003, p.61). La flotación por aire disuelto es un procedimiento que comúnmente se utiliza para el tratamiento primario de las aguas residuales de mataderos. Para tratar estas aguas el aire se disuelve en el agua residual bajo presión de 3-4 m³ /hora por m³ de depósito y posteriormente se transforma en micro burbujas de 50 mm a 200 mm de diámetro a presión atmosférica. Además, este sistema ayuda a la recuperación de sebos, aceites y grasas, sólidos suspendidos y la demanda bioquímica de oxígeno, por un total de un 30% a un 60% de sólidos suspendidos y de un 50% a 80% de sebos, aceites y grasas (Veall, 1993, p. 163).

Luego el líquido saturado sale por la parte inferior hacia el tanque de flotación a través de una válvula reductora de presión. Pero existen algunos sistemas de flotación que no utilizan tanques de presurización, inyectan el aire a presión en el circuito de recirculación. Funcionamiento de un sistema de Flotación por aire disuelto: Primero se vierte el agua residual en la cámara de saturación hasta los $\frac{3}{4}$ de su capacidad. Luego una vez cerradas las válvulas de entrada y salida de la cámara, Como segundo paso se activan el compresor, el cual, al aplicar aire comprimido en la cámara, permite alcanzar la presión requerida y se mantienen durante el tiempo de saturación pertinente o escogido; en el caso de que haya exceso de aire se libera por medio de una válvula instalada en la parte superior de la cámara (Wang, Fahey y Wu, 2005).

Las variables operativas que perjudican el rendimiento del DAF son: la presión de saturación, la razón y recirculación y el modo de inyección del agua saturada o posición de la válvula reductora de presión. Generalmente mientras mayor sea la presión, mayor será la cantidad de aire disuelto en el agua y por lo tanto mayor dispersión en la distribución de diámetros de burbuja con turbulencia (Salas,

2003, p. 61). Parámetros que intervienen en la eficiencia de un sistema de Flotación de Aire disuelto: El primero es la relación aire sólido (A/S), que se expresa como mg/L de aire liberado por la despresurización mg/L de sólidos en el efluente, esta se debe encontrar en un rango de 0.01 - 0.2 (Aguilar, 2014). Tener en cuenta que la presencia de contaminantes en el agua residual, va a disminuir la solubilidad del aire en agua, pudiendo estimarse que la solubilidad se encontrará entre el 60 y 80% del valor teórico. La solubilidad del aire a presión atmosférica normalmente se expresa en términos de ML aire/L de agua (Aguilar, 2014, p.25).

Además, Soledad (2009) clasifica a estos efluentes industriales por caracterizan física, químicas y biológicamente. Estos logran contaminar el medio ambiente, y estas características son: características físicas: Aspecto, Color, turbiedad, olor, sólidos totales, temperatura. Características Químicas; Materia orgánica; DBO5, demanda química de oxígeno (DQO), carbono orgánico total, nitrógeno orgánico, compuestos tóxicos orgánicos, Materia Orgánica, pH, acidez, alcalinidad, dureza, salinidad, sulfuros, compuestos orgánicos, metales pesados, gases (Aguilar, 2014, p.25).

Características biológicas: Tipos de microorganismos presentes. Para ello también es necesario describir los parámetros para medir los niveles de contaminación de estos efluentes, en especial nos centraremos en los sólidos suspendidos totales. Sólidos Totales (ST) También considerados como residuo total. Se define "como el material que queda en el recipiente después de un secado a una temperatura definida (105°C). Comprende el residuo filtrable (es decir aquella porción que atraviesa el filtro). (Ministerio de producción 2016).

Al aplicarse un programa ambiental, es importante la consideración de los impactos, pues se pueden evitar al llevarse a cabo los programas ambientales. Excluyéndose de este modo a los producidos por la naturaleza como incendios naturales, terremotos, etc. En cuanto a los indicadores de impacto ambiental, se mide de forma cuantitativa y la acción humana causa resultados positivos o negativos en el ambiente, como consecuencia se puede medir cuan dañado esta una zona de otra. (Andía, 2013 p. 209).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

En este estudio se planteó el enfoque cuantitativo, debido a los resultados obtenidos en las variables fue a través de frecuencias, valores numéricos y estadísticos, representados en tablas de frecuencias (Hernández, et al, 2017). El estudio fue de tipo aplicado, debido a que el problema central radicó en la presencia de sólidos totales en los efluentes de la empresa PROMASA, para ello, se procedió a aplicar un sistema de flotación de aire disuelto DAF para solucionar todos los problemas existentes en la empresa PROMASA (Galeno, 2004). El diseño fue de tipo Pre Experimental, ya que existió una ligera manipulación en el sistema de flotación de aire disuelto DAF (variable independiente), el cual se aplicó en el proceso productivo de la empresa PROMASA, para después determinar su efecto en cuanto al % de sólidos totales en los efluentes (variable dependiente) se empleó un pre prueba y post prueba para determinar la mejora de los sólidos en los efluentes de la empresa PROMASA (Hernández, et al, 2014).

$$G \longrightarrow O1 \text{ — } X \text{ — } O2$$

Dónde:

G = Efluentes de la empresa PROMASA

O1 = % sólidos en los efluentes iniciales (PRE PRUEBA).

X = Mejora continua (ESTÍMULO)

O2 = % sólidos totales en los efluentes finales (POST PRUEBA).

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: Mejora continua

Variable dependiente: Sólidos totales en los efluentes

La matriz de operacionalización de variables se muestra en el Anexo 3.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población: Este apartado es conocido como el conjunto del total de casos que mantienen un grupo de especificaciones similares, así mismo se centra en la

totalidad del fenómeno dado como estudio, donde estos elementos presentan características comunes que es importante para la concepción de la información del estudio (Baena, 2017). Por ello, la población en esta investigación fueron todos los efluentes generados en la producción de harina de pescado (CHI) en la empresa PROMASA.

- **Criterios de inclusión:** Se tomó como muestra los efluentes generados en la empresa PROMASA, durante el periodo de noviembre 2020 a enero 2021.
- **Criterios de exclusión:** No excluyó a las temporadas anteriores, debido a que no formaron parte del estudio en esta investigación.

Muestra: El apartado de muestra se refiere al subgrupo desligado de la población total, el mismo que alberga elementos con características comunes, que van a ser sujetos directo de la fuente de información para la investigación. (Hernández, et al, 2014). Por ello, la muestra en esta investigación fue igual que la población, debido a que se tomaron todos los procesos de la elaboración de harina de pescado en la empresa PROMASA.

Muestreo: El muestreo fue no probabilístico por conveniencia, puesto que todos los elementos de la muestra mantienen la misma opción de ser elegidas al recojo de información, por medio de la ejecución aleatoria (Hernández et. al, 2014).

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En toda investigación siempre se emplea técnicas para hacer posible la recolección de datos, una técnica es un conjunto de procesos que se ejecutan con la finalidad de obtener la información deseada en un determinado lugar o espacio (Hernández, et al, 2017). Mediante el análisis de datos se logró inspeccionar, el estado situacional como se encuentra la empresa (Zapata, 2014 p. 99). La técnica de verificación de datos fue para determinar el estado en el que se encontraba la empresa (Del mar, 2015 p. 120). El análisis de resultados permitió analizar todos los resultados de las herramientas empleadas en esta investigación (Walpole, 2018 p. 52). El análisis documental

permitió tomar datos necesarios de la empresa respecto a los indicadores iniciales de las variables (Peña, 2016 p. 62).

Los instrumentos de recolección de datos, son aquellos que permiten recepcionar toda la información obtenida por las técnicas, pueden ser formularios, registros, validados o de elaboración propia (Galeno, 2004). Uno de los instrumentos fue el diagrama de actividades, el cual fue una herramienta para modelar el proceso productivo (Terrazas, 2015 p. 23). Mediante el formato de diagrama de Pareto se logró reconocer las causas principales que existen en producción en especial en la empresa PROMASA (Acuña, 2015 p. 20). El formato de medición de sólidos totales en los efluentes permitió hallar obtener de manera rápida y eficiente los datos del área (Martínez, 2017 p. 294). El formato Ishikawa permitió reconocer las causas que ocasionan la generación de efluentes en la empresa PROMASA (Chang, 2018 p. 99).

Tabla 1. *Técnicas e instrumentos para recolección de datos.*

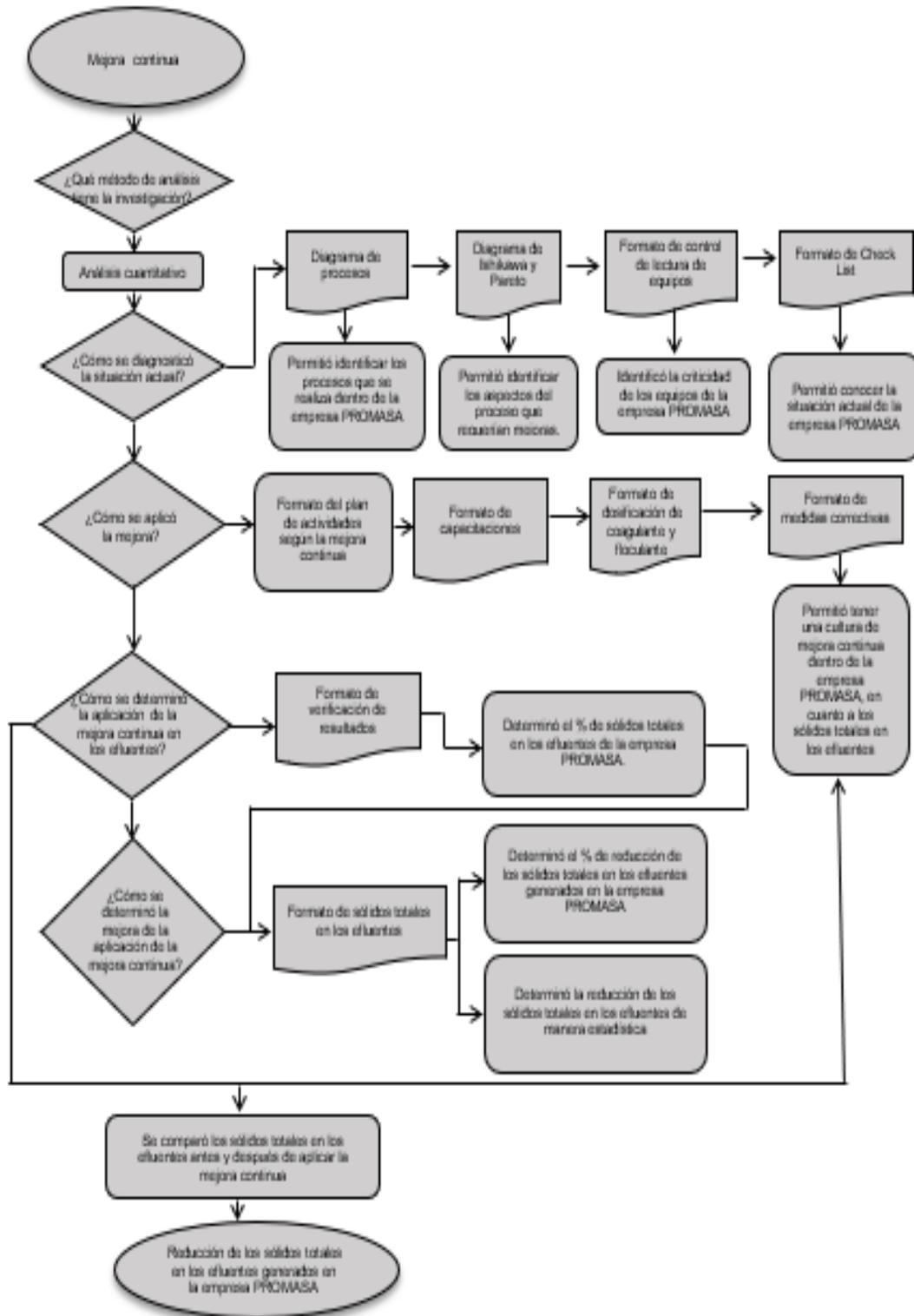
Variable	Técnica de procesamiento	Instrumento	Fuente
Mejora continua	Análisis de datos	Formato de procedimientos operacionales de la celda química (Anexo 8, 9, 10)	Área de producción del proceso productivo de harina de pescado de la empresa PROMASA.
	Análisis de datos	Check list de procedimientos del manual de operaciones (Anexo 11)	
	Análisis de resultados	Formato de capacitaciones (Anexo 12)	
	Análisis de resultados	Formatos de dosificación de coagulante y floculante (Anexo 13 y 14)	
Sólidos totales en los efluentes	Observación directa	Formato de control de lectura de equipos de los sólidos totales (Anexo 6)	
	Observación directa	Formato de control de lectura de equipos de aceites y grasas (Anexo 7)	

Fuente: Elaboración propia.

Validez: Por tal motivo, se brindó a 3 profesionales de ingeniería con la finalidad que emitan su opinión de juicio para poder ser viable los instrumentos, ellos emitieron su análisis inferencial, cuyo resultado arrojó un 83% estando en el rango de calificación 0.72 – 0.99, teniendo una excelente validez (Anexo 17, 18, 19 y 20).

3.5. Procedimientos

Tabla 2. Procedimiento de investigación.



Fuente: Elaboración Propia.

3.6. Método de análisis de datos

Tabla 3. Método de análisis de datos.

Objetivo específico	Técnica de procesamiento	Instrumento	Resultados
Evaluar la situación actual del nivel de sólidos totales en los efluentes generados por la empresa PROMASA, 2020.	Análisis de datos	Diagrama de Ishikawa (Anexo 2 y 4)	Se identificó el estado actual del nivel de materia contaminante en la empresa PROMASA
	Análisis de datos	Diagrama de Pareto (Anexo 3)	
Realizar la caracterización del aire disuelto de la empresa PROMASA, 2020.	Observación directa	Formato de control de lectura de equipos de los sólidos totales (Anexo 6)	Permitió determinar el nivel inicial de los sólidos totales presentes en los efluentes y aceites y grasas en la empresa PROMASA.
	Observación directa	Formato de control de lectura de equipos de aceites y grasas (Anexo 7)	
Aplicar la mejora continua como herramienta para reducir los sólidos totales en efluentes de la empresa PROMASA	Análisis de datos	Formato de procedimientos operacionales de la celda química (Anexo 8, 9, 10)	Se diseñó la mejora continua para reducir los sólidos totales en efluentes de la empresa PROMASA.
	Análisis de datos	Check list de procedimientos del manual de operaciones (Anexo 11)	
	Análisis de resultados	Formato de capacitaciones (Anexo 12)	
	Análisis de resultados	Formatos de dosificación de coagulante y floculante (Anexo 13 y 14)	
Verificar los resultados obtenidos después de la aplicación de la mejora continua en el sistema de flotación por aire disuelto en los efluentes generados por la empresa PROMASA, 2020	Recolección de datos	Formato de control de lectura de equipos de los sólidos totales finales (Anexo 15)	Reducción significativa de los sólidos totales en los efluentes generados en la empresa PROMASA.
	Recolección de datos	Formato de control de lectura de equipos de aceites y grasas finales (Anexo 16)	
	Prueba t Student para muestras independientes	Software SPSS 22.0	

Fuente: Elaboración Propia.

3.7. Aspectos éticos

La investigación presenta las siguientes condiciones éticas, estipulada en la normativa y en los artículos de la Resolución del consejo Universitario N^o0126-2017-UCV. De acuerdo al **Art.14 con la publicación de las investigaciones**, se elaborará un permiso que garantizará la originalidad del presente proyecto de investigación asumiendo un compromiso ético y moral. En el **Art.15 de la Política anti plagio**, el informe será evaluado mediante el software turnitin.**Art.16 basado en los Derechos autor**, se realizará una declaratoria de autenticidad y no cometiendo ningún tipo de plagio y respetando **el Art.15** de la Resolución del Consejo Universitario N^o0126-2017-UCV.**El Art. 17 del investigador principal y personal investigador**, porque como investigadoras nos comprometemos a preservar la fidelidad de los resultados y la confiabilidad de los datos y todos los recursos otorgados por la empresa. Para la aplicación del siguiente proyecto de investigación, la empresa fue notificada de la investigación y de los métodos y procedimiento que se realizaron en las instalaciones de la planta. Para poder recolectar dicha información se adjuntará el permiso por la empresa para la veracidad de la investigación.

IV. RESULTADOS

4.1. Situación actual del nivel de sólidos totales en los efluentes generados por la empresa PROMASA.

Para el desarrollo de la investigación, se inició con la visita e inspección de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales en la empresa PROMASA, para de esa manera comprender el proceso de producción, el mantenimiento y la calidad en la que se encuentra las instalaciones de harina de pescado, con el propósito de poseer un panorama más amplio de la producción y su proceso; una vez estudiadas las actividades más esenciales de la planta de tratamiento de aguas residuales, se dirigió los esfuerzos en el estudio del sistema de flotación por aire disuelto.

Se realizó inspecciones de manera diaria dentro de la empresa PROMASA para comprender el proceso operacional, con estas inspecciones se constató que las actividades de tratamiento de afluentes no se llevan a cabo según lo estipula el manual de operaciones, asimismo, se encontró que los niveles de materia contaminante no se encuentran en los rangos permitidos, ya que estos mismo son de 0 a 700 mg/L para sólidos suspendidos, y de 0 a 350 mg/L para lo que son aceites y grasas.

A fin de diagnosticar el estado actual de la empresa PROMASA, se procedió a analizar en primera instancia el área de producción de harina de pescado de la empresa PROMASA, el cual mediante un diagrama de Ishikawa se pudo determinar las causas que generan la presencia de sólidos totales en los efluentes generados por la empresa PROMASA.

En el Anexo 2, se visualiza el diagrama de Ishikawa, en el cual se detalló que el principal problema que existe en el área de producción de harina de pescado es la presencia de sólidos totales en los efluentes, para ello, se procedió a conocer cuáles son las principales causas que afectan a este problema dentro de la empresa PROMASA, llegando a la conclusión que las causas que ocasionan dicho problema son la falta de control en las operaciones, control inadecuado de la adición de coagulantes y floculantes, la falta de compromiso del personal en realizar el monitoreo en el tiempo establecido, piezas oxidadas, falta de repuestos, máquinas obsoletas, mantenimiento inadecuado,

temperaturas no adecuadas, maquinas sin mantenimiento para los proceso, deficiencia en los reportes de incidentes en la planta y comunicación ineficiente entre áreas involucradas, estas causas afectan a la producción, de los cuales para poder clasificar los de mayor impacto en la producción se procedió a realizar el diagrama de Pareto.

Una vez realizado el análisis a través del diagrama de Ishikawa se procedió a determinar cuáles son las principales causas que generan la presencia de sólidos totales en los efluentes generados por la empresa PROMASA, para ello, se aplicó el diagrama de Pareto, el cual se visualiza en el Anexo 5, con la finalidad de clasificar las principales causas y en base a ello se tomará acciones de mejora que contribuyan a la mejora y a la reducción de los sólidos totales en los efluentes. Las causas principales que afectan al proceso productivo son la falta de control en las operaciones, control inadecuado de la adición de coagulantes y floculantes, la falta de compromiso del personal en realizar el monitoreo en el tiempo establecido, maquinas sin mantenimiento y comunicación ineficiente entra las áreas involucradas. Dentro del Diagrama de Pareto, se pudo identificar que la principal causa de la presencia de sólidos totales en los efluentes es el control inadecuado de adición de floculante y coagulante con un 23.15% (ver Anexo 3).

En el Anexo 4 se visualiza el diagrama de Ishikawa aplicado a la principal causa, donde el análisis de la primera M es de la máquinas y equipos; en el cual se halló que existe falta de mantenimiento, averías, fallas y mala manipulación. En el análisis de la mano de obra se tiene que existe información equivocada y la poca capacitación.

4.2. Caracterización el sistema de aire disuelto en la empresa PROMASA, Chimbote.

Se realizó la caracterización del sistema de aire disuelto, para la producción de Harina de Alto Contenido Proteico y Aceite de Pescado para Consumo Humano, Directo e Indirecto, cuenta con el siguiente equipamiento, infraestructura, el cual se visualiza en la Figura 1.

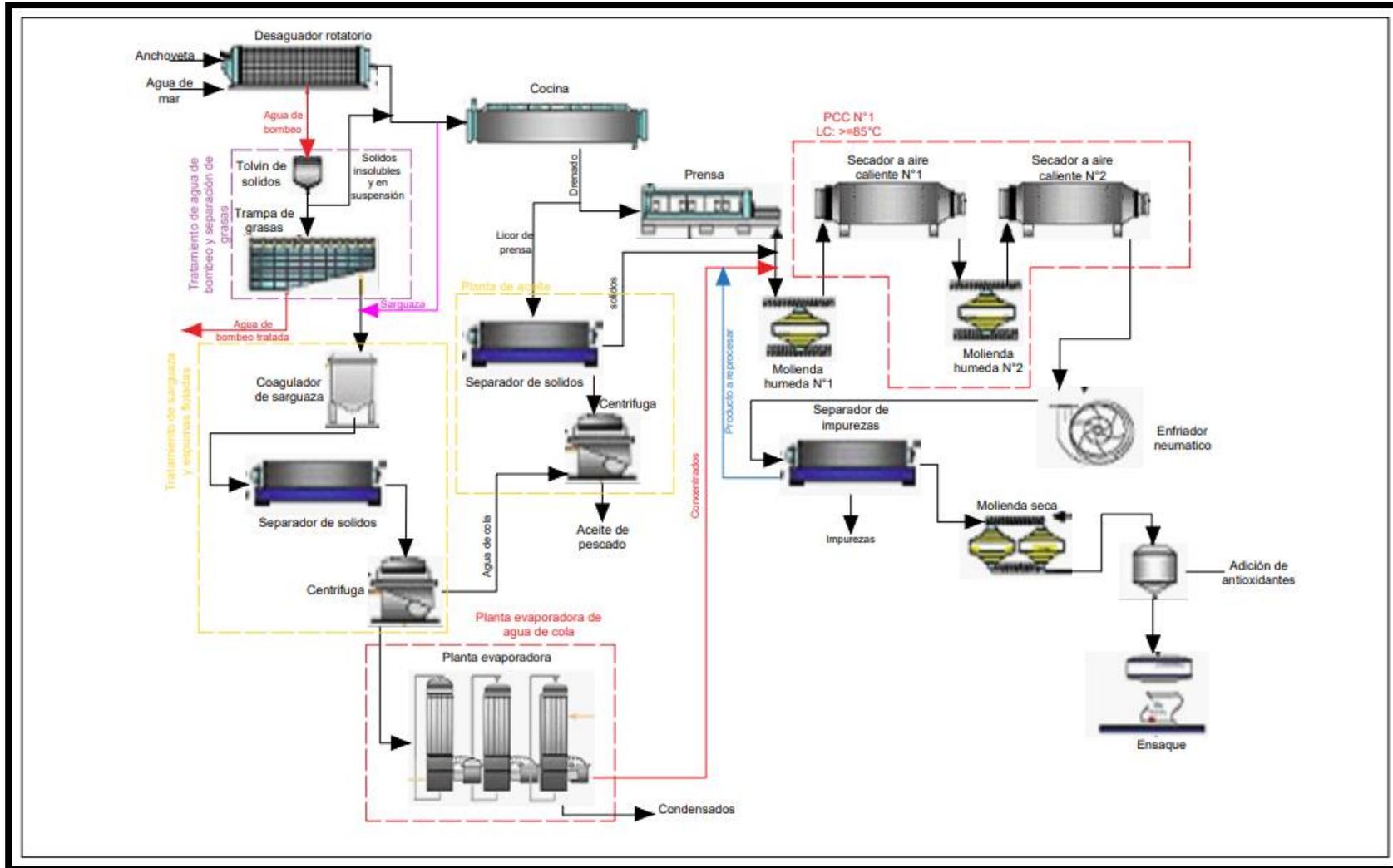


Figura 1. Diagrama de equipos.

Fuente: Empresa PROMASA.

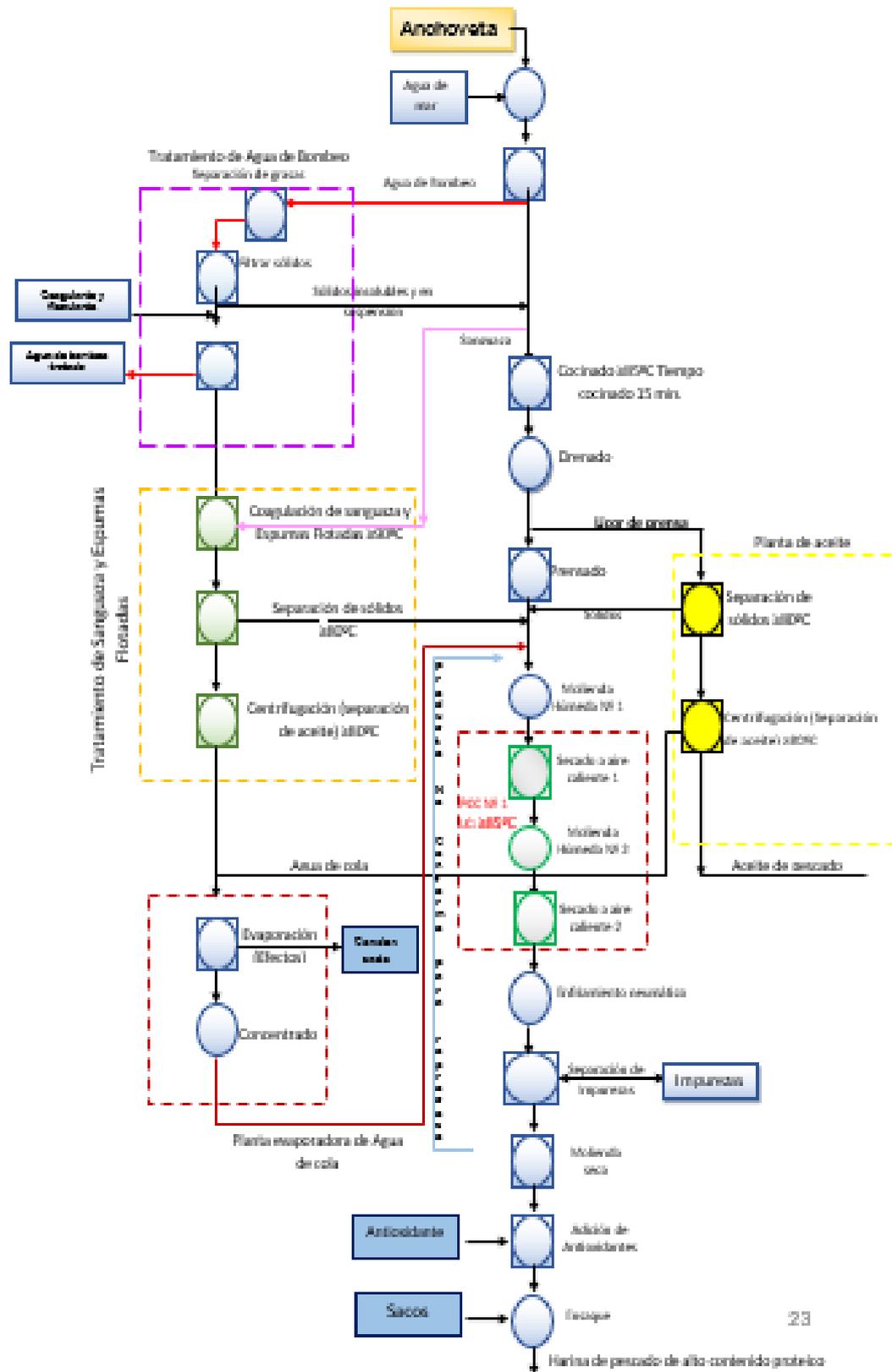


Figura 2. Diagrama de operaciones de proceso

Fuente: PROMASA.

En la Figura 2 se muestra el diagrama de flujo de procesamiento de anchoveta de alto contenido proteico y aceite de CHI.

También se aprecia el tratamiento de agua de bombeo, los cuales se llevan a través de las siguientes etapas:

Flotación de sólidos y grasas: El agua de bombeo que entra al Desaguador Rotativo, cae por gravedad a la Poza de Flotación de 67.22 M³, de dos compartimientos comunicadas entre sí, en su interior está ubicado 04 micro air para la inyección de micro burbujas de aire disuelto de 10 a 100 μ m, que al subir a la superficie efectuar la flotación de espuma conformado por sólidos y grasas. Las espumas (sólidos en suspensión y grasa) son recepcionadas en un tanque el cual se trasladan por una tubería de 3" de Acero Inoxidable hacia el tanque coagulador para luego calentada y separar mediante separadoras y centrifugas verticales el aceite PAMA.

Separación de sólidos: El agua de bombeo es alimentada a unos filtros rotativos tamaño de malla de 0.5 mm, que son utilizadas para separar y recuperar las escamas. El filtro Rotativo Trommel se compone por un tambor rotatorio que está construido con malla Jhonson, este es alimentado internamente, donde ingresa el líquido a una cámara de alimentación con un vertedero lateral doble que puede regularse, con un diseño hidráulico único el cual permite una división uniforme del caudal sobre la malla; el líquido vertido, es extraído por las rendijas de las mallas colocadas de manera perpendicular al flujo, el cual es favorecido por el efecto centrifugo sobre la malla curva, mientras tanto se transporta los sólidos retenidos, por medio de paletas distribuidas helicoidalmente en la superficie interior de la malla hacia el extremo de descarga.

Celda de flotación por aire disuelto: El agua residual procedente del Filtro Rotativo Trommel, ingresa al sistema de flotación con aire disuelto (sistema DAF) marca KROFTA, de capacidad de 222 m³/h. Esta etapa tiene como objetivo hacer flotar hacia la superficie partículas de grasa de menor tamaño, mediante la recirculación de agua saturada de aire a una presión de 5.5 bar, para la creación de micro burbujas de 20 micras, la espuma recuperada es

alimentada al tanque coagulador para luego calentada y separar mediante separadoras y centrifugas verticales el aceite PAMA.

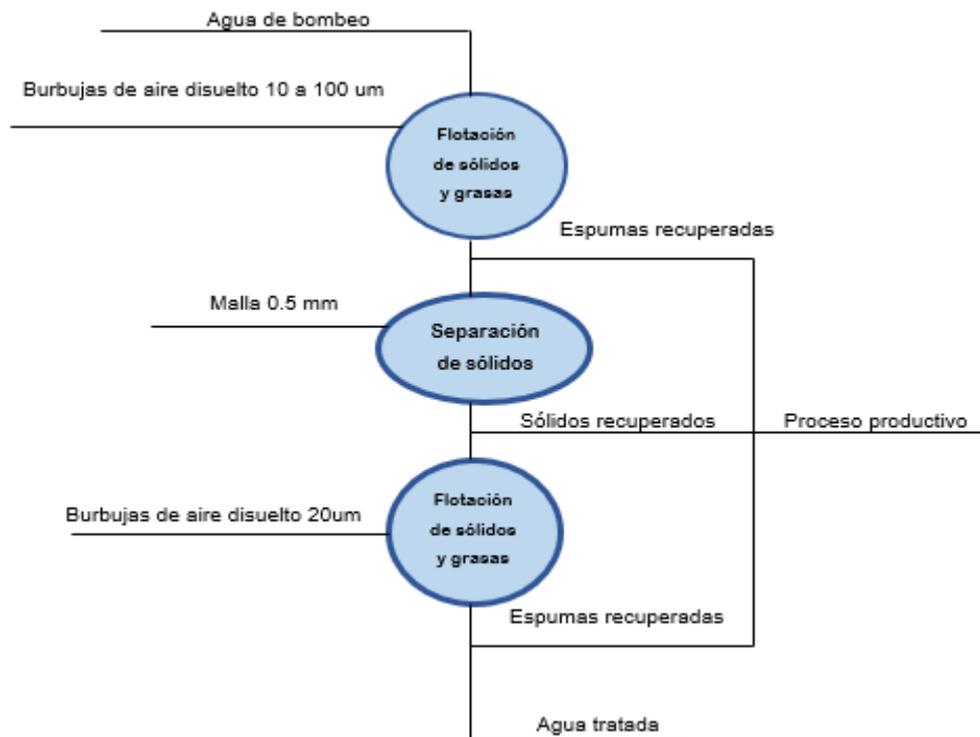


Figura 3. Diagrama de operaciones del sistema por aire disuelto.

Fuente: Elaboración propia.

Para determinar el nivel inicial de materia contaminante en la empresa PROMASA, se realizó la recolección de datos en los meses de marzo y abril en base al nivel de sólidos suspendidos totales y aceites y grasas, los cuales son medidos en mg/L. Estos datos fueron organizados a través de un gráfico de control, el cual se muestra a continuación en la Figura 4.

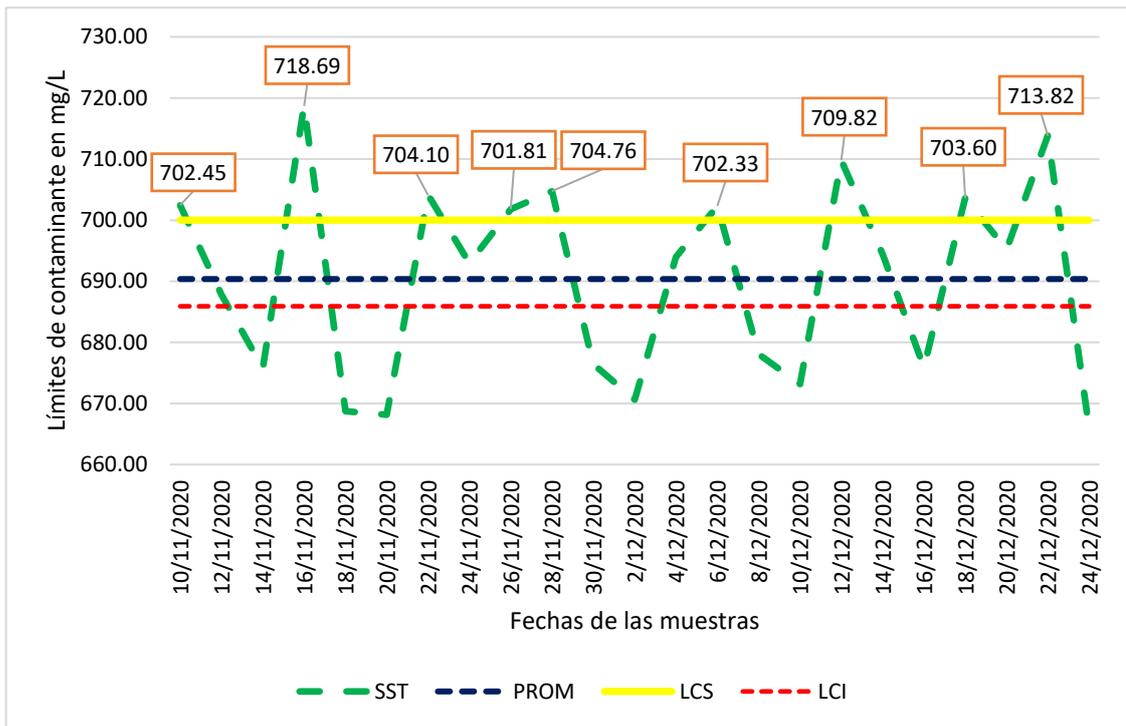


Figura 4. Nivel de sólidos suspendidos totales en el mes de noviembre y diciembre del 2020.

Fuente: Base de datos de control de lectura de equipos (Anexo 6).

En la Figura 4 se tiene que:

SST = Sólidos suspendidos totales

LCS = Límite de control superior (< 700)

LCI = Límite de control inferior (> 0)

PROM = Promedio del nivel de sólidos suspendidos totales (< 690.37)

Se muestra que los niveles de sólidos totales están por encima el límite de control superior (LCS) que debe ser menor a 700 mg/L, por lo tanto, el proceso está fuera de control; estas desviaciones se encuentran en las fechas 10, 16, 22, 26 y 28 de noviembre del 2020 y el 6, 12, 18 y 22 de diciembre del año 2020, en los días mencionado el proceso fue inconstante por falta de mantenimiento en las máquinas de tratamiento de efluentes y un control deficiente en las operaciones, sumando a estos la falta de monitoreo en el tiempo establecido por el personal encargado y, equipos dañados.

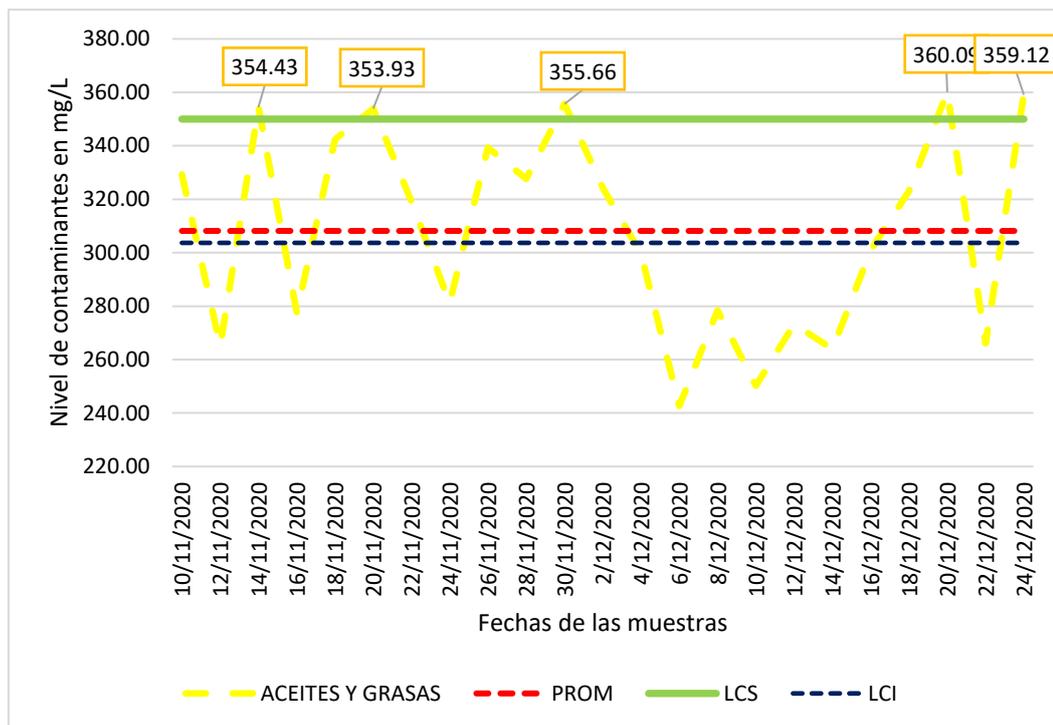


Figura 5. Nivel de aceites y grasas en el mes de noviembre y diciembre del 2020.

Fuente: Base de datos de control de lectura de equipos (Anexo 7).

En la Figura 5 se tiene que:

LCS = Límite de control superior (< 350)

LCI = Límite de control inferior (> 0)

PROM = Promedio del nivel de aceites y grasas (< 308.15)

El índice de grasas y aceites en el mes de noviembre se ubica sobre el LCS el cual debería de ser menor a 350 mg/L y muestra tendencia inestable, lo cual da a entender que el proceso se encuentra fuera de control. Los puntos se encuentran cerca de la línea central, pero de igual forma este mes se presentaron tres desviaciones los días 14, 20 y 30 de noviembre del 2020, esto se debe a equipos averiados de la planta de tratamientos de efluentes. En diciembre, se observa que los niveles de grasas y aceites son superiores a los LCS en los días 20 y 24 de diciembre del 2020, en el mes indicado, el proceso presenta tendencia gradual definida, esto debido a que los equipos del PAMA tenían un desgaste gradual los cuales no permitían que se efectuó de manera correcta los procedimientos para su mantenimiento.

4.3. Mejora continua como herramienta para reducir los sólidos totales en efluentes de la empresa PROMASA.

La aplicación de la metodología PHVA están agrupadas en las etapas de planificar, hacer, verificar y actuar.

4.3.1. Etapa planificar

El rango permitido para los sólidos suspendidos totales es de 0 a 700 mg/L y para los aceites y grasas es de 0 a 350 mg/L.

Tabla 4. Rango permitido de materia contaminante.

Materia contaminante	Rango (mg/L)	Estado
Sólidos suspendidos totales (SST)	≤ 700	Aceptable
	> 700	Inaceptable
Aceites y grasas	≤ 350	Aceptable
	> 350	Inaceptable

Fuente: Ministerio de Producción (PRODUCE).

Se procedió a elaborar el manual de operaciones con la finalidad de tener en claro el enfoque de la implementación de la mejora continua en el sistema de flotación por aire disuelto, el cual se detalla en los siguientes pasos:

En primera instancia se elaboró el manual de procedimientos operacionales de la celda química, donde el objetivo, alcance y principios son propuestos y aprobados por la alta gerencia, de acuerdo a los objetivos y estrategias de la organización. Los procedimientos operacionales se ven reflejado en el Anexo 8 al 10

4.3.2. Hacer

CAPACITACIÓN AL PERSONAL

El objetivo es proporcionar al personal conocimientos sobre la importancia de las operaciones en la unidad operativa, dar a conocer las normas básicas que deberán cumplir durante la ejecución de sus labores.

La capacitación de personal, tiene un efecto de manera inmediata dentro del sistema de flotación por aire disuelto y en la reducción de los sólidos suspendidos totales en los efluentes generados por la empresa PROMOSA.

El personal es capacitado en:

Procedimientos operacionales de la planta de tratamiento de efluentes y límites máximos permisibles.

Tabla 5. *Plan de capacitación del personal.*

Ítems	Temas	Fechas
1	Introducción al sistema de flotación por aire disuelto	10/01/2021
2	Procedimientos operacionales de la planta de tratamiento de efluentes y límites máximos permisibles.	20/01/2021
3	Clasificar	30/01/2021
4	Ordenar	9/02/2021
5	Limpiar	18/02/2021
6	Estandarizar	27/02/2021
7	Disciplina y control	8/03/2021
8	Sobre indicadores de gestión de mantenimiento	16/03/2021
9	Limpieza e inspección	26/03/2021
10	Acciones correctivas	7/04/2021
11	Preparación de estándares	15/04/2021
12	Inspección general	21/04/2021

Fuente: Elaboración propia.

El personal que estuvo involucrado en la capacitación fueron especialmente los del área de mantenimiento y del área de producción, debido a que ellos están en constante contacto con los problemas de los efluentes generados por la empresa PROMASA, sumado a ello, todos los temas dictados y capacitados, las capacitaciones se dieron tres veces al mes tal y como se muestra en la Tabla 5. Todas las evidencias de las capacitaciones realizado en la empresa PROMASA se evidencia en el Anexo 12

Tabla 6. Personal del plan de capacitación.

Nombres y Apellidos	Cargo	Máquina	Responsabilidad	Capacitación
Fermín Gonzales Dextre	Mecánico	CELDA QUÍMICA	Sistema de dirección	Asistente
Eder Paul Muñoz Angulo	Mecánico		Sistema de dirección	Asistente
Amadeo Dextre Morales	Mecánico		Sistema hidráulico	Asistente
Elvis Nuñuvero Murga	Mecánico		Sistema eléctrico	Asistente
Julio Arellano Padilla	Mecánico		Sistema de motor	Asistente
Ángel Tarazona Ramírez	Mecánico		Sistema de motor	Asistente
Gustavo Hidalgo Obeso	Mecánico		Sistema de motor	Asistente
Ángel Rabanal Padilla	Mecánico		Sistema de dirección	Asistente
José Luis Paredes Sánchez	Mecánico		Sistema eléctrico	Asistente
Fernando Paredes Sánchez	Mecánico		Sistema de motor	Asistente
Darwin Joel Pulido Vargas	Mecánico		Sistema de motor	Asistente
Lorenzo Mendoza Llanos	Mecánico		Sistema de dirección	Asistente
Carlos Alberto Marrero Jara	Mecánico		Sistema de motor	Asistente
Gabriel Quipuseo Vásquez	Mecánico		Sistema de dirección	Asistente
Jhon Rolando Carlos López	Mecánico		Sistema hidráulico	Asistente
Manuel E. Gutiérrez Gonzales	Mecánico	Sistema eléctrico	Asistente	
José Denis Pulido Varas	Capacitador			Capacitador

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7. Costo de capacitación al personal.

Nombres y Apellidos	Cargo	Operador	Sueldo	Costo hora hombre	Horas	Sesiones	Costo total de capacitación
Fermín Gonzales Dextre	-	-	S/. 3,500.00	S/. 21.88	3	12	S/. 787.50
Eder Paul Muñoz Angulo	Mecánico	Sistema de dirección	S/. 2,600.00	S/. 16.25	3	12	S/. 585.00
Amadeo Dextre Morales	Mecánico	Sistema hidráulico	S/. 2,600.00	S/. 16.25	3	12	S/. 585.00
Elvis Nuñuvero Murqa	Mecánico	Sistema eléctrico	S/. 2,600.00	S/. 16.25	3	12	S/. 585.00
Julio Arellano Padilla	Mecánico	Sistema de motor	S/. 2,600.00	S/. 16.25	3	12	S/. 585.00
Ángel Tarazona Ramírez	Mecánico	Sistema de motor	S/. 2,600.00	S/. 16.25	3	12	S/. 585.00
Gustavo Hidalgo Obeso	Mecánico	Sistema de motor	S/. 2,600.00	S/. 16.25	3	12	S/. 585.00
Ángel Rabanal Padilla	Mecánico	Sistema de dirección	S/. 1,700.00	S/. 10.63	3	12	S/. 382.50
José Luis Paredes Sánchez	Mecánico	Sistema eléctrico	S/. 1,700.00	S/. 10.63	3	12	S/. 382.50
Fernando Paredes Sánchez	Mecánico	Sistema de motor	S/. 1,700.00	S/. 10.63	3	12	S/. 382.50
Darwin Joel Pulido Vargas	Mecánico	Sistema de motor	S/. 1,700.00	S/. 10.63	3	12	S/. 382.50
Lorenzo Mendoza Llanos	Mecánico	Sistema de dirección	S/. 1,700.00	S/. 10.63	3	12	S/. 382.50
Carlos Alberto Marrero Jara	Mecánico	Sistema de motor	S/. 1,700.00	S/. 10.63	3	12	S/. 382.50
Gabriel Quipuseo Vásquez	Mecánico	Sistema de dirección	S/. 1,700.00	S/. 10.63	3	12	S/. 382.50
Jhon Rolando Carlos López	Mecánico	Sistema hidráulico	S/. 1,300.00	S/. 8.13	3	12	S/. 292.50
Manuel E. Gutiérrez Gonzales	Mecánico	Sistema eléctrico	S/. 1,300.00	S/. 8.13	3	12	S/. 292.50
José Denis Pulido Varas	Capacitador	Sistema de motor	S/. 1,300.00	S/. 8.13	3	12	S/. 292.50
COSTO TOTAL DE CAPACITACIÓN AL PERSONAL							S/. 7,852.50

Fuente: Elaboración propia.

Para poder llevar a cabo estas capacitaciones, se necesitó la aprobación del jefe de mantenimiento y jefe de planta de la empresa PROMASA, debido a que ellos son los responsables del funcionamiento de las máquinas y de la producción. Este plan de capacitaciones está ligada a una evaluación del jefe de mantenimiento, para poder verificar si se está cumpliendo con los propósitos de la mejora continua para reducir los sólidos suspendidos totales en los efluentes. La implementación de las capacitaciones, se dieron inicio con la aprobación de la misma, el cual fue el 5 de enero del 2021.

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El plan de mantenimiento preventivo fue elaborado en base al manual del Operador de las máquinas, conjuntamente con los especialistas de mantenimiento se realizó la actualización de los formatos de fichas técnicas, instrumento por el cual se describieron los sistemas, componentes, características técnicas y la vida útil del equipo, además se tuvieron en cuenta los valores que se encontraron en los formatos anteriormente explicados como son los referidos al tiempo medio entre fallas, el tiempo medio de reparación y de disponibilidad inicial, los cuales sirvieron como base para realizar un plan acorde a los inconvenientes presentados en las máquinas. Por ello se elaboró un instrumento que detalla el tipo de sistema que tiene el equipo, los accesorios, la frecuencia de mantenimiento, la descripción de la operación, los materiales, la duración y el tipo de mantenimiento que se ejecutó, además se especificó los sistemas críticos y los componentes de cada sistema para demostrar el mantenimiento según horómetros y frecuencia de tiempo recomendados por el manual.

Así mismo, la Tabla 8 reveló las actividades planificadas para brindar soluciones a las paradas inesperadas y/o los tiempos largos de reparación, de esta manera se evidenció que el sistema de motor logró cambios significativos con respecto a la limpieza, cambio y revisión del cigüeñal, monoblock, aceite de motor, entre otros componentes; por otro lado el sistema hidráulico reflejó tener inconvenientes mayores porque no se reemplazaba una pieza para prevenir fallos sino cuando la máquina así lo requiriese, en consecuencia se tuvo mayor cuidado al colocar una frecuencia de mantenimiento menor a la que se encontraba. En cuanto al sistema eléctrico se sugirió mayor inspección con los elementos de este sistema, finalmente el sistema de dirección no tuvo gran inconveniente significativo por lo que su frecuencia de mantenimiento fue mayor a las demás, de esta forma se optimizó los equipos para mejorar la disponibilidad y así tener máquinas en buen estado y listas para utilizarse cuando el trabajador así lo requiera.

Implementación de la mejora continua en el sistema de flotación por aire disuelto

Por lo mencionado anteriormente y darle cumplimiento a lo que estipula el MINAM, se implementó un sistema de flotación de aire disuelto para así poder reducir los sólidos suspendidos totales a tal punto de estar dentro del rango de los límites máximos permisibles según resolución directoral, a continuación, se expone los resultados después de implementado el sistema de flotación por aire disuelto.

Dimensiones del equipo de flotación con aire disuelto

En esta etapa se partió de los parámetros que caracterizan el efluente residual estudiado.

Tabla 10. *Parámetros que caracterizan el efluente residual.*

	Máximo	Promedio	Mínimo
Q (m³/min)	0.0323	0.02333	0.0156
pH			8.52
T (°C)	28.50	28.06	27.60

Fuente: Información suministrada por la empresa PROMASA.

Parámetros de diseño para el tanque de saturación

A partir de los resultados obtenidos en la fase experimental, se fijaron los parámetros de diseño para el tanque de saturación. Con los cálculos efectuados, quedó definido el diseño del tanque de saturación cuyos datos se resumen en la Tabla 13, al igual que las especificaciones del soporte del empaque y los accesorios internos (Tabla 14).

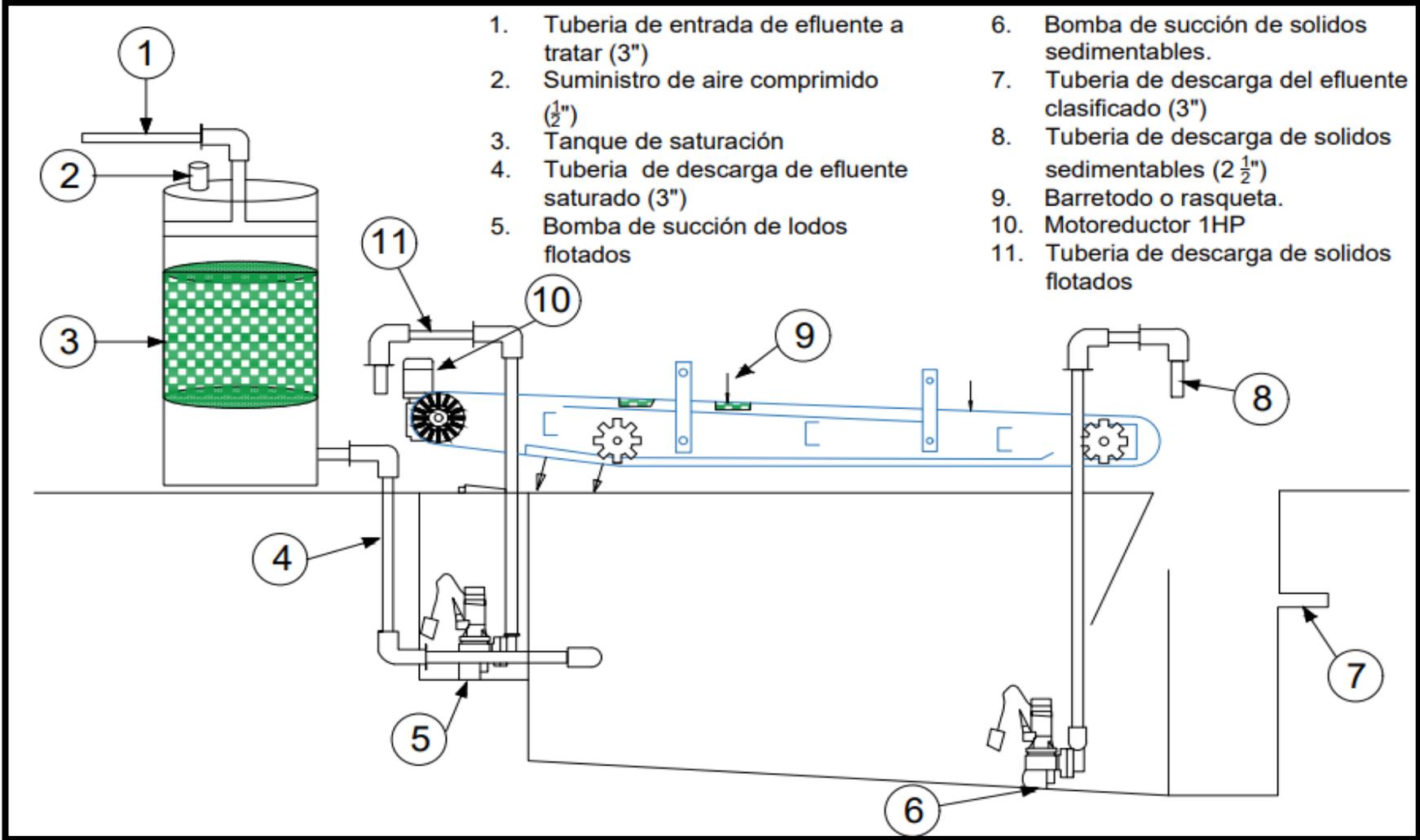


Figura 6. Diseño final del sistema DAF para la problemática estudiada.

Fuente: Información suministrada por la empresa PROMASA.

Luego de la implementación del sistema DAF, se procedió a verificar el tratamiento funcional de la distribución de coagulante y floculante, el cual se muestra en el Anexo 16 y en la Tabla 15.

Tabla 15. *Check list de procedimientos operacionales de la distribución de coagulante y floculante.*

N°	Procedimientos operacionales de la dosificación de coagulante y floculante	Cumplimiento		Observaciones
		SÍ	NO	
1	Verificar la operatividad de los equipos	23		-
2	Revisar el stock de los productos químicos.	23		-
3	Accionar las bombas de coagulante y floculante.	23		-
4	Determinar la dosificación de productos químicos mediante el test de jarra.	21	2	-
5	Regular las bombas dosificadoras.	20	3	-
6	Verificar el caudal de ingreso en m ³ a la celda química.	21	2	-
7	Medir los datos de volumen de coagulante inicial y final de la jornada de trabajo.	20	3	-
8	Medir los datos de volumen de floculante inicial y final de la jornada de trabajo.	20	3	-
9	Apagar las bombas dosificadoras de productos químicos.	18	5	-
10	Controlar el stock de productos químicos utilizados por cada producción, después de haber apagado todo el sistema.	19	4	-
TOTAL		90.43%	9.57%	

Fuente: Información suministrada por la empresa PROMASA.

En la Tabla 14 se visualiza los procedimientos funcionales de la distribución de coagulante y floculante de coagulante y floculante, el cual se tomó en un análisis de 23 días, dando como resultado que el cumplimiento fue del 90.43%, en el cual se ciñen 10 operaciones que

forman el procedimiento funcional de la distribución de coagulante y floculante.

Luego se procedió a diseñar el resultado final del sistema de flotación por aire disuelto para reducir los sólidos suspendidos totales en los efluentes generados por la empresa PROMASA.

Ecuación

El agua de bombeo procedente del sistema DAF es homogenizada en el Tanque Ecuación de 557 M3 de capacidad, en cuyo interior se encuentra un agitador que permite mantener una concentración constante y homogénea de sólidos grasa, del efluente a tratar en la etapa siguiente.

Tratamiento fisicoquímico – celda flotación deltafloat

Esta etapa consiste en desestabilizar la emulsión de sólidos y grasa que contiene el Agua de bombeo, mediante la dosificación de coagulantes orgánicos e inorgánicos, que a su vez permite la formación de microflocs; estos flocs insipientes son agrupados por medio de un floculante anionico. Para la recuperación de estos sólidos se hace recircular agua saturada con aire a 5.5 bar, la formación de micro burbujas de aproximadamente 20 micras de tamaño inducen hacia la superficie los sólidos, formado una capa que toma el nombre de lodo. Estos lodos con un alto contenido de humedad aproximadamente 88% son retirados por medio de un cucharón y alimentados directamente aun deshidratador. En esta etapa el agua de bombeo es vertida al cuerpo marino receptor cumpliendo con los LMP's. Las cantidades de producto químico a dosificar dependerán de la calidad de agua (pH, grasa, sólidos, frescura, etc.).

En la Figura 7 se muestra el diagrama de proceso del proceso del tratamiento de efluentes

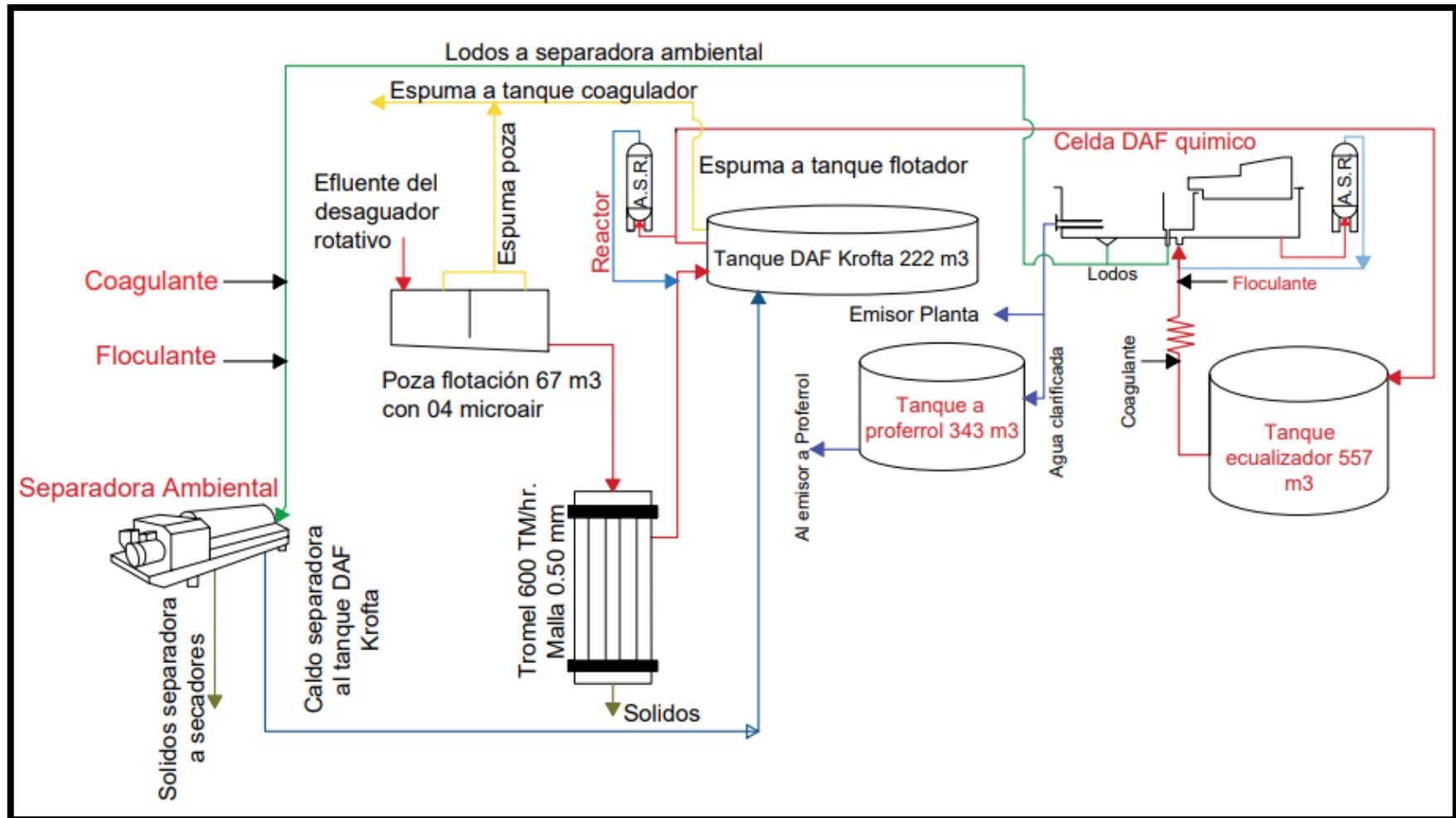


Figura 7. Diagrama de proceso del tratamiento de efluentes después de la implementación de la mejora continua en el DAF químico.

Fuente: Información suministrada por la empresa PROMASA.

4.3.3. Verificar

Para la verificación de la mejora del sistema de flotación por aire disuelto dentro de la empresa PROMASA se aplicó el check list de procedimientos funcional de la celda química.

Se muestra que se implementaron todos los 39 procedimientos programados, se evaluaron 4 días consecutivos en los cuales se tuvieron como porcentaje de cumplimiento un 100%.

4.3.4. Actuar

La evaluación y verificación del ciclo de Deming es importante, centrándose en las actividades de simulacros, ya que si existen mejoras, correcciones y entrenamiento depende de la victoria de las operaciones.

Las cantidades óptimas alcanzadas en el estudio de prueba de jarras a nivel laboratorio, tanto de los coagulantes como del floculante (Ver Anexo 14), se tomaron como referencia para realizar el ajuste para ser aplicado a nivel de planta, obteniéndose como dosificación óptima de acuerdo a lo especificado en la Tabla 17.

Tabla 17. Óptima dosificación de coagulantes y floculante.

Productos químicos	Dosificación	
	Materia prima fresca	Materia prima añeja
Coagulante orgánico polychem BC 521 (l/h)	15	25
Floculante polychem PA (l/h)	40	64

Fuente: Información suministrada por la empresa PROMASA.

Se mostró que el tratamiento químico redujo positivamente los niveles de sólidos suspendidos totales (SST), grasas y aceites que se encuentran en los desechos finales, tanto a nivel de laboratorio (prueba de jarras), como a nivel como a nivel planta, de esta manera se pudo cumplir con los límites

máximos permisibles con respecto a los efluentes pesqueros, en el D.S. 010-2008.

De acuerdo con los reportes periódicos de inspección de procedimientos deberán mostrarse en formatos preestablecidos, con el objetivo de uniformizar la información. Asimismo, se deberá revisar y detectar fallas si los hubiera para poder expresar recomendaciones precisas.

4.4. Verificar los resultados obtenidos después de la aplicación de la mejora continua en el sistema de flotación por aire disuelto

Después de haber implementado la mejora continua en el sistema de flotación por aire disuelto dentro de la empresa PROMASA, se procedió a determinar los sólidos suspendidos totales y aceites y grasas para poder determinar en cuanto mejoró los efluentes tratados por la empresa PROMASA.

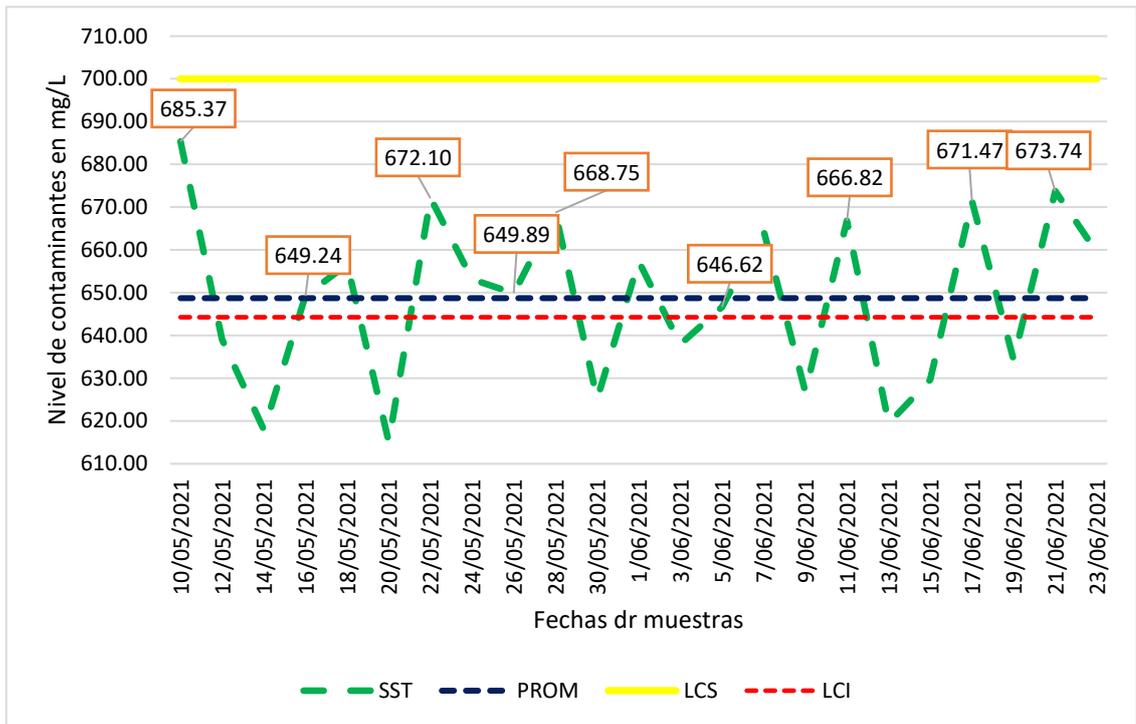


Figura 8. Nivel de sólidos suspendidos totales en el mes de mayo y junio del 2021.

Fuente: Base de datos de control de lectura de equipos (Anexo 15).

En la Figura 8 se tiene que:

SST = Sólidos suspendidos totales

LCS = Límite de control superior (< 700)

LCI = Límite de control inferior (> 0)

PROM = Promedio del nivel de sólidos suspendidos totales (< 648.73)

Se muestra una minimización de los niveles de sólidos suspendidos totales entre los meses de mayo y junio del 2021, del mismo modo no exceden del promedio, por lo tanto, todo el proceso se halla estable.

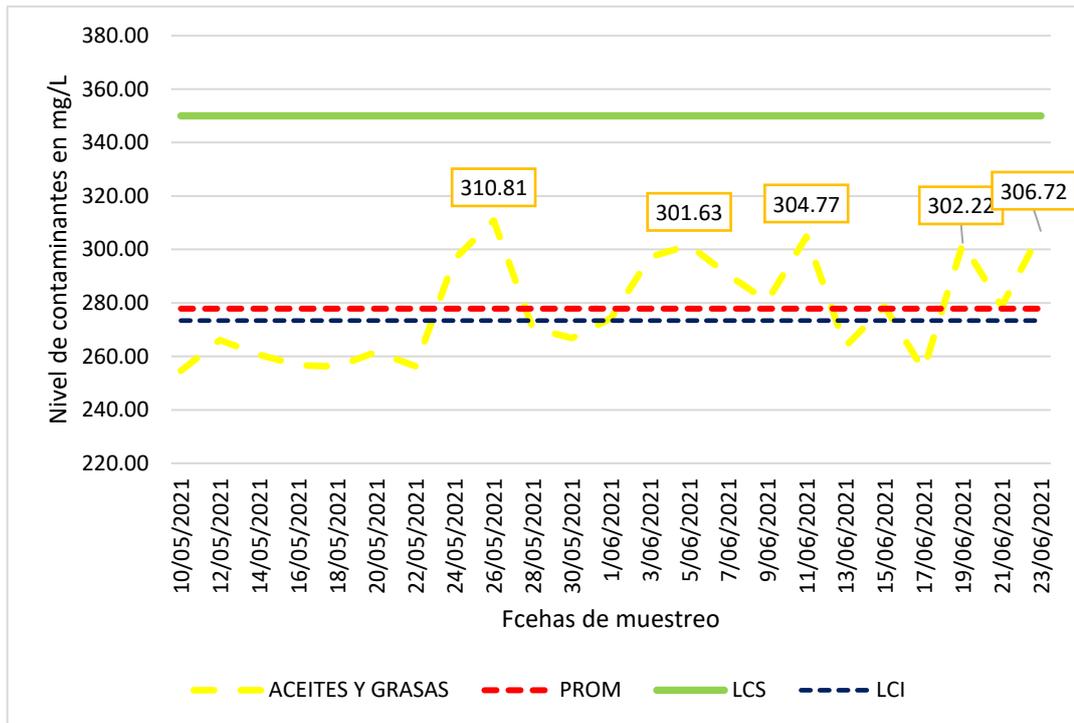


Figura 9. Nivel de aceites y grasas en el mes de mayo y junio del 2021.

Fuente: Base de datos de control de lectura de equipos (Anexo 16).

En la Figura 9 se tiene que:

LCS = Límite de control superior (< 350)

LCI = Límite de control inferior (> 0)

PROM = Promedio del nivel de aceites y grasas (< 277.86)

Con respecto a los niveles de aceites y grasas en los meses de mayo y junio, se puede demostrar que se encuentran bajo el límite de control superior y bajo el promedio, además se verificó la estabilidad de la aplicación del del sistema de flotación por aire disuelto. Según la Figura 9, se determinó que las observaciones se encuentran en los límites de control, en cambio, existe un aumento en la variabilidad por lo que se debe tener bajo alerta.

Para poder determinar la reducción de los sólidos totales en los efluentes después de la implementación de la mejora continua en el sistema de flotación por aire disuelto dentro de la empresa PROMASA, se hizo uso del modelo estadístico prueba t-student, el cual contribuyó en la contratación de la hipótesis de esta investigación.

Tabla 18. Comparación de los sólidos suspendidos totales.

Fecha	SST Iniciales	Fecha	SST Finales
10/11/2020	702.45	10/05/2021	685.37
12/11/2020	687.73	12/05/2021	639.07
14/11/2020	675.78	14/05/2021	617.93
16/11/2020	718.69	16/05/2021	649.24
18/11/2020	668.75	18/05/2021	656.69
20/11/2020	668.17	20/05/2021	615.15
22/11/2020	704.10	22/05/2021	672.10
24/11/2020	692.99	24/05/2021	653.17
26/11/2020	701.81	26/05/2021	649.89
28/11/2020	704.76	28/05/2021	668.75
30/11/2020	676.47	30/05/2021	625.13
02/12/2020	670.60	01/06/2021	657.36
04/12/2020	693.98	03/06/2021	637.91
06/12/2020	702.33	05/06/2021	646.62
08/12/2020	678.08	07/06/2021	664.63
10/12/2020	673.18	09/06/2021	626.76
12/12/2020	709.82	11/06/2021	666.82
14/12/2020	694.39	13/06/2021	619.51
16/12/2020	675.91	15/06/2021	629.64
18/12/2020	703.60	17/06/2021	671.47
20/12/2020	695.24	19/06/2021	634.39
22/12/2020	713.82	21/06/2021	673.74
24/12/2020	665.82	23/06/2021	659.39
Promedio	690.37	Promedio	648.73

Fuente: Información suministrada por la empresa PROMASA.

En la Tabla 18 se muestra la comparación de los sólidos suspendidos totales en los efluentes generados por la empresa PROMASA, logrando determinar que hubo una reducción de 41.64 mg/L de sólidos totales.

Tabla 19. Análisis estadísticamente de la reducción de sólidos suspendidos totales.

	Sólidos totales iniciales	Sólidos totales finales
Media	690.37	648.73
Varianza	0.00085	0.00006
Observaciones	23.00000	23.00000
Coefficiente de correlación de Pearson	0.67572	
Diferencia hipotética de las medias	0.00000	
Grados de libertad	6.00000	
Estadístico t	-10.98277	
Valor crítico de t (dos colas)	2.44691	
P(T<=t) dos colas	0.00003	

Fuente: Microsoft Excel 2016.

En la Tabla 19 se muestra que el valor de t para dos colas es de 0.0003 el cual es menor que 5% que es el error, dando viabilidad a que la reducción de los sólidos totales dentro de la empresa PROMASA es confiable; por otro lado, en la Figura 10 se halla que el valor de t cayó en la zona de rechazo, el cual se concluye que la implementación de la mejora continua en el sistema de flotación por aire disuelto redujo los sólidos totales en los efluentes generados por la empresa PROMASA.

Tabla 20. Comparación de los sólidos suspendidos totales.

Fecha	Aceites y grasas iniciales	Fecha	Aceites y grasas finales
10/11/2020	329.28	10/05/2021	254.64
12/11/2020	265.19	12/05/2021	266.12
14/11/2020	354.43	14/05/2021	260.59
16/11/2020	277.56	16/05/2021	256.69
18/11/2020	342.43	18/05/2021	256.22
20/11/2020	353.93	20/05/2021	261.65
22/11/2020	319.25	22/05/2021	256.26
24/11/2020	281.19	24/05/2021	296.43
26/11/2020	339.34	26/05/2021	310.81
28/11/2020	327.63	28/05/2021	270.68
30/11/2020	355.66	30/05/2021	266.80
02/12/2020	324.25	01/06/2021	274.29
04/12/2020	299.59	03/06/2021	297.19
06/12/2020	242.66	05/06/2021	301.63
08/12/2020	278.41	07/06/2021	290.44
10/12/2020	250.15	09/06/2021	280.71
12/12/2020	273.22	11/06/2021	304.77
14/12/2020	263.93	13/06/2021	263.68
16/12/2020	301.00	15/06/2021	278.61
18/12/2020	323.02	17/06/2021	254.92
20/12/2020	360.09	19/06/2021	302.22
22/12/2020	266.15	21/06/2021	278.77
24/12/2020	359.12	23/06/2021	306.72
Promedio	308.15	Promedio	277.86

Fuente: Información suministrada por la empresa PROMASA.

En la Tabla 20 se muestra la comparación de los aceites y grasas en los efluentes generados por la empresa PROMASA, logrando determinar que hubo una reducción de 30.29 mg/L de sólidos totales.

Tabla 21. Análisis estadísticamente de la reducción de sólidos suspendidos totales.

	Sólidos totales iniciales	Sólidos totales finales
Media	308.15	277.86
Varianza	0.00085	0.00006
Observaciones	23.00000	23.00000
Coefficiente de correlación de Pearson	0.67572	
Diferencia hipotética de las medias	0.00000	
Grados de libertad	6.00000	
Estadístico t	-10.98277	
Valor crítico de t (dos colas)	2.44691	
P(T<=t) dos colas	0.001	

Fuente: Microsoft Excel 2016.

En la Tabla 21 se muestra que el valor de t para dos colas es de 0.001 el cual es menor que 5% que es el error, dando viabilidad a que la reducción de las grasas y aceites dentro de la empresa PROMASA es confiable; por otro lado, en la Figura 11 se halla que el valor de t cayó en la zona de rechazo, el cual se concluye que la implementación de la mejora continua en el sistema de flotación por aire disuelto redujo los sólidos totales en los efluentes generados por la empresa PROMASA.

V. DISCUSIÓN

La presente investigación acaparó cómo la implementación de la mejora continua en el sistema de flotación por aire disuelto puede reducir los sólidos totales en los efluentes generados por la empresa PROMASA. Los resultados del análisis estadístico demostraron que la hipótesis propuesta se acepta; es decir, que la empresa logró reducir significativamente los sólidos totales en los efluentes a través del sistema de flotación por aire disuelto; sustentado en las teorías de Salas (2003) quien expresa que en el sistema de flotación por aire disuelto se separan los sólidos introduciendo burbujas de O_2 en el agua, estas se fijan a las partículas sólidas suspendidas provocando que suban a la superficie, así se pueden erradicar sólidos en suspensión de mayor densidad que la del líquido, estos resultados de reducción se verifica en la Tabla 18 y 20, donde la reducción de sólidos suspendidos totales fue de 41.64 mg/L y en los niveles de grasas y aceites fue de 30.29 mg/L, y el valor hallado estadísticamente fue de $p = 0.00003$ y $p = 0.001$ respectivamente, siendo los valores hallados menor al error de la investigación que es 0.05, el cual se concluyó que la implementación de la mejora continua en el sistema de flotación por aire disuelto si redujo los sólidos totales en los efluentes generados por la empresa PROMASA. El mismo sistema empleó Riera y Graterol (2016) quien, a través de la implementación de la mejora continua sistema de flotación por aire disuelto, logró reducir los sólidos totales en los efluentes generados en una empresa manufacturera, la reducción de sólidos suspendidos totales fue de 50.54 mg/L y en los niveles de grasas y aceites fue de 37.54 mg/L, y el valor hallado estadísticamente fue de $p = 0.0025$ y $p = 0.0032$ respectivamente, siendo los valores hallados menor al error de la investigación que es 0.05, el cual se concluyó que la implementación de la mejora continua sistema de flotación por aire disuelto si redujo los sólidos totales en los efluentes generados por la empresa manufacturera.

En vista de diagnosticar la situación actual del nivel de materia contaminante de la empresa PROMASA, se determinó mediante el diagrama de Ishikawa y Pareto que las principales causas que afectan al proceso productivo son el mal control de adición de floculante y coagulante, falta de control de las

operaciones, el personal no monitorea en el tiempo indicado, falta de mantenimiento de las máquinas en el proceso y la comunicación ineficiente entre áreas involucradas; todas las causas descritas se resumieron en la falta de un sistema de flotación por aire disuelto, capacitaciones y plan de mantenimiento preventivo dentro de la empresa PROMASA. Por su parte, los resultados hallados se asemejan en la investigación de Pimiento y Cárdenas (2021) que según al diagnóstico primario, se encontró que la merma en los procesos de producción repercute en el caudal y características del efluente líquido residual, que provocaron aumentos en los tiempos de retención en los tanques de bombeo y en el de igualación, presentando menores cantidades de pH en las aguas residuales, por esos motivos es indispensable adoptar medidas de mejora para modificar las coagulaciones y floculaciones en la PTAR que generarían la reducción de costos de operación y mantenimiento. Lo mismo pasó en la investigación de Mestanza (2019) quien presentó como diagnóstico inicial que existe falta de control en el uso de agua en la etapa de lavado uso de agua residual en el proceso y vertimiento del efluente sin antes ser tratado, también la falta de capacitación al personal en sus procesos productivos, conllevando a un negativo impacto a nivel ambiental de -189.

En vista de determinar los sólidos totales iniciales en los efluentes generados por la empresa PROMASA, sustentado en las teorías tal como lo indica Aguilar (2014) que el medio ambiente no verá tan afectado o dañado, siempre y cuando los límites permisibles de los efluentes no excedan a los establecido por el Ministerio de la Producción y ANA (Autoridad Nacional del Agua), tomando en cuenta esta teoría, en la Figura 4 y 5 se visualizan que los niveles de sólidos totales exceden el límite de control superior (LCS) que debe ser menor a 700 mg/L, por lo tanto, el proceso está fuera de control; el proceso estuvo muy inestable debido a que hubo falta de mantenimiento en los equipos de la planta de tratamiento de efluentes y falta de control en las operaciones, además, el personal no monitoreaba en el tiempo adecuado y los equipos presentaban averías y los niveles de aceites y grasas se encuentran por encima del límite de control superior que debe ser menor a 350 mg/L y presenta una tendencia muy inestable, lo cual indica que el proceso está fuera de control. Estos resultados se asemejan en la investigación de Romero y Rodríguez (2019),

quienes determinaron que los niveles de sólidos totales exceden el límite de control superior (LCS) que debe ser menor a 700 mg/L y en los niveles de aceites y grasas se encuentran por encima del límite de control superior que debe ser menor a 350 mg/L dentro de la empresa HAYDUK SA, Malabrigo. También se asemeja en la investigación de Díaz, et al (2018), quienes lograron determinar que los niveles de sólidos totales exceden el límite de control superior (LCS) que debe ser menor a 700 mg/L y en los niveles de aceites y grasas se encuentran por encima del límite de control superior que debe ser menor a 350 mg/L dentro de la empresa manufacturera.

Respecto a conocer la implementación de la mejora continua en el sistema de flotación por aire disuelto, en la etapa planificar se estructuró un procedimiento claro a seguir por la empresa, este se basó en un objetivo, el alcance, principios, se indicó las responsabilidades del personal a cargo, así como las actividades en secuencia que conformaban el proceso; resultado de la revisión, se elaboró un check list para monitorear los procesamientos operacionales de la celda química, el cual se visualiza en el Anexo 14. Estos resultados se asemejan en la investigación de Aguilar (2017) quien para poder dar pase a la implementación del sistema DAF, elaboró un manual de procedimientos, el cual permitió que la empresa conozca cuales son las funciones y responsabilidades que tiene cada colaborador en cada etapa del proceso productivo.

En la etapa hacer, se aplicó el plan de mantenimiento preventivo para los meses de enero a junio del 2021, donde gracias a este plan la empresa pudo evitar paradas intempestivas y generación de sólidos totales dentro del proceso productivo de harina de pescado. También se aplicó capacitaciones en las actividades de mantenimiento preventivo y en el correcto procedimiento operacional de la planta de tratamiento de efluentes y límites máximos permisibles, donde se obtuvo un porcentaje de cumplimiento del 100 % con la planificación de las charlas de capacitación. Por lo mencionado anteriormente y darle cumplimiento a lo que estipula el MINAM, se implementó un sistema de flotación de aire disuelto para así poder reducir los sólidos suspendidos totales a tal punto de estar dentro del rango de los límites máximos permisibles según resolución directoral. Estos resultados se asemejan en la investigación de Quoc

(2017) quien, para solucionar los problemas existentes dentro de la empresa, implementó un plan de mantenimiento y un sistema de flotación de aire disuelto para así poder reducir los sólidos suspendidos totales a tal punto de estar dentro del rango de los límites máximos permisibles según resolución directoral. Lo mismo pasó en la investigación de Belleggia (2016), quien implementó capacitaciones y un sistema de flotación de aire disuelto para así poder reducir los sólidos suspendidos totales a tal punto de estar dentro del rango de los límites máximos permisibles según resolución directoral.

En la etapa verificar con apoyo del check list de procedimientos operacionales de la dosificación de coagulante y floculante se obtuvo un porcentaje de cumplimiento de 82.54% y en la etapa actuar las dosis óptimas obtenidas en el estudio de prueba de jarras a nivel laboratorio, tanto de los coagulantes como del floculante, se tomaron como referencia para realizar el ajuste para ser aplicado a nivel de planta, obteniéndose como dosificación óptima de acuerdo a lo especificado en la Tabla 17. Lo mismo paso en Chambi, et al (2016), quienes después de implementar el sistema DAF lograron verificar un porcentaje de cumplimiento de 85.43% con respecto a la dosificación de coagulante y floculante. También se asemeja en la investigación de Van, et al (2019), quienes para tener un mejor control de la dosificación de coagulante y floculante emplearon las fichas técnicas de cada insumo para poder estar dentro de los límites máximos permisibles por las autoridades.

Con respecto a la verificación de los resultados obtenidos después de la implementación de la mejora continua del sistema de flotación por aire disuelto, se observó una satisfactoria reducción del nivel de sólidos suspendidos totales y grasas y aceites durante los meses de mayo y junio del 2021, además no superan el promedio, lo cual indica que el proceso se encuentra estable. Lo mismo pasó en la investigación de Romero y Rodríguez (2019), quienes después de aplicar el sistema DAF, obtuvieron resultados favorables en cuanto a la reducción del nivel de sólidos suspendidos totales y grasas y aceites, debido a que no superaron el promedio, lo cual indica que el proceso se encuentra estable.

VI. CONCLUSIONES

1. Se determinó que las causas principales que generan la presencia de sólidos suspendidos totales en los efluentes generados por la empresa PROMASA son un mal control de adición de coagulante y floculante, falta de mantenimiento, fallas, averías, mala manipulación de los equipos, información equivocada, poca capacitación, mal control, altos niveles de materia contaminante, retraso en la entrega de materiales de reparación y mal manejo e inestabilidad del proceso.
2. Se determinó que los niveles de sólidos totales exceden el límite de control superior (LCS) que debe ser menor a 700 mg/L, por lo tanto, el proceso está fuera de control; el proceso estuvo muy inestable debido a que hubo falta de mantenimiento en los equipos de la planta de tratamiento de efluentes y falta de control en las operaciones, además, el personal no monitoreaba en el tiempo adecuado y los equipos presentaban averías. Los niveles de aceites y grasas se encuentran por encima del límite de control superior que debe ser menor a 350 mg/L y presenta una tendencia muy inestable, lo cual indica que el proceso está fuera de control.
3. Se llevó a cabo la realización del manual de operaciones para la celda química, se obtuvo un porcentaje de cumplimiento del 100 % con la planificación de las charlas de capacitación, con respecto al check list de procedimientos operacionales de la dosificación de coagulante y floculante se obtuvo un porcentaje de cumplimiento de 82.54%.
4. Se observó una satisfactoria reducción del nivel de sólidos suspendidos totales y grasas y aceites durante los meses de mayo y junio del 2021, además no superan el promedio, lo cual indica que el proceso se encuentra estable.
5. Se determinó la validación de la hipótesis de esta investigación, donde de manera estadística se obtuvo el valor estadístico de $p=0.00003$ y $p=0.001$, en cuanto a los sólidos suspendidos totales y grasas y aceites; estos valores permiten afirmar la validación de la hipótesis alternativa y el objetivo general de la investigación, el cual fue que la implementación de la mejora continua en el sistema de flotación por aire disuelto, reducir los sólidos totales en los efluentes generados por la empresa PROMASA.

VII. RECOMENDACIONES

1. Hacer de la mejora continua del sistema de flotación por aire disuelto una filosofía empresarial para continuar con la reducción de los sólidos totales en los efluentes generados por la empresa PROMASA, con la finalidad de siempre cumplir con las expectativas de todos los clientes.
2. Establecer siempre los límites promedio de manera que estos funcionen como una línea de emergencia o de aviso cuando los niveles de sólidos totales se encuentren fuera de control.
3. Diseñar capacitaciones y juegos lúdicos para que los operarios aprendan de mejor manera la implementación de la mejora continua en el sistema de flotación por aire disuelto basado en la metodología de Deming.
4. Organizar de manera adecuada la gestión logística desde el punto de vista económico, a través de un inventario de repuestos e insumos de mantenimiento que permita obtener información relativa y oportuna de los stocks; asimismo, mantener actualizado el historial de equipos, puesto que las actividades descritas en ellos serán de ayuda para modificaciones en el plan ejecutado, de esta manera efectuar mejoras continuas del sistema de gestión del mantenimiento.
5. Capacitar de manera técnica y adecuada al personal inmerso en el área de gestión de mantenimiento, a fin de que los trabajos de mantenimiento se realicen de manera adecuada y oportuna permitiendo mejorar la mantenibilidad, la disponibilidad y reducir las horas inactivas en los talleres de mantenimiento, de tal manera que permita efectuar una adecuada gestión comercial.
6. Sugerir para los próximos investigadores que puedan tomar en cuenta la metodología de esta investigación ya que es de alta fiabilidad y los datos obtenidos son confiables y verdaderos. Prevalecer y profundizar el nivel de capacitaciones para los trabajadores evaluando de manera continua los resultados y el aporte individual a la organización.
7. Escoger con especial cuidado el tipo de prueba estadística a emplear en la contratación de hipótesis en caso de tener más parámetros de sólidos totales a analizar.

REFERENCIAS

ACUÑA, Jorge. Ingeniería de confiabilidad. Madrid, España: 2.ª ed. 2015. 19-23pp.
ISBN: 9977661413

ÁLVAREZ IBARROTA José María. Introducción a la calidad. 1era. ed. España: Ideas propias Editorial. 2006. 136p.

ISBN: 978-84-96578-24-1

AMERICA ECONOMÍA. 2014. El 35,6% de plantas pesqueras en Perú fabrican conservas. [En línea] 1 de Setiembre de 2014. [Citado el: 12 de mayo de 2018.]
<https://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/el-356-de-plantas-pesqueras-en-peru-fabrican-conservas>.

AYUNI, Dennis y MATHEUS, Annie. Sistema de mejora continua en la empresa Arnao S.A.C. bajo la metodología PHVA. Tesis (Bachiller en Ingeniería Industrial). Lima: Universidad de San Martín de Porres, 2015.

BALLOU, Ronald. Gestión de la calidad: conceptos, enfoques, modelos y sistemas. 2.ª ed. España: Grupo Editorial Pearson, 2006. 45pp.

ISBN: 10-84-205-4262-8

BERNAL, César. Metodología de la Investigación [en línea]. Tercera Edición. Colombia s.l.: Pearson, 2010. 320pp. ISBN: 978-958-699-128-5.

CÁRDENAS, Anibal. Collection Instruments data through the statistics of deformation and pointing. Horizon of Science 3 (4): 165-180, July 2015.

ISSN 2304 – 4330

CARUSO, José Mauro y ROSSO, Franz. Factores que afectan la productividad y la calidad en la producción industrial de muebles de madera en Venezuela. Rev. Forest., Venez. 44(2) 2013, 63-72.

CASTILLO, Freddy. Productividad y Competitividad [en línea]. Asociación de Egresados y Graduados de la Pontificia Universidad Católica del Perú, 18 de marzo de 2012.

CHANG, Eduardo. Proposal for a preventive maintenance management model for a small company in the mining sector to reduce the cost of the Industrial Engineering

rental service. (26): 45-55, 2018.
ISSN: 0098-143

CISNEROS, Brenda y RUÍZ, Wendy (2017). Propuesta de un modelo de mejora continua de los procesos en una empresa exportadora de espárragos basado en la ISO 9001:2015. Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil. (tesis para obtener el título de maestro en sistemas integrados de calidad, ambiente y seguridad. Recuperado de:
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1903/13/UPS-GT000260.pdf>

CLARES, José Antonio. Calidad práctica. 1era. ed. España: Prentice Hill, 2005.210-211p.

ISBN: 84-205-4614-3

CRUELLES, José. Productividad e Incentivos. 1a. ed. México. Alfaomega, 2013. 202 p.

ISBN: 978-607-707-578-3

DEL MAR, Amorós. Los procedimientos de la verificación de datos y comprobación limitada. 2.ª Ed Madrid: Universidad Autónoma de Madrid, 2015. 120-200p.
ISBN: 917021970932

DEMING, W. E. Calidad, productividad y competitividad. México. Ediciones Díaz de Santos, 1989. 20p.

ISBN: 84-87189-22-9

ECONOMÍA [En línea]. Perú: INEI 4 de mayo de 2018. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2019]. Disponible en: <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/economia/>.

EQUIPO VERTICE. Gestión de la calidad (ISO 9001/2008). España: Publicaciones Vértice ,2010. 12p.

ISBN: 978-84-9931-187-6

EVANS, James y LINDSAY, William. Administración y control de la Calidad. 9 ed. México: CengageLearning, 2005. 49-51 pp.

ISBN: 978-607-519-376-2

FERNÁNDEZ GARCÍA, Ricardo. La mejora de la productividad en la pequeña y mediana Empresa. San Vicente: Club Universitario, 2012. 33p.

ISBN: 978-84- 9948-413-6

FLORES, Elizabeth y MAS, Arianna. 2015. Aplicación de la metodología PHVA para la mejora de la productividad en Área de producción de la empresa KAR & MA S.A.C. Tesis (Bachiller en Ingeniería Industrial). Lima: Universidad de San Martín de Porres, 2015.

GARCIA, Alfonso. Productividad y Reducción de Costos. 2ª. ed. México. Trillas, 2011. 279 p.

ISBN: 978-607-17-0733-8

GARCIA, Zeferino. Control estadístico de la calidad y seis sigmas. 3er.ed. México: Mc Graw Hill education, 2013. 45p.

ISBN: 978-607-15-0929-1

GESTIÓN. 2017. EY: actividad pesquera registrará un crecimiento de 30.2% al cierre del presente año. [En línea] 07 de diciembre de 2017. [Citado el: 11 de mayo de 2019.] <https://gestion.pe/economia/ey-actividad-pesquera-registrara-crecimiento-30-2-al-cierre-del-presente-ano-222291>.

GUTIERREZ, Humberto. Calidad Total y Productividad. Tercera Edición. D.F.: Editorial: McGRAW HILL, 2010. 363pp.

ISBN: 978-607-15-0315-2.

HADDAD, Salomón. (2016). Mejora de procesos para incrementar la percepción de calidad respecto al servicio que brinda una empresa de limpieza. (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima. Recuperado de: http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/4899/Haddad_ds.pdf?sequence=1&isAllowed=y

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la Investigación. Quinta edición. México D.F.: Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana, 2014. 613pp.

ISBN: 978-607-15-0291-9.

Herramientas para la Mejora de la Calidad. Instituto Uruguayo de Normas Técnicas. Montevideo: UNIT, 2016. 117pp.

INEI. 2018. ECONOMÍA. [En línea] 4 de mayo de 2018. <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/economia/>.

Instituto Uruguayo de Normas Técnicas. 2016.Herramientas para la Mejora de la Calidad. Montevideo: UNIT, 2016. pág. 117.

ITUSER. Calidad total: Fuente de ventaja competitiva. 1. ° ed. Murcia: Grupo Editorial Espagrafic, 2011. 207pp.

ISBN: 12-84-205-4262-8

JIJO, Klever. 2013. Estudios de Tiempos y Movimientos para Mejoramiento de los procesos de Producción de la Empresa Calzado Gabriel. (Tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial en procesos de Automatización). Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, 2013.

JIMENEZ, Carlos, et al. (2019). "Materials Supply System Analysis Under Simulation Scenarios in a Lean Manufacturing Environment". Revista SciELO – Scientific, México. Vol. 3, pp. 134 – 150. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-64232014000500001

ISSN: 1665 – 6423

LOPEZ., Francisco. La gestión de calidad en Educación. Madrid: La Muralla, 2003. 60 pp.

ISB: 84-7133-63-6

KANAWATY, George. Introducción al Estudio del Trabajo. Cuarta Edición, Ginebra: Oficina Nacional del Trabajo, 2010. 532pp.

ISBN: 92-2-307 108-9.

MARTÍNEZ, Diana. 2018. Propuesta de mejoramiento continuo mediante la metodología kaizen, a la actividad de recepción de reciclaje parte del programa de auto sostenimiento de la fundación desayunitos creando huella. Universidad

Católica De Colombia. (tesis para obtener el grado de título profesional de ingeniero industrial).

MARTÍNEZ, Fernando. Design of a maintenance plan for high reliability equipment. *Industrial Technique* (20): 289-301, 2017.

ISSN: 0786 – 1342

MATA, Dayler; ALLER, Junior and GOOD, Andres. Probabilistic analysis of the predictive and corrective maintenance of rotating electric machines in a drawing plant. *Science and Technology*, (12): 28-43, 2016.

ISSN: 1425-3422

MIQUEL, Salvador y MOLINER, Miguel. 2018. "Analysis of the relationship between quality and satisfaction in the hospital environment based on the established management model". Universitat Jaume de España. (tesis para obtener el grado de doctor en gestión de calidad). Recuperado de: <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/10357/civera.pdf?sequence=1>

MIRANDA, Francisco. Introducción a la gestión de Calidad. España: Delta Publicaciones, 2007. 32 pp.

ISBN 84-96477-64-9

MORA, Luis. 2012. Gestión Logística Integral. Bogotá: Ecoe Ediciones, 2012. 380 pp.

ISBN: 978-958-648-572-2.

MORALES, Carlos. Propuesta de mejora en el proceso productivo en la empresa Industrias y Derivados S.A.C. para el incremento de la productividad. Tesis (Bachiller en Ingeniería Industrial). Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2016. Lambayeque: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2016.

MOYANO, José. Gestión de la Calidad en Empresas Tecnológicas de TQM a ITIL. Primera edición. Bogotá: Editorial Starbook, 2011. 254pp.

ISBN: 978-958-8675-75-6.

MUNCH, Lourdes. Calidad y Mejora Continua: Principios para la Competitividad y la Productividad. Segunda Edición. D.F. Editorial: Trillas, 2013. 128pp.

ISBN: 128. 978-607-17-1633-0.

NIEBEL, Benjamín y FREIVALDS, Andris Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo. 13° Edición, México D.F. Editorial: MCGRAW-HILL, 2014. 548pp.

ISBN: 9786071511546

ÑANA, Heldibrando. (2018). Metodología PHVA para mejorar la productividad en una empresa maderera. Universidad Peruana los Andes. (tesis para obtener el título profesional de ingeniero industrial). Recuperado de: <http://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/UPLA/1072/%C3%91a%C3%B1a%20Hurtado%20Heldibrando%20Nilo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

OSEDA, Dulio y RAMÍREZ, Felisícimo. (2011). ¿Cómo aprender y enseñar investigación científica? Primera edición. S.I: Editorail Agencia Peruana de la Universidad Nacional de Huancavelica, Perú. 2011. 219pp. ISBN: 978-612-46019-0-3

PÁRAMO, Pablo y GÓMEZ, Manuel. (2008). La investigación de las ciencias sociales. Bogotá: Universidad piloto de Colombia, Net educativa.

PATEL, Miguel & KUMAR, Raúl. (2015). Productivity Improvement in Milk Industry through PDCA Approach- A Case Study. International Journal for Research in Technological Studies, 2(6), 16-21.

PEÑA, Tania. La complejidad del análisis documental Información, cultura y sociedad: revista del Instituto de Investigaciones Bibliotecológicas, Buenos Aires. (16): 55-81, 2016. ISSN: 1514-8327

PÉREZ, Fermín. 2017. Dirección de la Actividad Empresarial de Pequeños Negocios o Microempresas. Primera Edición. S.I.: Editorial CEP S.L, 2017. 285pp. ISBN: 978-84-681-7964-

PROKOPENKO, Joseph. La gestión de la productividad. 1a. ed. Ginebra: Organización Internacional del Trabajo, 1989. 317 p.

ISBN: 9253059011

QUIROZ, Miguel. (2019). "Implementación de la metodología PHVA para incrementar la productividad en una empresa de servicios". Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima – Perú. (tesis para obtener el título profesional de ingeniero industrial). Recuperado de: https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/10822/Quiroz_cm.pdf?sequence=1&isAllowed=y

RODRIGUEZ, Josué. Gestión por procesos. 2. ºed. Madrid: Grupo editorial Isec, 2004. 49pp.

ISBN: 45496237563265

ROJAS, Sandra. Propuesta de un sistema de mejora continua, en el proceso de producción de productos de plásticos domésticos aplicando la metodología PHVA. Tesis (Bachiller en Ingeniería Industrial). Lima: Universidad de San Martín de Porres, 2015.

SILVA, Adrianna, MEDEIRO, Carla y KENNEDY, Raimundo. Cleaner Production and PDCA cycle: Practical application for reducing the Cans Loss Index in a beverage company. Revista Científica Elsevier. N° 150.

ISSN: 0959-6526

TERRAZAS, Rafael. Planificación y programación de operaciones. Cochabamba, Bolivia. (28): 12-27, 2015.

ISSN: 1994-3733

TRÍAS, Verónica, y otros. LAS 5 W + H y el ciclo de mejora. Laboratorio Tecnológico del Uruguay [En línea] 26 de abril de 2012. [Fecha de consulta: 18 de mayo de 2018]. Disponible en: ojs.latu.org.uy/index.php/INNOTEC-Gestion/article/download/5/4/.

VARGAS, Súa y VITERI, Natalia. 2018. Aplicación de la metodología PHVA para aumentar la productividad en el área de producción de la empresa Envases Gráficos S.A.C. Tesis (Bachiller en Ingeniería Industrial). Lima: Universidad de San Martín de Porres. Recuperado de: https://www.usmp.edu.pe/PFI/II/pdf/20141_3.pdf

WEIERS, Ronald. Introducción a la estadística para negocios. 5° ed. Estados Unidos: Cenage Learning, 2006. 1010 pp.

ISBN: 9706864377

WORWELL, Irene. Reporting: exploring databases as instruments of analysis. Acimed. 9 (4): 20-32, 2017.

ISSN 1024-9435

WALPOLE, Rigoberto and MYERS Renato. Probability and statistics for engineers. Pearson (7): 45-61, 2018.

ISSN: 0654 – 5432

ZAPATA, Amparo. Ciclo de la Calidad PHVA. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2015. 138pp. ISBN: 978-958-775-304-2

ZAPATA, Carla Design of a preventive maintenance management system for the H and L II plant equipment at the Orinoco Alfredo Maneiro steelworks. Experimental Polytechnic (9): 098-112, 2014.

ISSN: 1256-6543

ANEXOS

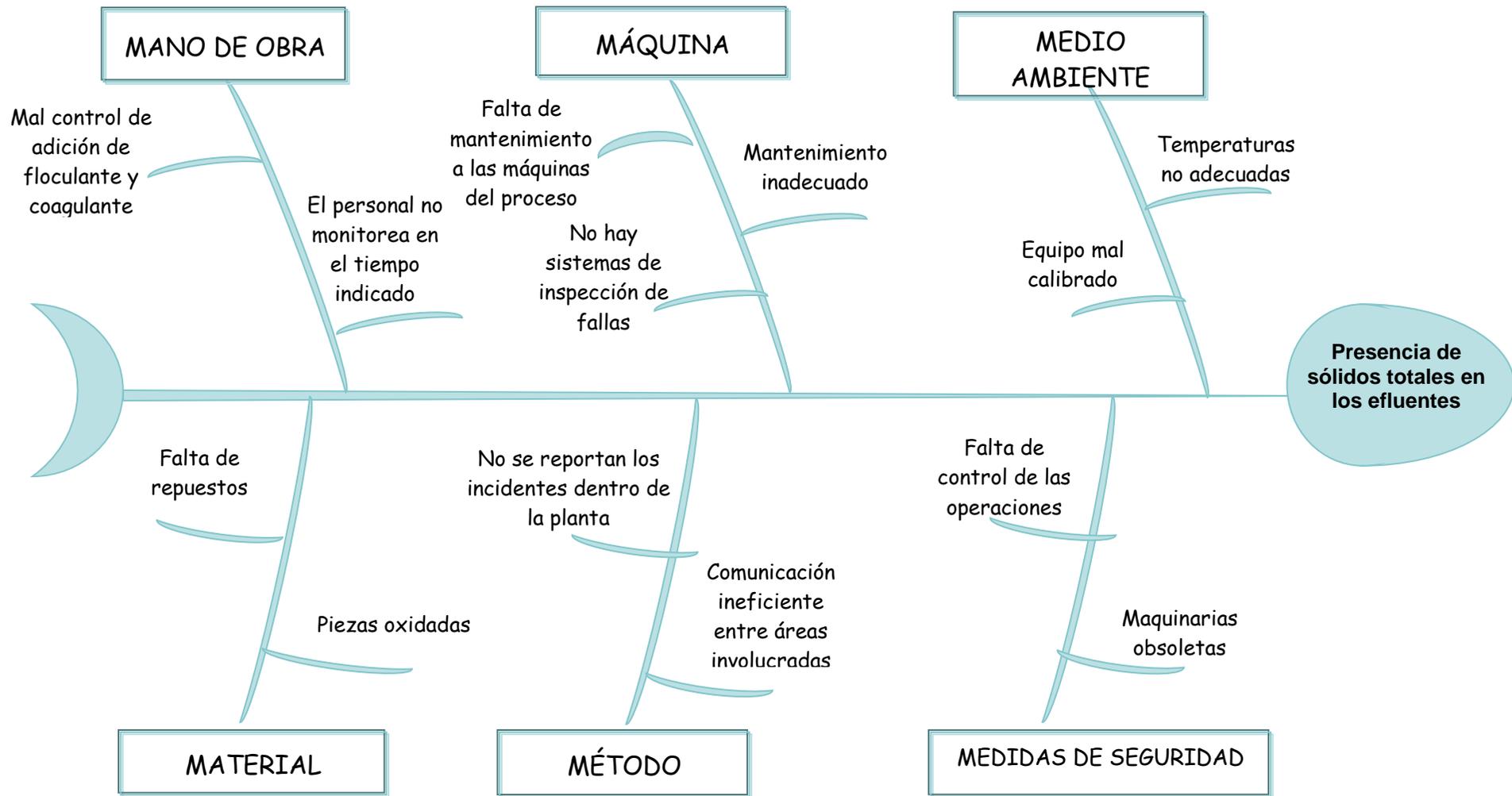
Anexo 1. Matriz de operacionalización de las variables.

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores		Escala de Medición			
Variable Independiente: Mejora continua	La mejora continua es aquella labor habitual determinando objetivos con la finalidad de hallar oportunidades para mejorar la organización o compañía donde se está realizando la aplicación de la mejora continua cumpliendo los requisitos exigidos por los clientes brindándoles un producto de buena calidad, empleando el análisis de datos y en base a eso, tomar acciones correctivas y en su mayoría preventivas en la compañía (Gutiérrez, 2014, p. 120).	Toda empresa tiene que contar con un plan de mejora continua que le permita mejorar sus procesos, esta mejora continua consiste en planificar los objetivos que se quieren lograr, luego se procede a hacerlo, a verificar y posteriormente a tomar medidas correctivas o preventivas.	Planificar	Diagnóstico inicial de la empresa PROMASA	N° de causas principales del problema / N° total de causas	Razón			
				Diagrama de proceso		Diagrama de proceso	Nominal		
				Elaboración del manual de operaciones	# de procedimientos programados	Nominal			
			Hacer				Número de horas de mantenimiento preventivo	N° de horas de mantenimiento / N° de horas programadas	Razón
							Capacitación al personal operativo	NCPA = % Nivel de cumplimiento de la programación de actividades PE = Pasos ejecutados PP = Pasos programados $\%NCPA = \left(\frac{PE}{PP}\right) \times 100$	Razón
							Check list de procedimientos operacionales de la celda química.	% del cumplimiento de las operaciones de la celda química	Razón

			Verificar	Reporte de resultados de indicadores después de las mejora	NCA = % Nivel de cumplimiento de actividades MO = Mejoras obtenidas MP = Mejoras programadas $\% NCA = \left(\frac{MO}{MP}\right) \times 100$	Razón
			Actuar	Planificación de estrategias preventivas	LO = % Levantamiento de observaciones OR= Observaciones resueltas OP= Observaciones totales $\%LO = \left(\frac{OR}{OT}\right) \times 100$	Razón
Sólidos totales en los efluentes	Los sólidos totales representan una amenaza porque pueden alterar al ecosistema (Espigares Y Pérez, 1985, p.2).	Los sólidos totales nos indicaran si los efluentes se están tratando de manera correcta, el cual se medirá a través del nivel de materia contaminante de sólidos suspendidos totales, de aceites y grasas.	Nivel de materia contaminante de sólidos suspendidos totales	≤ 700	Aceptable	Intervalo
				> 700	Inaceptable	Intervalo
			Nivel de materia contaminante de aceites y grasas	≤ 350	Aceptable	Intervalo
				> 350	Inaceptable	Intervalo

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2. Diagrama de Ishikawa aplicado en el proceso productivo de harina de pescado.



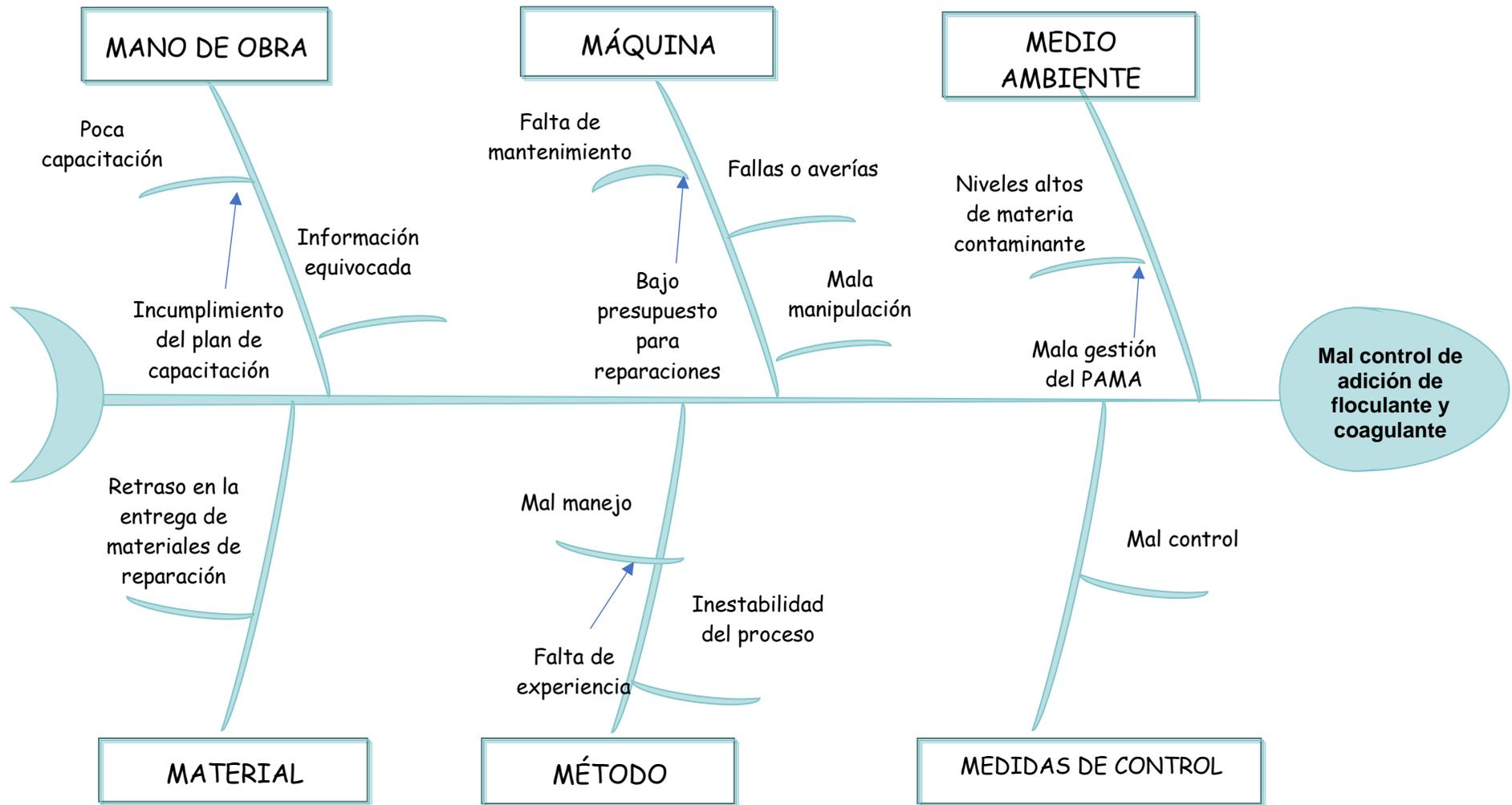
Fuente: Elaboración propia / Datos obtenidos de la empresa PROMASA.

Anexo 3. Diagrama de Pareto realizado en la empresa PROMASA.

Causas que generan la presencia de sólidos en los efluentes	Cantidad	Frecuencia Acumulada	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Mal control de adición de floculante y coagulante	100	100	23.1%	23.15%
Falta de control de las operaciones	80	180	18.5%	41.67%
El personal no monitorea en el tiempo indicado	80	260	18.5%	60.19%
Falta de mantenimiento de las máquinas en el proceso	35	295	8.1%	68.29%
Comunicación ineficiente entre áreas involucradas	30	325	6.9%	75.23%
No se reportan los incidentes dentro de la planta	27	352	6.3%	81.48%
Falta de repuestos	27	379	6.3%	87.73%
Piezas oxidadas	27	406	6.3%	93.98%
Máquinas obsoletas	6	412	1.4%	95.37%
Mantenimiento inadecuado	6	418	1.4%	96.76%
Temperaturas no adecuadas	5	423	1.2%	97.92%
Equipo mal calibrado	5	428	1.2%	99.07%
Máquinas obsoletas	4	432	0.9%	100.00%
Total	432		100%	

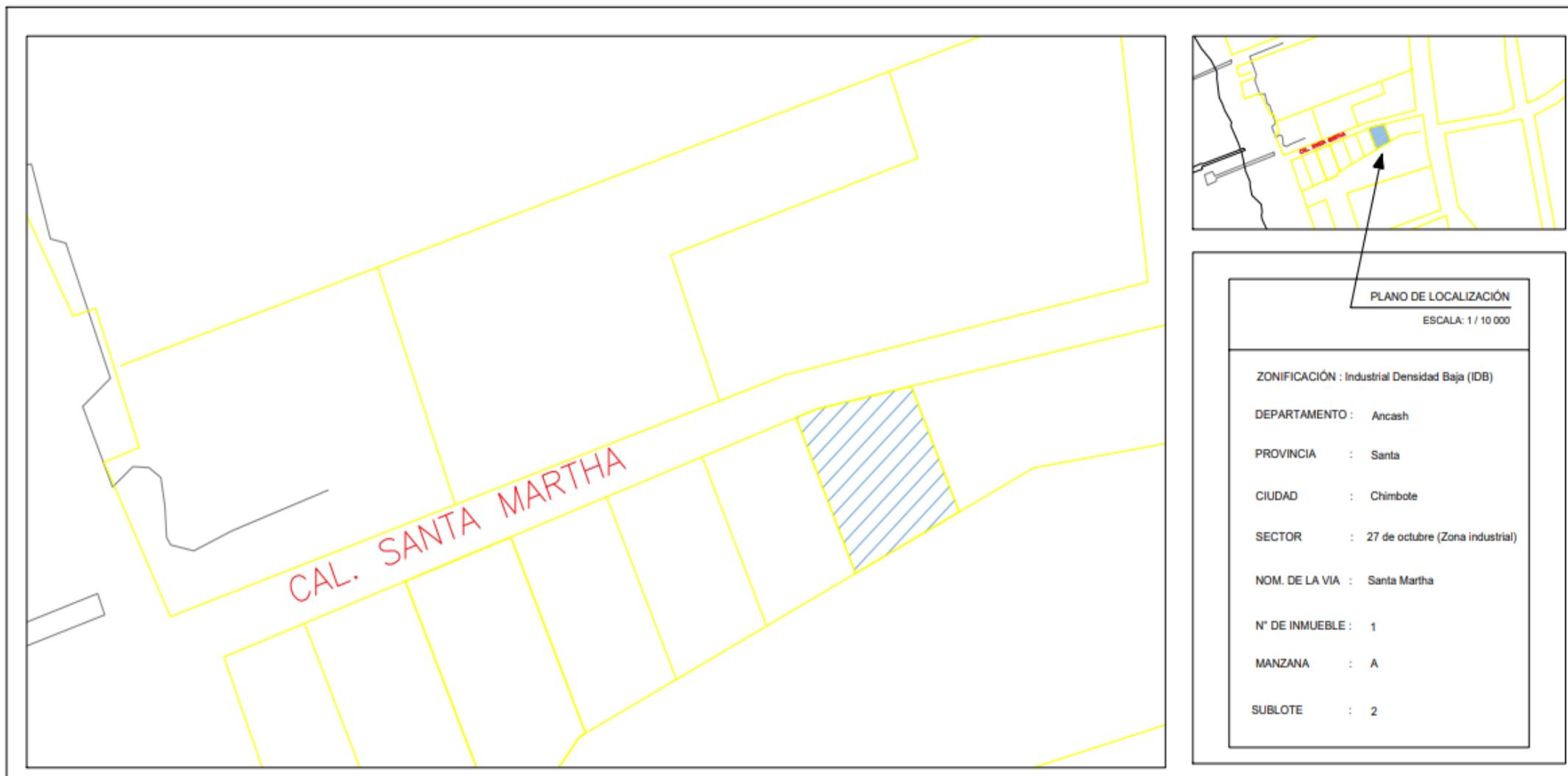
Fuente: Elaboración propia / Datos obtenidos de la empresa PROMASA.

Anexo 4. Diagrama de Ishikawa aplicado a la principal causa obtenida del diagrama de Pareto.



Fuente: Elaboración propia / Datos obtenidos de la empresa PROMASA.

Anexo 5. Plano de ubicación de la empresa PROMASA.



Fuente: Google Maps.

**Anexo 6. Base de datos de control de lectura de equipos de los sólidos totales
iniciales.**

Fecha	Flujo m/h	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	SST	PROM	LCS	LCI
10/11/2020	31.94	702.65	703.43	701.26	702.45	690.37	700.00	685.90
12/11/2020	37.73	686.86	688.36	687.96	687.73	690.37	700.00	685.90
14/11/2020	34.64	674.91	676.41	676.01	675.78	690.37	700.00	685.90
16/11/2020	35.14	717.82	719.32	718.92	718.69	690.37	700.00	685.90
18/11/2020	31.51	667.88	669.38	668.98	668.75	690.37	700.00	685.90
20/11/2020	31.64	667.30	668.80	668.40	668.17	690.37	700.00	685.90
22/11/2020	32.49	703.23	704.73	704.33	704.10	690.37	700.00	685.90
24/11/2020	31.37	692.12	693.62	693.22	692.99	690.37	700.00	685.90
26/11/2020	36.39	702.94	701.44	701.04	701.81	690.37	700.00	685.90
28/11/2020	37.46	704.89	705.39	703.99	704.76	690.37	700.00	685.90
30/11/2020	31.19	675.60	677.10	676.70	676.47	690.37	700.00	685.90
02/12/2020	37.23	669.73	671.23	670.83	670.60	690.37	700.00	685.90
04/12/2020	36.82	693.11	694.61	694.21	693.98	690.37	700.00	685.90
06/12/2020	31.43	701.46	702.96	702.56	702.33	690.37	700.00	685.90
08/12/2020	30.18	677.21	678.71	678.31	678.08	690.37	700.00	685.90
10/12/2020	22.31	675.24	677.65	666.66	673.18	690.37	700.00	685.90
12/12/2020	30.98	708.95	710.45	710.05	709.82	690.37	700.00	685.90
14/12/2020	22.31	693.52	695.02	694.62	694.39	690.37	700.00	685.90
16/12/2020	30.98	675.04	676.54	676.14	675.91	690.37	700.00	685.90
18/12/2020	28.23	702.73	704.23	703.83	703.60	690.37	700.00	685.90
20/12/2020	30.56	694.37	695.87	695.47	695.24	690.37	700.00	685.90
22/12/2020	32.29	712.95	714.45	714.05	713.82	690.37	700.00	685.90
24/12/2020	29.62	664.95	666.45	666.05	665.82	690.37	700.00	685.90

Fuente: Empresa PROMASA.

Anexo 7. Base de datos de control de lectura de equipos del aceite y grasas
iniciales.

Fecha	Flujo m/h	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	ACEITES Y GRASAS	PROM	LCS	LCI
10/11/2020	31.94	328.63	330.05	329.30	329.28	308.15	350.00	303.69
12/11/2020	37.73	264.54	265.96	265.21	265.19	308.15	350.00	303.69
14/11/2020	34.64	353.78	355.20	354.45	354.43	308.15	350.00	303.69
16/11/2020	35.14	276.91	278.33	277.58	277.56	308.15	350.00	303.69
18/11/2020	31.51	341.78	343.20	342.45	342.43	308.15	350.00	303.69
20/11/2020	31.64	353.28	354.70	353.95	353.93	308.15	350.00	303.69
22/11/2020	32.49	318.60	320.02	319.27	319.25	308.15	350.00	303.69
24/11/2020	31.37	280.54	281.96	281.21	281.19	308.15	350.00	303.69
26/11/2020	36.39	338.69	340.11	339.36	339.34	308.15	350.00	303.69
28/11/2020	37.46	326.98	328.40	327.65	327.63	308.15	350.00	303.69
30/11/2020	31.19	355.01	356.43	355.68	355.66	308.15	350.00	303.69
02/12/2020	37.23	323.60	325.02	324.27	324.25	308.15	350.00	303.69
04/12/2020	36.82	298.94	300.36	299.61	299.59	308.15	350.00	303.69
06/12/2020	31.43	242.01	243.43	242.68	242.66	308.15	350.00	303.69
08/12/2020	30.18	277.76	279.18	278.43	278.41	308.15	350.00	303.69
10/12/2020	22.31	249.50	250.92	250.17	250.15	308.15	350.00	303.69
12/12/2020	30.98	272.57	273.99	273.24	273.22	308.15	350.00	303.69
14/12/2020	22.31	263.28	264.70	263.95	263.93	308.15	350.00	303.69
16/12/2020	30.98	300.35	301.77	301.02	301.00	308.15	350.00	303.69
18/12/2020	28.23	322.37	323.79	323.04	323.02	308.15	350.00	303.69
20/12/2020	30.56	359.44	360.86	360.11	360.09	308.15	350.00	303.69
22/12/2020	32.29	265.50	266.92	266.17	266.15	308.15	350.00	303.69
24/12/2020	29.62	358.47	359.89	359.14	359.12	308.15	350.00	303.69

Fuente: Empresa PROMASA.

Anexo 8. Procedimientos operacionales de la celda química.



PROMASA

**MANUAL DE
PROCEDIMIENTOS
OPERACIONALES DE
LA CELDA QUÍMICA
EN EL TRABAJO DE
LA EMPRESA
“PROMASA”**

1. Objetivos operacionales

Realizar el tratamiento adecuado de los efluentes reduciendo el % de grasa y sólidos suspendidos totales para la recuperación máxima de sólidos a través de coagulantes y floculantes de esta manera se cumple con los LMP con el agua de retorno al mar.

2. Alcance del procedimiento

Se basa en el tratamiento químico mediante un sistema de coagulación, floculación y flotación, obteniéndose lodos, para su reutilización en la planta de harina.

3. Principios que rigen el procedimiento

Continuidad: Los lineamientos adoptados en el presente procedimiento pretenden trascender en el tiempo por medio de la actualización, dotando de certeza y agilidad al momento de la toma de decisiones.

Excelencia: Promueve el trabajo en equipo y la actitud innovadora orientados a lograr resultados más allá de lo esperado, contribuyendo al desarrollo personal.

Respeto: Permite valorar el esfuerzo de nuestros colaboradores y rechazar cualquier forma de intolerancia.

Comunicación: Practicada con un estilo transparente e integrador que facilita la retroalimentación en todos nuestros ámbitos de acción.

Cumplimiento: Velar por el cumplimiento de la legislación ambiental, normas y regulación nacional e internacional aplicables. Cumplir con los principios, políticas y normativas internas de la empresa.

Abreviaturas y definiciones

Celda Química: Sistema de flotación por aire disuelto DAF (Dissolved Air Flotation), equipado con bombas de recirculación, sistemas de disolución e inyección de aire, con sistema de aireación libre de bloqueo, barredores de lodo y removedores automáticos de sedimentos. Donde se adiciona productos químicos para la formación de los FLOC y la separación de agua clarificada, llegando a los LMP.

Efluente: Son los residuos provenientes de la industria que generalmente contienen sustancias orgánicas disueltas incluyendo tóxicos, materiales

biodegradables y persistentes, sustancias inorgánicas disueltas incluyendo nutrientes, sustancias orgánicas insolubles y solubles que se producen a lo largo del proceso productivo.

PAMA: Programa de Adecuación al Medio Ambiente.

PRODUCE: Ministerio de la Producción-

Coagulante Orgánico: Poliamina catiónica orgánica de bajo peso molecular para desestabilizar las partículas.

Floculante Aniónico: Polímero de alto peso molecular y de densidad de carga media que permite una floculación de las partículas coaguladas. (Formación de floc - lodos).

4. Responsabilidades

El Superintendente de Planta: Es responsable de aprobar este documento y supervisar su implementación.

Jefe de Turno: Es el responsable de verificar y hacer cumplir el procedimiento.

Jefe de Mantenimiento: Responsable del mantenimiento y operatividad de los equipos.

Analistas de gestión ambiental: son responsables de hacer cumplir y supervisar el desarrollo del presente procedimiento; monitorear y verificar los LMP del efluente después de su tratamiento.

Operadores de Área PAMA: son responsables de cumplir con lo establecido en el presente procedimiento.

5. Procedimiento operacional antes de encender el equipo

5.1. El operador debe:

- Verificar que no se encuentre personal no autorizado en la zona de trabajo.
- Verificar la seguridad en la zona de trabajo.
- Verificar la operatividad de los equipos, en el caso que hubiera un problema operativo comunicar al jefe de turno o supervisor de mantenimiento para que realice las acciones correctivas de inmediato.

- Revisar el stock de los productos químicos.

6. Encendido y puesta en marcha

El operador coordina con el Jefe de Turno el inicio de las operaciones.

Antes de empezar a trabajar la celda química, es necesario que el tanque equalizador tenga como mínimo 100 m³ de efluente.

- **Primer paso:** El operador enciende el agitador sumergible ubicado en la parte interna del tanque equalizador.
- **Segundo paso:** El operador enciende la bomba de alimentación para llenar la celda química, al mismo tiempo se accionan las bombas de coagulante y floculante
- **Tercer paso:** Se enciende el compresor, ingreso de agua para la preparación de floculante (0.2 % de concentración), enciende el panel eléctrico y control donde pone en marcha, tornillo helicoidal interior y bomba de recirculación para la inyección de aire, el cual ingresa a la celda, esto permitirá que los floc formados asciendan a la superficie y realizar la determinación de la dosificación de productos químicos mediante el test de jarras y regular las bombas dosificadoras.
- **Cuarto paso:** El operador enciende las paletas colectoras de sólidos flotados (lodos), que envía los sólidos al tanque colector de lodos, para luego ser enviado al tratamiento de deshidratación.

En la celda también se obtiene la fase líquida que es el efluente denominado agua clarificada que va al emisor submarino.

7. Durante la operación del equipo

- El operador verifica el caudal de ingreso en m³ a la celda química
- El operador verifica el buen funcionamiento de inyección de aire, flujo de aire, presión de aire.
- El operador verifica a través del tablero de control la velocidad de las paletas recolectoras de sólidos flotados (lodos).
- El operador verifica el llenado del tanque de lodos.

- El operador mide los datos de:
 - Volumen de coagulante (stock inicial y final de jornada de trabajo)
 - Volumen de floculante (stock inicial y final de jornada de trabajo)
- El analista de Gestión Ambiental mide los datos de:
 - Al ingreso de celda química:
 - ✓ Porcentaje de grasa, v/v sólidos, pH de agua.
 - En salida de celda química:
 - ✓ Porcentaje de grasas: lodos y agua clarificada, v/v sólidos: lodos y agua clarificada, pH: lodos y agua clarificada

8. Apagado del equipo

El operador coordina con Jefe de Turno aprox. una hora antes de que acabe la materia prima en poza; para proceder con el apagado de los equipos:

- El operador procede a apagar la bomba de alimentación de agua de bombeo hacia la celda química, inmediatamente se procede a apagar las bombas dosificadoras de productos químicos.
- El operador procede a apagar las paletas recolectoras de lodos.
- El operador controla el stock de productos químicos utilizados por cada producción, después de haber apagado todo el sistema.

9. Procedimiento de limpieza

El procedimiento de limpieza, durante la producción, en veda se visualiza continuación.

9.1. En Producción:

- Hacer la evacuación del agua de bombeo que se encuentra almacenada en el tanque equalizador, con su limpieza respectiva del mismo.
- Evacuar y lavar la celda química con agua a presión, de preferencia con agua de condensado, para quitar todos los sólidos impregnados en las paredes internas de la celda, así como las paletas recolectoras de lodo.

- Limpieza interna y externa del tanque de almacenamiento de lodos, cada vez que se termine el tratamiento, lavado interior con agua de las bombas de dosificación de productos químicos.
- Limpieza de la parte externa de la celda química como: pisos, plataformas, barandas, cada vez que se termine el tratamiento.

En Veda:

- Desmontaje de paletas, para su respectivo lavado con soda caustica, cubrir las bombas dosificadoras para evitar el ingreso de humedad.
- Hacer una buena limpieza a todos los equipos de la celda química, con abundante agua y soda caustica.
- Después de la limpieza, se deberá limpiar con ácido o algún producto de limpieza a todos los equipos que estén hechos de acero inoxidable, para mantenerlos en buen estado y no se oxiden

Anexo 9. Procedimientos de mantenimiento.

Procedimiento de mantenimiento

El procedimiento de mantenimiento general, diario, semanal, mensual y anual se visualiza en el Anexo 9.

General

- Mantener limpia toda la celda, libre de suciedad; mantener las bombas y reductores con sus respectivas guardas para evitar el contacto con el agua.

Mantenimiento Diario

- Inspeccionar el sistema para verificar que todo el equipo mecánico esté en funcionamiento.
- Verificar el buen funcionamiento de los equipos como bombas dosificadoras, compresor de aire, valvular de alivio de presión.
- El sistema debe recibir un recorrido de inspección visual por lo menos cada día cuando este en operación. Una inspección detallada punto por punto cada 30 días.

Mantenimiento semanal

- Verificar que todos los equipos se encuentren operando adecuadamente y si existe algún fusible quemado, cambiarse inmediatamente.
- Verificar el buen funcionamiento del sistema.
- Limpiar los equipos eléctricos de sistema.

Mantenimiento mensual

- Verificar la Revisión del aislamiento del motor y estado de los equipos y motores.
- Verificar el funcionamiento de las bombas de alimentación y dosificación.
- Revisar cadenas de transmisión, piñones, paletas, chumaceras y ejes.
- Verificar el funcionamiento del tablero de control.

Mantenimiento anual

- Retirar y revisar el reductor y bombas, según manual de equipo.
- Lijar parte oxidadas y pintar las estructuras metálicas de la planta.

Anexo 10. Impacto ambiental.

Impacto ambiental

El tratamiento químico, para tratar las aguas de bombeo, alcanza el objetivo de proteger el medio ambiente, por consiguiente, su impacto ambiental deberá ser positivo. El impacto ambiental se detalla en el Anexo 10.

Con el objetivo de facilitar el ordenamiento de los impactos positivos y negativos se agrupan como impactos:

- Social
- Económico
- Ambiental.

Impacto positivo

- Protección de los usuarios de la playa, pescadores y bañistas.
- Disminución de grasa del efluente.

Impacto negativo

- Los impactos a la fauna marina se reducen por ser un sistema que extrae los grasa y del efluente.
- Impactos socio culturales preocupación sobre la salud humana, de los trabajadores que realicen la extracción de grasa del efluente, disponen de equipos de seguridad.

Otros impactos que pueden producirse

- Pérdidas de efluente por derrames.
- Contaminación de los desagües, si no se prevé control de niveles.
- Malos olores, si no hay diseño, y operación y mantenimiento adecuado.

Anexo 11. Check List de procedimientos operacionales programados de la celda química.

N°	Procedimientos operacionales de la celda química	# Días de cumplimiento		Observaciones
		SÍ	NO	
Antes de encender el equipo				
1	Verificar la operatividad de los equipos			
2	Revisar el stock de los productos químicos.			
Encendido y puesta en marcha				
3	Verificar que el tanque ecualizador tenga la cantidad mínima de efluentes.			
4	Encender el agitador sumergible ubicado en la parte interna del tanque ecualizador.			
5	Encender la bomba de alimentación para llenar la celda química.			
6	Accionar las bombas de coagulante y floculante.			
7	Encender el compresor.			
8	Encender el panel eléctrico y control			
9	Determinar la dosificación de productos químicos mediante el test de jarra			
10	Regular las bombas dosificadoras.			
11	Encender las paletas colectoras de sólidos flotados.			
Durante la operación del equipo				
12	Verificar el caudal de ingreso en m3 a la celda química.			
13	Verificar el buen funcionamiento de inyección de aire, flujo de aire, presión de aire.			
14	Verificar a través del tablero de control la velocidad de las paletas recolectoras de sólidos flotados (lodos).			
15	Verificar el llenado del tanque de lodos.			
16	Medir los datos de volumen de coagulante inicial y final de la jornada de trabajo.			
17	Medir los datos de volumen de floculante inicial y final de la jornada de trabajo			
18	Medir los datos al ingreso de la celda química: porcentaje de grasa, v/v sólidos, pH de agua.			
19	Medir los datos a la salida de la celda química: lodos y agua clarificada, v/v sólidos: lodos y agua clarificada, pH: lodos y agua clarificada.			
Apagado del equipo				
20	Apagar la bomba de alimentación de agua de bombeo hacia la celda química.			

21	Apagar las bombas dosificadoras de productos químicos.			
22	Apagar las paletas recolectoras de lodos.			
23	Controlar el stock de productos químicos utilizados por cada producción, después de haber apagado todo el sistema.			
Procedimiento de limpieza				
24	Evacuar el agua de bombeo que se encuentra almacenada en el tanque ecualizador.			
25	Evacuar y lavar la celda química con agua a presión			
26	Evacuar y lavar las paletas recolectoras de lodo con agua a presión			
27	Limpiar interna y externa del tanque de almacenamiento de lodos, cada vez que se termine el tratamiento.			
28	Lavado interior con agua de las bombas de dosificación de productos químicos			
29	Limpiar la parte externa de la celda química como: pisos, plataformas, barandas.			
30	Hacer una buena limpieza a todos los equipos de la celda química, con abundante agua y soda caustica.			
31	Limpiar con ácido o algún producto de limpieza a todos los equipos que estén hechos de acero inoxidable, para mantenerlos en buen estado y no se oxiden			
Mantenimiento				
32	Mantener limpia toda la celda, libre de suciedad.			
33	Mantener las bombas y reductores con sus respectivas guardas para evitar el contacto con el agua.			
34	Inspeccionar el sistema para verificar que todo el equipo mecánico esté en funcionamiento.			
35	Verificar el buen funcionamiento del sistema.			
36	Limpiar los equipos eléctricos de sistema.			
37	Verificar el funcionamiento de las bombas de alimentación y dosificación.			
38	Retirar y revisar el reductor y bombas, según manual de equipo.			
39	Lijar parte oxidadas y pintar las estructuras metálicas de la planta.			

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 12. Fotos de capacitaciones.





Anexo 13. Procedimientos operacionales de la dosificación de coagulante y floculante.

N°	Procedimientos operacionales de la dosificación de coagulante y floculante	Cumplimiento		Observaciones
		SÍ	NO	
1	Verificar la operatividad de los equipos			
2	Revisar el stock de los productos químicos.			
3	Accionar las bombas de coagulante y floculante.			
4	Determinar la dosificación de productos químicos mediante el test de jarra.			
5	Regular las bombas dosificadoras.			
6	Verificar el caudal de ingreso en m ³ a la celda química.			
7	Medir los datos de volumen de coagulante inicial y final de la jornada de trabajo.			
8	Medir los datos de volumen de floculante inicial y final de la jornada de trabajo.			
9	Apagar las bombas dosificadoras de productos químicos.			
10	Controlar el stock de productos químicos utilizados por cada producción, después de haber apagado todo el sistema.			

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 14. Ficha técnica del coagulante y floculante.

Hoja Técnica

GrandInvest
grupo andino de inversiones

Calle Camino Real N° 180
Localidad Parque Industrial
San Pedro, Lima 33 - Perú
Tel: (51-1) 247 3707
Teléfono: (51-1) 247 4808
info@grandinvest.com
www.grandinvest.com

POLYCHEM BC 5218

El producto **POLYCHEM BC 5218** actúa como coagulante primario y agente neutralizador de carga en los procesos de separación líquido / sólido en una amplia gama de industrias.

CARACTERÍSTICAS

POLYCHEM BC 5218 Es una Poliamina catiónica líquida de peso molecular medio, que mejora la calidad de agua de entrada de proceso y efluente reduciendo, color los sólidos suspendidos y la turbidez.

Se utiliza como coagulante principal en programas donde se utilizan dos polímeros para aumentar las tasas de producción, los sólidos en la torta y la captura de sólidos.

APLICACIÓN

El coagulante **POLYCHEM BC 5218** debe aplicarse dispersando la corriente de alimentación y promoviendo una alta turbulencia para lograr un mezclado rápido más allá del punto de aplicación. Lograr un máximo de tiempo de residencia antes del proceso de separación da lugar a una mayor eficiencia.

PROPIEDADES

DENSIDAD ESPECÍFICA (20°C)(g/cm ³):	1.200 – 1.300
PUNTO DE CONGELAMIENTO (°C):	- 18
PUNTO DE FUSIÓN (°C):	NA
PUNTO DE INFLAMACIÓN (°C):	> 93
VISCOSIDAD (20°C) (mPa.s):	200 - 300
pH (20°C)(solución original):	1.5 – 3.5
SOLUBILIDAD (%):	100
OLOR:	Leve
APARIENCIA COLOR:	Ámbar a marrón
ASPECTO FÍSICO:	Líquido viscoso
TASA DE EVAPORACIÓN (ETER = 1):	< 1,00
PRESIÓN DE VAPOR (mmHg):	- 18
DENSIDAD DEL VAPOR (AIRE = 1):	< 1,00

ENVASADO Y ALMACENAMIENTO

POLYCHEM BC 5218 se comercializa envasado en bidones de plástico reforzado de 200 kg. y tanques de 1200 kg de capacidad.

Almacenar en lugares frescos, al amparo de rayos del sol y temperaturas muy frías, evite congelamiento.

SEGURIDAD, HIGIENE Y MANEJO

Todo producto químico exige precauciones en cuanto a su manejo, almacenamiento y descarte.

Recomendamos la lectura atenta de la Hoja de Seguridad del Producto y el cumplimiento de las instrucciones contenidas en ella.

HOJA TÉCNICA


GrandInvest
grupo andino de inversiones s.a.s.

Calle Camino Real N° 300
Local C-3 Parque Industrial
San Pedro, Lima 33 - Perú
Tel.: (01-1) 247 5717
Teléfax: (01-1) 247 4988
informes@grand-invest.com
www.grand-invest.com

POLYCHEM PA 8320

El producto **POLYCHEM PA 8320** está diseñado para ser usado como agente Floculante en clarificación disminuyendo la concentración de partículas coloidales que causan turbidez y color

CARACTERÍSTICAS

POLYCHEM PA 8320 Es un polímero aniónico en polvo de peso molecular alto y de densidad de carga media. Especialmente desarrollado para que su carga electrostática específica altere el potencial zeta para valores próximos a cero, reduciendo la resistencia a la coagulación, promoviendo una floculación adecuada de partículas coaguladas.

APLICACIÓN

Aplicable para tratamientos de efluentes, en la industria de papel, textil, alimentos, químicos, aceites, entre otros.

La dosificación recomendada de **POLYCHEM PA 8320** depende de pruebas de campo específicas bajo distintas condiciones del proceso, además de una evaluación previa de los equipos de clarificación usados.

La dosis práctica usada esta en el rango de 0,5 a 5,0 ppm.

PROPIEDADES

DENSIDAD RELATIVA (g/cm ³):	0.7 – 0.8
PUNTO DE CONGELAMIENTO (°C):	NA
PUNTO DE FUSIÓN (°C):	NA
PUNTO DE INFLAMACIÓN (°C):	NA
VISCOSIDAD (25°C) (cps 0,1%):	350 - 450
pH (25°C) (solución al 0.5% en agua):	6.5 – 8.5
SOLUBILIDAD (%):	1.5 (Solución acuosa)
OLOR:	Inodoro
APARIENCIA COLOR:	Bianco
ASPECTO FÍSICO:	Polvo
TASA DE EVAPORACIÓN (ETER = 1):	< 1,00
PRESIÓN DE VAPOR (mmHg):	- 1
DENSIDAD DEL VAPOR (AIRE = 1):	< 1,00

ENVASADO Y ALMACENAMIENTO

POLYCHEM PA 8320 se comercializa envasado en bolsas de polietileno de 25 Kg.

Almacenar en lugares frescos, al amparo de rayos del sol y temperaturas muy frías, evite congelamiento. El producto puede ser almacenado por 12 meses. Se recomienda mantener la temperatura estable entre 5 y 35°C.

SEGURIDAD HIGIENE Y MANEJO

Todo producto químico exige precauciones en cuanto a su manejo, almacenamiento y descarte. Recomendamos la lectura atenta de la Hoja de Seguridad del Producto y el cumplimiento de las instrucciones contenidas en ella.

Anexo 15. Base de datos de control de lectura de equipos de los sólidos totales finales.

Fecha	Flujo m/h	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	SST	PROM	LCS	LCI
10/05/2021	39.84	684.72	685.59	684.77	685.37	648.73	700.00	644.27
12/05/2021	32.67	638.42	639.29	638.47	639.07	648.73	700.00	644.27
14/05/2021	32.89	617.28	618.15	617.33	617.93	648.73	700.00	644.27
16/05/2021	36.37	648.59	649.46	648.64	649.24	648.73	700.00	644.27
18/05/2021	36.64	656.04	656.91	656.09	656.69	648.73	700.00	644.27
20/05/2021	31.51	614.50	615.37	614.55	615.15	648.73	700.00	644.27
22/05/2021	37.41	671.45	672.32	671.50	672.10	648.73	700.00	644.27
24/05/2021	31.37	652.52	653.39	652.57	653.17	648.73	700.00	644.27
26/05/2021	30.84	649.24	650.11	649.29	649.89	648.73	700.00	644.27
28/05/2021	36.45	668.10	668.97	668.15	668.75	648.73	700.00	644.27
30/05/2021	36.39	624.48	625.35	624.53	625.13	648.73	700.00	644.27
01/06/2021	31.05	656.71	657.58	656.76	657.36	648.73	700.00	644.27
03/06/2021	33.61	637.26	638.13	637.31	637.91	648.73	700.00	644.27
05/06/2021	33.07	645.97	646.84	646.02	646.62	648.73	700.00	644.27
07/06/2021	36.64	663.98	664.85	664.03	664.63	648.73	700.00	644.27
09/06/2021	31.51	626.11	626.98	626.16	626.76	648.73	700.00	644.27
11/06/2021	32.49	666.17	667.04	666.22	666.82	648.73	700.00	644.27
13/06/2021	31.37	618.86	619.73	618.91	619.51	648.73	700.00	644.27
15/06/2021	36.39	628.99	629.86	629.04	629.64	648.73	700.00	644.27
17/06/2021	36.71	670.82	671.69	670.87	671.47	648.73	700.00	644.27
19/06/2021	31.05	633.74	634.61	633.79	634.39	648.73	700.00	644.27
21/06/2021	32.89	673.09	673.96	673.14	673.74	648.73	700.00	644.27
23/06/2021	33.61	658.74	659.61	658.79	659.39	648.73	700.00	644.27

Fuente: Empresa PROMASA.

Anexo 16. Base de datos de control de lectura de equipos del aceite y grasas
finales.

Fecha	Flujo m/h	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	ACEITES Y GRASAS	PROM	LCS	LCI
10/05/2021	39.84	253.62	253.88	254.98	254.64	277.86	350.00	273.40
12/05/2021	32.67	265.10	265.36	266.46	266.12	277.86	350.00	273.40
14/05/2021	32.89	259.57	259.83	260.93	260.59	277.86	350.00	273.40
16/05/2021	36.37	255.67	255.93	257.03	256.69	277.86	350.00	273.40
18/05/2021	36.64	255.20	255.46	256.56	256.22	277.86	350.00	273.40
20/05/2021	31.51	260.63	260.89	261.99	261.65	277.86	350.00	273.40
22/05/2021	37.41	255.24	255.50	256.60	256.26	277.86	350.00	273.40
24/05/2021	31.37	295.41	295.67	296.77	296.43	277.86	350.00	273.40
26/05/2021	30.84	309.79	310.05	311.15	310.81	277.86	350.00	273.40
28/05/2021	36.45	269.66	269.92	271.02	270.68	277.86	350.00	273.40
30/05/2021	36.39	265.78	266.04	267.14	266.80	277.86	350.00	273.40
01/06/2021	31.05	273.27	273.53	274.63	274.29	277.86	350.00	273.40
03/06/2021	33.61	296.17	296.43	297.53	297.19	277.86	350.00	273.40
05/06/2021	33.07	300.61	300.87	301.97	301.63	277.86	350.00	273.40
07/06/2021	36.64	289.42	289.68	290.78	290.44	277.86	350.00	273.40
09/06/2021	31.51	279.69	279.95	281.05	280.71	277.86	350.00	273.40
11/06/2021	32.49	303.75	304.01	305.11	304.77	277.86	350.00	273.40
13/06/2021	31.37	262.66	262.92	264.02	263.68	277.86	350.00	273.40
15/06/2021	36.39	277.59	277.85	278.95	278.61	277.86	350.00	273.40
17/06/2021	36.71	253.90	254.16	255.26	254.92	277.86	350.00	273.40
19/06/2021	31.05	301.20	301.46	302.56	302.22	277.86	350.00	273.40
21/06/2021	32.89	277.75	278.01	279.11	278.77	277.86	350.00	273.40
23/06/2021	33.61	305.70	305.96	307.06	306.72	277.86	350.00	273.40

Fuente: Empresa PROMASA.

Anexo 17. Constancia de validación 1.

Yo, Eric Canepa identificado con DNI N°09850211 de profesión Ing. Industrial ejerciendo actualmente como Docente.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación de los instrumentos de elaboración propia; a los efectos de su aplicación en la investigación titulada: "Implementación del sistema de flotación por aire disuelto para reducir los sólidos totales en los efluentes generados por la empresa PROMASA, Chimbote, 2020"

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Las escalas son: deficiente "1", aceptable "2", bueno "3" y excelente "4".

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Congruencia de ítems				x
Amplitud de contenido			x	
Redacción de los ítems			x	
Claridad y precisión				x
Pertinencia		x		

En Nuevo Chimbote, a los 12 días del mes de noviembre del año 2020.



ERIC ALFONSO
CANEPA MONTALVO
INGENIERO INDUSTRIAL
Reg. CIP N° 205930

Sello y firma del validador

Anexo 18. Constancia de validación 2.

Yo, Samuel Josue Oliver Cossios Risco, con DNI N°73300484 de profesión Ing. Industrial ejerciendo actualmente como Ingeniero Industrial en Nicovita. Alicorp Trujillo S.A.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación de los instrumentos de elaboración propia; a los efectos de su aplicación en la investigación titulada: "Implementación del sistema de flotación por aire disuelto para reducir los sólidos totales en los efluentes generados por la empresa PROMASA, Chimbote, 2020"

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Las escalas son: deficiente "1", aceptable "2", bueno "3" y excelente "4".

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Congruencia de ítems			x	
Amplitud de contenido				x
Redacción de los ítems				x
Claridad y precisión			x	
Pertinencia			x	

En Nuevo Chimbote, a los 12 días del mes de noviembre del año 2020.



COSSIOS RISCO SAMUEL JOSUE OLIVER
INGENIERO INDUSTRIAL
CIP N° 228667

Sello y firma del validador

Anexo 19. Constancia de validación 3.

Yo, Chucuya Hualpachoque Roberto Carlos, con DNI N°40149444 de profesión Ingeniero, ejerciendo actualmente como Docente en la Escuela de Ing. Industrial.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación de los instrumentos de elaboración propia; a los efectos de su aplicación en la investigación titulada: "Implementación del sistema de flotación por aire disuelto para reducir los sólidos totales en los efluentes generados por la empresa PROMASA, Chimbote, 2020".

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Las escalas son: deficiente "1", aceptable "2", bueno "3" y excelente "4".

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Congruencia de ítems			x	
Amplitud de contenido			x	
Redacción de los ítems				x
Claridad y precisión			x	
Pertinencia				x

En Nuevo Chimbote, a los 12 días del mes de noviembre del año 2020.



Sello y firma del validador

Anexo 20. Validez de los instrumentos.

Calificación del Ing. Eric Canepa

Criterio de validez	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente	Total parcial
Congruencia de ítems	1	2	3	4	4
Amplitud del contenido	1	2	3	4	3
Redacción de ítems	1	2	3	4	3
Claridad y precisión	1	2	3	4	4
Pertinencia	1	2	3	4	2
TOTAL					16

Fuente: Elaboración propia.

Calificación del Ing. Samuel Josue Oliver Cossios Risco

Criterio de validez	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente	Total parcial
Congruencia de ítems	1	2	3	4	3
Amplitud del contenido	1	2	3	4	4
Redacción de ítems	1	2	3	4	4
Claridad y precisión	1	2	3	4	3
Pertinencia	1	2	3	4	4
TOTAL					17

Fuente: Elaboración propia.

Calificación del Ing. Chucuya Huallpachoque Roberto Carlos

Criterio de validez	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente	Total parcial
Congruencia de ítems	1	2	3	4	3
Amplitud del contenido	1	2	3	4	3
Redacción de ítems	1	2	3	4	4
Claridad y precisión	1	2	3	4	3
Pertinencia	1	2	3	4	4
TOTAL					17

Fuente: Elaboración propia.

Consolidado de la calificación de expertos

Nombre del experto	Calificación de validez	% Calificación
Ing. Eric Canepa	16	80%
Ing. Samuel Josue Oliver Cossios Risco	17	85%
Ing. Chucuya Huallpachoque Roberto Carlos	17	85%
Calificación	17	83%

Fuente: Elaboración propia.

Escala de validez de instrumentos

Escala	Indicador
0.00-0.53	Validez nula
0.54-0.59	Validez baja
0.60-0.65	Valida
0.66-0.71	Muy valida
0.72-0.99	Excelente validez
1	Validez perfecta

Fuente: Oseda y Ramírez, 2011, p. 154.

Anexo 21. Registros del check list de la celda química.

N°	Procedimientos operacionales de la celda química	# Días de cumplimiento		Observaciones
		SI	NO	
Fecha				05/04/2022
Antes de encender el equipo				
1	Verificar la operatividad de los equipos	X		
2	Revisar el stock de los productos químicos.	✓		
Encendido y puesta en marcha				
3	Verificar que el tanque equalizador tenga la cantidad mínima de efluentes.	X		
4	Encender el agitador sumergible ubicado en la parte interna del tanque equalizador.	X		
5	Encender la bomba de alimentación para llenar la celda química.	X		
6	Accionar las bombas de coagulante y floculante.	✓		
7	Encender el compresor.	✓		
8	Encender el panel eléctrico y control	>		
9	Determinar la dosificación de productos químicos mediante el test de jarra	X		
10	Regular las bombas dosificadoras.	✓		
11	Encender las paletas colectoras de sólidos flotados.	X		
Durante la operación del equipo				
12	Verificar el caudal de ingreso en m3 a la celda química.	X		
13	Verificar el buen funcionamiento de inyección de aire, flujo de aire, presión de aire.	X		
14	Verificar a través del tablero de control la velocidad de las paletas recolectoras de sólidos flotados (lodos).	X		
15	Verificar el llenado del tanque de lodos.	X		
16	Medir los datos de volumen de coagulante inicial y final de la jornada de trabajo.	X		
17	Medir los datos de volumen de floculante inicial y final de la jornada de trabajo	✓		
18	Medir los datos al ingreso de la celda química: porcentaje de grasa, v/v sólidos, pH de agua.	X		
19	Medir los datos a la salida de la celda química: lodos y agua clarificada, v/v sólidos: lodos y agua clarificada, pH: lodos y agua clarificada.	X		
Apagado del equipo				
20	Apagar la bomba de alimentación de agua de bombeo hacia la celda química.	X		
21	Apagar las bombas dosificadoras de productos químicos.	X		
22	Apagar las paletas recolectoras de lodos.	X		
23	Controlar el stock de productos químicos utilizados por cada producción, después de haber apagado todo el sistema.	X		

Procedimiento de limpieza			
24	Evacuar el agua de bombeo que se encuentra almacenada en el tanque equalizador.	X	
25	Evacuar y lavar la celda química con agua a presión	X	
26	Evacuar y lavar las paletas recolectoras de lodo con agua a presión	X	
27	Limpiar interna y externa del tanque de almacenamiento de lodos, cada vez que se termine el tratamiento.	X	
28	Lavado interior con agua de las bombas de dosificación de productos químicos	X	
29	Limpiar la parte externa de la celda química como: pisos, plataformas, barandas.	X	
30	Hacer una buena limpieza a todos los equipos de la celda química, con abundante agua y soda caustica.	X	
31	Limpiar con ácido o algún producto de limpieza a todos los equipos que estén hechos de acero inoxidable, para mantenerlos en buen estado y no se oxiden	X	
Mantenimiento			
32	Mantener limpia toda la celda, libre de suciedad.	X	
33	Mantener las bombas y reductores con sus respectivas guardas para evitar el contacto con el agua.	X	
34	Inspeccionar el sistema para verificar que todo el equipo mecánico esté en funcionamiento.	X	
35	Verificar el buen funcionamiento del sistema.	X	
36	Limpiar los equipos eléctricos de sistema.	X	
37	Verificar el funcionamiento de las bombas de alimentación y dosificación.	X	
38	Retirar y revisar el reductor y bombas, según manual de equipo.	X	
39	Lijar parte oxidadas y pintar las estructuras metálicas de la planta.	X	
TOTAL		X	

N°	Procedimientos operacionales de la celda química	# Días de cumplimiento		Observaciones
		SI	NO	
	Fecha			04/07/2022
Antes de encender el equipo				
1	Verificar la operatividad de los equipos	✓		
2	Revisar el stock de los productos químicos.	✓		
Encendido y puesta en marcha				
3	Verificar que el tanque equalizador tenga la cantidad mínima de efluentes.	✓		
4	Encender el agitador sumergible ubicado en la parte interna del tanque equalizador.	✓		
5	Encender la bomba de alimentación para llenar la celda química.	✓		
6	Accionar las bombas de coagulante y floculante.	✓		
7	Encender el compresor.	✓		
8	Encender el panel eléctrico y control	✓		
9	Determinar la dosificación de productos químicos mediante el test de jarra	✓		
10	Regular las bombas dosificadoras.	✓		
11	Encender las paletas colectoras de sólidos flotados.	✓		
Durante la operación del equipo				
12	Verificar el caudal de ingreso en m3 a la celda química.	✓		
13	Verificar el buen funcionamiento de inyección de aire, flujo de aire, presión de aire.	✓		
14	Verificar a través del tablero de control la velocidad de las paletas recolectoras de sólidos flotados (lodos).	✓		
15	Verificar el llenado del tanque de lodos.	✓		
16	Medir los datos de volumen de coagulante inicial y final de la jornada de trabajo.	✓		
17	Medir los datos de volumen de floculante inicial y final de la jornada de trabajo	✓		
18	Medir los datos al ingreso de la celda química: porcentaje de grasa, v/v sólidos, pH de agua.	✓		
19	Medir los datos a la salida de la celda química: lodos y agua clarificada, v/v sólidos: lodos y agua clarificada, pH: lodos y agua clarificada.	✓		
Apagado del equipo				
20	Apagar la bomba de alimentación de agua de bombeo hacia la celda química.	✓		
21	Apagar las bombas dosificadoras de productos químicos.	✓		
22	Apagar las paletas recolectoras de lodos.	✓		
23	Controlar el stock de productos químicos utilizados por cada producción, después de haber apagado todo el sistema.	✓		

Procedimiento de limpieza			
24	Evacuar el agua de bombeo que se encuentra almacenada en el tanque equalizador.	X	
25	Evacuar y lavar la celda química con agua a presión.	✓	
26	Evacuar y lavar las paletas recolectoras de lodo con agua a presión.	✓	
27	Limpiar interna y externa del tanque de almacenamiento de lodos, cada vez que se termine el tratamiento.	✓	
28	Lavado interior con agua de las bombas de dosificación de productos químicos.	X	
29	Limpiar la parte externa de la celda química como: pisos, plataformas, barandas.	✓	
30	Hacer una buena limpieza a todos los equipos de la celda química, con abundante agua y soda caustica.	✓	
31	Limpiar con ácido o algún producto de limpieza a todos los equipos que estén hechos de acero inoxidable, para mantenerlos en buen estado y no se oxiden.	✓	
Mantenimiento			
32	Mantener limpia toda la celda, libre de suciedad.	X	
33	Mantener las bombas y reductores con sus respectivas guardas para evitar el contacto con el agua.	X	
34	Inspeccionar el sistema para verificar que todo el equipo mecánico esté en funcionamiento.	✓	
35	Verificar el buen funcionamiento del sistema.	X	
36	Limpiar los equipos eléctricos de sistema.	X	
37	Verificar el funcionamiento de las bombas de alimentación y dosificación.	X	
38	Retirar y revisar el reductor y bombas, según manual de equipo.	X	
39	Lijar parte oxidadas y pintar las estructuras metálicas de la planta.	✓	
TOTAL		✓	

N°	Procedimientos operacionales de la celda química	# Días de cumplimiento		Observaciones
		SI	NO	
Fecha				
Antes de encender el equipo				
1	Verificar la operatividad de los equipos	X		
2	Revisar el stock de los productos químicos.	X		
Encendido y puesta en marcha				
3	Verificar que el tanque equalizador tenga la cantidad mínima de efluentes.	X		
4	Encender el agitador sumergible ubicado en la parte interna del tanque equalizador.	X		
5	Encender la bomba de alimentación para llenar la celda química.	X		
6	Accionar las bombas de coagulante y floculante.	X		
7	Encender el compresor.	X		
8	Encender el panel eléctrico y control	X		
9	Determinar la dosificación de productos químicos mediante el test de jarra	X		
10	Regular las bombas dosificadoras.	X		
11	Encender las paletas colectoras de sólidos flotados.	X		
Durante la operación del equipo				
12	Verificar el caudal de ingreso en m3 a la celda química.	X		
13	Verificar el buen funcionamiento de inyección de aire, flujo de aire, presión de aire.	X		
14	Verificar a través del tablero de control la velocidad de las paletas recolectoras de sólidos flotados (lodos).	X		
15	Verificar el llenado del tanque de lodos.	X		
16	Medir los datos de volumen de coagulante inicial y final de la jornada de trabajo.	X		
17	Medir los datos de volumen de floculante inicial y final de la jornada de trabajo	X		
18	Medir los datos al ingreso de la celda química: porcentaje de grasa, v/v sólidos, pH de agua.	X		
19	Medir los datos a la salida de la celda química: lodos y agua clarificada, v/v sólidos: lodos y agua clarificada, pH: lodos y agua clarificada.	X		
Apagado del equipo				
20	Apagar la bomba de alimentación de agua de bombeo hacia la celda química.	X		
21	Apagar las bombas dosificadoras de productos químicos.	X		
22	Apagar las paletas recolectoras de lodos.	X		
23	Controlar el stock de productos químicos utilizados por cada producción, después de haber apagado todo el sistema.	X		

Procedimiento de limpieza			
24	Evacuar el agua de bombeo que se encuentra almacenada en el tanque ecualizador.	X	
25	Evacuar y lavar la celda química con agua a presión	✓	
26	Evacuar y lavar las paletas recolectoras de lodo con agua a presión	✓	
27	Limpiar interna y externa del tanque de almacenamiento de lodos, cada vez que se termine el tratamiento.	X	
28	Lavado interior con agua de las bombas de dosificación de productos químicos	✓	
29	Limpiar la parte externa de la celda química como: pisos, plataformas, barandas.	✓	
30	Hacer una buena limpieza a todos los equipos de la celda química, con abundante agua y soda caustica.	X	
31	Limpiar con ácido o algún producto de limpieza a todos los equipos que estén hechos de acero inoxidable, para mantenerlos en buen estado y no se oxiden	✓	
Mantenimiento			
32	Mantener limpia toda la celda, libre de suciedad.	✓	
33	Mantener las bombas y reductores con sus respectivas guardas para evitar el contacto con el agua.	X	
34	Inspeccionar el sistema para verificar que todo el equipo mecánico esté en funcionamiento.	✓	
35	Verificar el buen funcionamiento del sistema.	✓	
36	Limpiar los equipos eléctricos de sistema.	X	
37	Verificar el funcionamiento de las bombas de alimentación y dosificación.	X	
38	Retirar y revisar el reductor y bombas, según manual de equipo.	✓	
39	Lijar parte oxidadas y pintar las estructuras metálicas de la planta.	✓	
TOTAL		X	

N°	Procedimientos operacionales de la celda química	# Días de cumplimiento		Observaciones
		SI	NO	
Fecha 04/07/21				
Antes de encender el equipo				
1	Verificar la operatividad de los equipos	X		
2	Revisar el stock de los productos químicos.	X		
Encendido y puesta en marcha				
3	Verificar que el tanque equalizador tenga la cantidad mínima de efluentes.	X		
4	Encender el agitador sumergible ubicado en la parte interna del tanque equalizador.	X		
5	Encender la bomba de alimentación para llenar la celda química.	X		
6	Accionar las bombas de coagulante y floculante.	X		
7	Encender el compresor.	X		
8	Encender el panel eléctrico y control	X		
9	Determinar la dosificación de productos químicos mediante el test de jarra	X		
10	Regular las bombas dosificadoras.	X		
11	Encender las paletas colectoras de sólidos flotados.	X		
Durante la operación del equipo				
12	Verificar el caudal de ingreso en m3 a la celda química.	X		
13	Verificar el buen funcionamiento de inyección de aire, flujo de aire, presión de aire.	X		
14	Verificar a través del tablero de control la velocidad de las paletas recolectoras de sólidos flotados (lodos).	X		
15	Verificar el llenado del tanque de lodos.	X		
16	Medir los datos de volumen de coagulante inicial y final de la jornada de trabajo.	X		
17	Medir los datos de volumen de floculante inicial y final de la jornada de trabajo	X		
18	Medir los datos al ingreso de la celda química: porcentaje de grasa, v/v sólidos, pH de agua.	X		
19	Medir los datos a la salida de la celda química: lodos y agua clarificada, v/v sólidos: lodos y agua clarificada, pH: lodos y agua clarificada.	X		
Apagado del equipo				
20	Apagar la bomba de alimentación de agua de bombeo hacia la celda química.	X		
21	Apagar las bombas dosificadoras de productos químicos.	X		
22	Apagar las paletas recolectoras de lodos.	X		
23	Controlar el stock de productos químicos utilizados por cada producción, después de haber apagado todo el sistema.	X		

Procedimiento de limpieza			
24	Evacuar el agua de bombeo que se encuentra almacenada en el tanque equalizador.	X	
25	Evacuar y lavar la celda química con agua a presión	X	
26	Evacuar y lavar las paletas recolectoras de lodo con agua a presión	X	
27	Limpiar interna y externa del tanque de almacenamiento de lodos, cada vez que se termine el tratamiento.	X	
28	Lavado interior con agua de las bombas de dosificación de productos químicos	X	
29	Limpiar la parte externa de la celda química como: pisos, plataformas, barandas.	X	
30	Hacer una buena limpieza a todos los equipos de la celda química, con abundante agua y soda caustica.	X	
31	Limpiar con ácido o algún producto de limpieza a todos los equipos que estén hechos de acero inoxidable, para mantenerlos en buen estado y no se oxiden	X	
Mantenimiento			
32	Mantener limpia toda la celda, libre de suciedad.	X	
33	Mantener las bombas y reductores con sus respectivas guardas para evitar el contacto con el agua.	X	
34	Inspeccionar el sistema para verificar que todo el equipo mecánico esté en funcionamiento.	X	
35	Verificar el buen funcionamiento del sistema.	X	
36	Limpiar los equipos eléctricos de sistema.	X	
37	Verificar el funcionamiento de las bombas de alimentación y dosificación.	X	
38	Retirar y revisar el reductor y bombas, según manual de equipo.	X	
39	Lijar parte oxidadas y pintar las estructuras metálicas de la planta.	X	
TOTAL		X	

Tabla 8. Plan de mantenimiento preventivo de las máquinas en PROMASA.

PLAN DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA PROMASA																													
ÁREA DE MANTENIMIENTO																				FECHA DE ELABORACIÓN					Enero del 2021				
Máquina	Sistema	Modelo	SERIE	Enero – 21				Febrero del 2021				Marzo del 2021				Abril del 2021				Mayo del 2021				Junio del 2021				Mecánico	% Cumplimiento
				S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24		
Celda química del área de producción de la empresa PROMASA	Sistema de dirección			X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		Fermín Gonzales Dextre			
	Sistema de dirección			X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		Eder Paul Muñoz Angulo			
	Sistema hidráulico				X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		Amadeo Dextre Morales		
	Sistema eléctrico	V225B	7029D		X	X			X	X			X	X			X	X			X	X			X	X	Elvis Ñuñuvero Murga		
	Sistema de motor			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Julio Arellano Padilla		
	Sistema de motor			X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		Ángel Tarazona Ramírez			
	Sistema de motor			X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		Gustavo Hidalgo Obeso			

Sistema de dirección	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Ángel Rabanal Padilla	
Sistema eléctrico	X	X		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X		José Luis Paredes Sánchez	
Sistema de motor	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Fernando Paredes Sánchez
Sistema de motor	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	Darwin Joel Pulido Vargas	
Sistema de dirección	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	Lorenzo Mendoza Llanos	
Sistema de motor		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	Carlos Alberto Marrero Jara
Sistema de dirección		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X		Gabriel Quipuseo Vásquez
Sistema hidráulico	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Jhon Rolando Carlos López
Sistema eléctrico	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	Manuel E. Gutiérrez Gonzales	
Sistema de motor	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	José Denis Pulido Varas	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9. Descripción del mantenimiento preventivo de las máquinas en la empresa PROMASA.

Máquina	Sistemas	Frecuencia de mantenimiento	Descripción de la operación	Materiales	Duración	Tipo de mantenimiento
Celda química del área de producción de la empresa PROMASA	Sistema de dirección	250 horas	Cambiar el aceite del motor	Varillas de medición y aceite para motor	0.5 hora	Preventivo
	Sistema de dirección	1000 horas	Limpiar el filtro del motor diésel	Llaves y balón de aceite para motor	1 hora	Preventivo
	Sistema hidráulico	300 horas	Vaciar el radiador	Limpia radiadores refrigerantes	2 hora	Preventivo
	Sistema eléctrico	1000 horas	Revisar el encendido y sincronización del motor	Gasolina, trapos industriales, juego de llaves mixtas	2 hora	Preventivo
	Sistema de motor	1001 horas	Limpiar la culata en general	Juego de llaves mixtas y juego de dados	1.5 hora	Preventivo
	Sistema de motor	1000 horas	Realizar el afinamiento del motor	Destornillador, cepillo metálico, soplete	1 hora	Preventivo
	Sistema de motor	5000 horas	Limpieza general e inspección de daño	Agua destilada	0.5 hora	Preventivo
	Sistema de dirección	500 horas	Revisión de estado de pernos	Compresora de aire	1 hora	Preventivo
	Sistema eléctrico	500 horas	Ajustes de purga de pistón de levante	Compresora de aire	2 hora	Preventivo

Sistema de motor	500 horas	Limpiar guías del mástil de elevación	Comprensora de aire	2 hora	Preventivo
Sistema de motor	700 horas	Revisar el nivel de aceite hidráulico	Comprensora de aire	1.5 hora	Preventivo
Sistema de dirección	5000 horas	Limpieza de horquillas	Comprensora de aire	1 hora	Preventivo
Sistema de motor	500 - 1000 horas	Comprobar el nivel de aceite de la transmisión	Comprensora de aire	0.5 hora	Preventivo
Sistema de dirección	500 - 1000 horas	Verificar el funcionamiento de la válvula	Varillas de medición y aceite hidráulico	1 hora	Preventivo
Sistema hidráulico	500 - 1000 horas	Limpiar el base del tanque reactor	Manguera de aire comprimido	2 hora	Preventivo
Sistema eléctrico	1000 horas	Revisar la condición y nivel de líquido del tanque reactor	Comprensora de aire	2 hora	Preventivo
Sistema de motor	200 horas	Cambiar el nivel de aceite del tanque de aire	Manguera de aire comprimido	1.5 hora	Preventivo

Fuente: Elaboración propia.

Parámetros de diseño para la celda de flotación

Tabla 11. Datos para el diseño de la celda de flotación.

Parámetro		
Q (m ³ /min) = 0.032	A_c (m ²) = 1.60	CHS_c (m ³ /m ² .min) = 2.00
T (°C) = 28.50	h_c (m) = 0.40	A/S (mL/mg) = 0.042
TRH_c (min) = 20.00	Borde libre (m) = 0.30	D (pulg.) = 3
V_c (m ³) = 0.646	Altura para sólidos sedimentables (m) = 0.40	Material de fabricación
l_c (m) = 2.00		Celda de flotación: acero laminado en caliente ASTM A 56 (hierro negro).
b_c (m) = 0.80	h_c' (m) = 1.10	Tuberías: Hierro galvanizado

Fuente: Información suministrada por la empresa PROMASA.

Tabla 12. Dimensiones para la tolva de sólidos flotados, compartimiento para efluentes clarificados y placa barrelado.

Parámetros		
Tolva de sólidos flotados	Compartimiento para efluentes clarificados	Placa barrelado
Ancho (m) = 0.80	Ancho (m) = 0.80	Largo (m) = 0.78
Altura (m) = 0.40	Altura (m) = 1.10	Alto (m) = 0.15
Largo (m) = 0.20	Largo (m) = 0.20	Espesor (mm) = 2
Borde libre (m) = 0.30		

Fuente: Información suministrada por la empresa PROMASA.

Tabla 13. Datos para el diseño del tanque de saturación.

Parámetro	Material de fabricación
Q (m ³ /min) = 0.32	Tanque: acero laminado en caliente ASTM A568 de 4mm de espesor. Tuberías: hierro galvanizado.
P (psi) = 40	
TRH_c (min) = 3.00	
V_s (m ³) = 0.0969	
ϕ_s (m) = 0.40	
h_s (m) = 0.80	
Borde libre (m) = 0.40	
h_s (m) = 1.20	
Tamaño del empaque (mm) = 25.00	
h_e (m) = 0.50	
V_e (m ³) = 0.80	
Cantidad de anillos = 3800	
D (pulg.) = 3	

Fuente: Información suministrada por la empresa PROMASA.

Tabla 14. Especificaciones del soporte y de los accesorios.

Parámetros del soporte	Parámetros de los accesorios	Material de fabricación
Diámetro ϕ (m) = 0.40	Distribuidor de líquido (pulg.) = 1 1/2	Soporte: tela metálica en acero.
Luz de malla (mm) = 5 - 10	Distribuidor de aire (pulg.) = 1/2	Accesorios: tuberías de hierro galvanizado.

Fuente: Información suministrada por la empresa PROMASA.