



Universidad Nacional
Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO

PROPUESTA DE MEJORA PARA EL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES
INDUSTRIALES DE UNA PLANTA DE CURADO DE ANCHOVETA

Línea de investigación:

Tecnología para residuos y pasivos ambientales. Biorremediación

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental

Autor:

Huamán Falcón, Angie Luz

Asesor:

Aparicio Ilazaca, Roxana Clara Yaquely
(0000-0002-8826-4603)

Jurado:

Huiman Sandoval, Jose Alberto
Osorio Rojas, Eberardo Antonio
Estrada Lau, Manuel

Lima - Perú
2023

INDICE

RESUMEN	5
ABSTRACT	6
I.INTRODUCCIÓN	7
1.1. Trayectoria del autor	8
1.2. Descripción de la Empresa	9
1.2.1. Misión	10
1.2.2. Visión	10
1.3. Organigrama de la empresa	10
1.4. Área y funciones desempeñadas	11
II.DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECIFICA	14
2.1. Ubicación geográfica	15
2.2. Definición de términos básicos	15
2.3. Objetivos	17
2.3.1. <i>Objetivo General</i>	17
2.3.2. <i>Objetivos específicos</i>	17
2.4. Procedimiento de trabajo	18
2.5. Materiales	20
2.6. Descripción del proceso productivo	21
2.6.1. <i>Recepción de materia prima</i>	21
2.6.2. <i>Mantenimiento y maduración de la materia prima</i>	22
2.6.3. <i>Escaldado</i>	22
2.6.4. <i>Corte y limpieza</i>	23
2.6.6. <i>Fileteado</i>	24
2.6.7. <i>Envasado</i>	24
2.6.8. <i>Cierre</i>	25
2.6.9. <i>Empaque y encajado</i>	25
2.6.10. <i>Almacenamiento final</i>	26
2.6.11. <i>Embarque</i>	26
2.7. Tratamiento de efluentes industriales	26
2.7.1. <i>Identificación de fuentes de generación de efluentes</i>	26
2.7.2. <i>Cálculo de volúmenes generados de efluentes</i>	28
2.7.3. <i>Análisis físico químico del efluente crudo</i>	30

2.7.4. <i>Evaluación del manejo de efluentes</i>	31
2.7.4.1.Fase 1 – Cribado	31
2.7.4.2.Fase 2 - Tamizado	31
2.7.4.3.Fase 3 - Homogenización	32
2.7.4.4.Fase 4 - Coagulación y floculación	33
2.7.4.5.Fase 5 – Filtración	34
2.7.4.6. <i>Tratamiento de purgas</i>	35
2.8. Propuesta de mejora del sistema de tratamiento de efluentes	37
2.8.1. <i>Propuesta de mejora a corto plazo</i>	37
2.8.2. <i>Propuesta de mejora a largo plazo</i>	44
III.APORTES MÁS DESTACABLES A LA EMPRESA	51
IV.CONCLUSIONES	52
V.RECOMENDACIONES	53
VI.REFERENCIAS	54
VII.ANEXOS	58

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Organigrama de la empresa

Figura 2 Ubicación geográfica de la empresa

Figura 3 Diagrama de bloques de áreas de generación de efluentes

Figura 4 Volumen de efluente promedio

Figura 5 Sistema de tratamiento de efluentes de la empresa

Figura 6 Sistema de flotación por aire inducido

Figura 7 Tratamiento físico-químico de aguas residuales

Figura 8 Propuesta de mejora del sistema de tratamiento de efluentes

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Volumen de efluente promedio generado en planta.

Tabla 2 Resultado de análisis físico-químico del efluente crudo.

Tabla 3 Caracterización del efluente tratado en la descarga final.

Tabla 4 Resultado de análisis físico-químico de lodos.

Tabla 5 Propuestas de mejora a corto plazo en el proceso productivo

Tabla 6 Propuestas de mejora a corto plazo en el sistema de tratamiento

RESUMEN

En el informe se presenta la propuesta de mejora para un sistema de tratamiento de efluentes industriales de proceso productivo de una planta de curado de anchoveta. Como primera fase de evaluación se describió el proceso productivo en sí, para identificar las etapas y volúmenes de efluentes industriales por cada actividad y luego caracterizar la calidad del efluente crudo. Seguidamente se realizó la evaluación de la eficiencia del sistema de tratamiento en funcionamiento mediante la medición de los parámetros físico-químicos regulados en los Valores Máximos Admisibles (VMA), en el punto de descarga final, obteniéndose concentraciones elevadas de DBO5, DQO y pH, los que ocasionan problemas ambientales, administrativos y económicos por incumplimiento de los VMA del Decreto Supremo N°021-2009-VIVIENDA. Finalmente se propuso la mejora en las diferentes etapas del sistema de tratamiento a corto y largo plazo de ejecución, para reducir los niveles de concentración de los parámetros evaluados y cumplir con los VMA. Se plantearon medidas administrativas y operativas, como mejora a corto plazo y la implementación de un sistema de tratamiento nuevo con tecnología automatizada como medida a largo plazo, de los que podrá elegirse la alternativa que responda a la necesidad, el espacio y los recursos disponibles, para obtener aguas residuales tratadas con mejor calidad en su descarga final y cumplir con la normativa, además de obtener subproductos como harina residual y aceites con valor comercial, permitiendo la sostenibilidad del sistema propuesto.

Palabras claves: anchoveta, curado, sistema de tratamiento, valores máximos admisibles.

ABSTRACT

The report presents the improvement proposal for an industrial effluent treatment system from the production process of an anchovy curing plant. As a first evaluation phase, the production process itself was described, to identify the stages and volumes of industrial effluents for each activity and then characterize the quality of the raw effluent. Next, the evaluation of the efficiency of the treatment system in operation was carried out by measuring the physical-chemical parameters regulated in the Maximum Allowable Values (MAV), at the final discharge point, obtaining high concentrations of BOD5, COD and pH, those that cause environmental, administrative and economic problems due to non-compliance with the VMA of Supreme Decree N°021-2009-VIVIENDA. Finally, improvement was proposed in the different stages of the treatment system in the short and long term of execution, to reduce the concentration levels of the evaluated parameters and comply with the MAV. Administrative and operational measures were proposed, such as short-term improvement and the implementation of a new treatment system with automated technology as a long-term measure, from which the alternative that responds to the need, space and available resources can be chosen. to obtain treated wastewater with better quality in its final discharge and comply with regulations, in addition to obtaining byproducts such as residual flour and oils with commercial value, allowing the sustainability of the proposed system.

Keywords: anchovy, curing, Maximum Acceptable Values, treatment system.

I. INTRODUCCIÓN

La contaminación del agua es un problema que preocupa más, por el deterioro de su calidad y la reducción en la cantidad, especialmente en la disponibilidad de agua dulce. A partir de este problema muchos países han creado legislaciones para prevenir y controlar el problema, como el caso del Perú que cuenta con normativa ambiental para obligar a empresas industriales tratar sus efluentes para no generar impactos negativos en un cuerpo receptor natural.

Entre las empresas industriales de extracción y procesamiento de recursos hidrobiológicos se encuentran los establecimientos pesqueros marítimos de consumo humano directo (CHD) e indirecto (CHI) (Meléndez, 2014). Los de giro industrial de CHD, el de curado llegó a representar el 0.47% de producción respecto al total de pesca marítima, existiendo 27 establecimientos distribuidas en todo el país en el 2019 (INEI, 2020).

La normativa ambiental regula la generación de efluentes de la actividad pesquera según su descarga a un cuerpo receptor marino o al sistema de alcantarillado público. En la región Ica, las plantas industriales pesqueros de CHD descargan sus efluentes tratados al sistema de alcantarillado público administrado por EMAPISCO (PRODUCE, 2015) por ende, deben cumplir con los parámetros indicados en el D.S N°021-2009-VIVIENDA para su descarga final, por lo que el tratamiento de efluentes es de vital importancia para asegurar su descarga y evitar incurrir en sanciones administrativas, ambientales y económicas.

Por la razón expuesta los establecimientos industriales se ven obligadas a implementar un sistema que traten sus efluentes, que en la mayoría de los casos no son eficientes por lo que

deben plantear mejoras en el sistema implementado o modernizar los equipos como parte de la mejora continua.

1.1. Trayectoria del autor

Bachiller de Ingeniería Ambiental con experiencia en el sector privado en el rubro industrial y manufacturero, y en el sector público apoyando en la gestión de obras públicas. A continuación, detallo mi trayectoria profesional cronológicamente:

En el año 2013 inicié labores en la empresa peruana HIGSEG E.I.R.L de consultoría y venta de equipos de higiene, seguridad ocupacional y medio ambiente, asesorando proyectos, apoyando y elaborando propuestas económicas a los clientes de los sectores hidrocarburos, manufactura y minera para realizar monitoreos de higiene ocupacional.

A partir del año 2015 ingresé a laborar como Asistente de Seguridad, salud ocupacional y medio ambiente en Continental S.A.C. del rubro de manufactura donde realicé la implementación del plan de seguridad y salud en el trabajo del almacén principal y de venta mayorista, ubicados en diferentes lugares de Lima Metropolitana; propuesta de implementación del sistema contra incendio y reporte de los compromisos ambientales según el instrumento ambiental aprobado. Además de la elaboración de expediente para la apertura de tiendas de venta mayorista y minoristas en diferentes distritos de Lima y Provincias.

En los años 2017 al 2018 y 2020 fue Supervisor de Seguridad, Salud ocupacional y Medio Ambiente (Área SSOMA) en la empresa pesquera Compañía Americana de Conservas S.A.C., donde realizó supervisión en la gestión de seguridad, salud laboral y ambiental,

enfaticando el tratamiento de aguas residuales industriales y promoviendo la valorización de residuos sólidos para venderlos.

Para el año 2019 ingresé al rubro logístico en la empresa Yobel Supply Chain, como supervisor de soporte de operaciones, verificando los controles de calidad y de seguridad ocupacional sobre todo del personal operativo en los almacenes de producto terminado en la planta Huachipa perteneciente al grupo Gloria.

En el 2021 fui reclutado por el Proyecto Especial LEGADO como supervisor operativo para la supervisión de la desinfección y manejo de residuos sólidos en los Centros de Vacunación en el marco de estado de emergencia por el COVID-19. Posteriormente me incorporé en la Municipalidad Provincial Páucar del Sara Sara en el 2022, como Asistente en el Área de Obras Públicas de construcción y saneamiento. Actualmente desempeño labores de consultoría externa mediante la empresa WOLBES S.A.C. elaborando expedientes técnicos y presupuestos de obras públicas de construcción y saneamiento.

1.2. Descripción de la Empresa

La empresa Curado S.A.C., nombre asignado al Establecimiento pesquero por motivos de confidencialidad, es una empresa pesquera conservera del rubro curado que tiene como actividad principal la producción de semiconservas y filetes de anchoveta en salazón para exportación, por lo que es una empresa de alimentos de consumo humano directo (CHD) que tiene la política de brindar productos exportación competitivos acorde a la solicitud de sus clientes.

1.2.1. Misión

“Nos respaldan más de 70 años de artesanía y saber hacer, de prosperidad de nuestra comunidad y gratitud con el medio ambiente marino; siendo la única que enfoca a los/las consumidores tiene capacidad suficiente para hacerlo” (Grupo Consorcio, 2021, p.14).

1.2.2. Visión

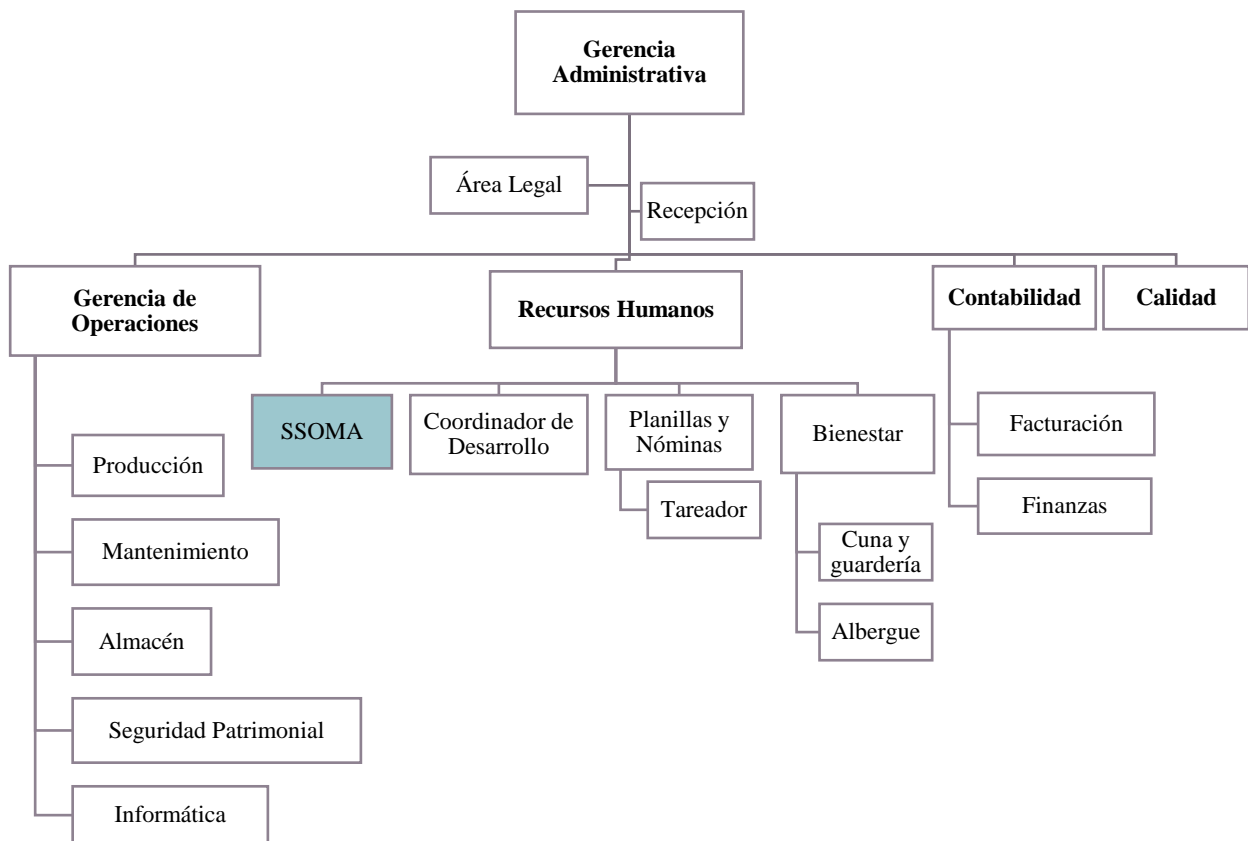
“Tenemos la responsabilidad de situar a la anchoa como experiencia gourmet de referencia a nivel mundial, creando marca para seguir introduciendo otros productos del mar en el mercado” (Grupo Consorcio, 2021, p.14).

1.3. Organigrama de la empresa

A continuación, se visualiza el organigrama de la empresa Curado S.A.C.

Figura 1

Organigrama de la empresa



Nota: Adaptado de Ramírez (2020).

1.4. Área y funciones desempeñadas

A continuación, se detallan las principales funciones desempeñadas como Supervisor de Seguridad, salud ocupacional y medio ambiente en el Área SSOMA de la empresa industrial:

- Verificar el cumplimiento de la normativa ambiental aplicable para el manejo de efluentes industriales, emisiones atmosféricas, ruido ambiental, gestión de residuos sólidos, actualización de la matriz de aspectos ambientales requeridos para la mejora de la gestión ambiental en la organización.

- Implementar medidas para la mejora del tratamiento de aguas residuales, reportar incidencias operativas y gestionar el mantenimiento de equipos para el correcto funcionamiento del sistema.
- Verificar y cumplir los estándares internacionales en materia medio ambiental requeridos por los clientes en las auditorías externas, coordinando con los encargados de producción, calidad, y mantenimiento principalmente para la gestión de residuos y tratamiento de aguas residuales, como requisito para la exportación de los productos elaborados.
- Elaborar y dar seguimiento a la actualización del estudio de impacto ambiental (EIASd) debido a los cambios efectuados en planta como el cambio de equipos y tecnología actualizada, y por cumplimiento de los tiempos solicitados para la actualización de instrumentos ambientales.
- Supervisar el cumplimiento de la normativa en seguridad y salud en el trabajo, Ley 29783, reglamento DS 005-2012-TR y sus modificaciones, mediante la elaboración, constatación de la ejecución de medidas de control según el IPERC aprobado promoviendo la reducción de incidentes y accidentes laborales, además verificar el uso de equipos de protección personal, revisión de análisis de trabajo seguro y supervisión de actividades de alto riesgo.
- Coordinar la ejecución de la auditoria anual del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo, por un auditor acreditado por el Ministerio de Trabajo (MINTRA).
- Capacitar al personal administrativo y operativo en cumplimiento a la normativa en seguridad, Ley 29783 y su reglamento DS 005-2012-TR, además de brindar charlas de seguridad al personal nuevo fomentado la prevención de incidentes y accidentes laborales.

- Verificar y reportar trimestralmente el cumplimiento de los compromisos ambientales descritos en el instrumento de gestión ambiental (EIASd) a los entes reguladores como el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), Ministerio del Ambiente (MINAM), EPS - EMAPISCO y otras entidades públicas cuando lo requieran, además de la gerencia administrativa.
- Supervisar las actividades operativas e identificando los actos y condiciones inseguras en los puestos y áreas de trabajo sobre todo en áreas críticas de alto riesgo.
- Coordinar el desarrollo del monitoreo ambiental anual según el instrumento ambiental aprobado hasta la obtención de los resultados de laboratorio, y la revisión de los informes presentados por las consultoras ambientales contratadas.
- Responder a las supervisiones inopinadas por parte del Ministerio de la Producción (PRODUCE) sobre la gestión de los descartes de pesca del proceso productivo, desde su origen, transporte y su disposición final a una planta de harina residual registrada en el Ministerio de la Producción (PRODUCE).
- Reportar la gestión anual en seguridad y medio ambiente mediante la elaboración de informes con indicadores medibles presentados a la Gerencia Administrativa como parte de las medidas para la mejora continua.

II. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECIFICA

La planta industrial que utiliza la anchoveta (*Engraulis ringens*) en salazón como materia prima, genera efluentes industriales que contienen alta carga de materia orgánica, aceites y grasas, sólidos suspendidos totales y disueltos que deben ser removidos en el proceso de tratamiento antes de su descarga final para el cumplimiento según lo establecido en los Valores Máximos Admisibles (VMA) según D.S N°021-2009-VIVIENDA aplicable en el tiempo de evaluación.

Las excedencias en las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos en la descarga final son indicadores que el sistema de tratamiento no está funcionando adecuadamente, por lo cual es importante el diagnóstico para evaluar e identificar las deficiencias en cada etapa del proceso de tratamiento. Debido a que no solo existe incumplimiento ambiental sino también sanciones económicas por excedencias, suspensión del servicio de alcantarillado y administrativas por parte de la Empresa Prestadora de Saneamiento (EPS-EMAPISCO) y entidades fiscalizadoras.

El cambio de materia prima, estado de los equipos, dosificación de aditivos para el proceso químico, fueron entre otros los factores que permitieron que la efectividad del tratamiento no logre el objetivo programado. Por el cual se propusieron medidas administrativas y operativas para mejorar el tratamiento de efluentes, cumplir la normativa, aprovechar los lodos y por tanto no afectar la calidad ambiental de la zona de influencia directa, cumpliendo los compromisos ambientales como parte de responsabilidad socioambiental ante la comunidad, autoridades, clientes e imagen empresarial.

2.1. Ubicación geográfica

La empresa industrial está ubicada en zona de expansión urbana en el distrito de San Andrés, perteneciente a la Provincia de Pisco, Región Ica. El establecimiento cuenta con abastecimiento de agua potable, servicio de alcantarillado y servicio eléctrico público.

Figura 2

Ubicación geográfica de la empresa.



Nota: Tomado de Municipalidad Provincial de Pisco [MPP] (2015).

2.2. Definición de términos básicos

Anchoa: es referido a un producto tradicional de origen europeo, mediante la aplicación de un medio salino se produce la maduración controlada de ciertas especies como el boquerón,

anchoveta u otros *engraúidos*, presentando características organolépticas específicas para consumo (Maza & Gallo, 2006).

Anchoveta: La anchoveta peruana (*Engraulis ringens*) es una especie pelágicas de mayor importancia debido a los grandes volúmenes de captura anual en el ámbito mundial, viven en aguas oceánicas cuya temperatura se encuentra entre 14,5 y los 20°C, su tiempo de vida es de 3 o 4 años de edad y en su etapa adulta, alcanza una longitud entre 12 y 16 centímetros. Se reproducen en cualquier época del año (Ministerio de Comercio Exterior y Turismo [MINCETUR], 2016).

Curado: procedimiento de conservación de la carne de diversas especies marinas, el cual puede englobar diversos procesos: secado, salado y ahumado o una combinación de estos (SNI, 2023).

Eficiencia: Capacidad de lograr los resultados deseados con el mínimo posible de recursos (RAE, 2023).

EPS: Las Empresas Prestadoras de Saneamiento (EPS) son entidades públicas, privadas y mixtas que brindan servicio de agua potable, alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales para disposición final en zonas urbanas (Superintendencia Nacional de servicios de saneamiento [SUNASS]. s.f.).

Salazón: La salazón del pescado es una de las más antiguas técnicas de conservación de alimentos desarrollados por el hombre, es un método de transformación donde el pescado es sometido a la acción prolongada de la sal común (sólida o en salmuera) con o sin acompañamiento de otros condimentos o especias (Ramírez, 2012).

Semiconserva: son productos que se han estabilizado mediante un tratamiento por un tiempo limitado y se mantiene en recipientes a presión normal, por el cual deben conservarse en lugares frescos o refrigerados debido a que no son esterilizados como el caso de las conservas. Se consideran semiconservas los productos pesqueros transformados: salpresados, salazones, ahumados, desecados, seco-salados, escabeches y cocidos (García, 2017).

VMA: son aquellos valores de concentración de elementos, sustancias, parámetros físicos o químicos, que caracterizan a un efluente (fluido procedente de una instalación industrial) que va a ser descargado a la red de alcantarillado (Gobierno del Perú, 2023).

MINAM: Ministerio del Ambiente.

OEFA: Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental.

PRODUCE: Ministerio de la Producción.

2.3. Objetivos

2.3.1. Objetivo General

Proponer mejoras en el sistema de tratamiento de efluentes industriales de una planta de curado de anchoveta.

2.3.2. Objetivos específicos

- Caracterizar la calidad del efluente crudo generado del proceso productivo antes del tratamiento.
- Caracterizar la concentración del efluente tratado antes de la descarga al sistema de alcantarillado público.

- Determinar la eficiencia del sistema de tratamiento de efluentes respecto a la concentración de los parámetros regulados.

2.4. Procedimiento de trabajo

Para la propuesta de mejora del sistema de tratamiento de efluentes se realizaron las siguientes actividades principales para el cumplimiento de los objetivos:

Actividades en Campo:

Se recolectó información y se elaboró la línea base del proceso productivo identificando las actividades principales generadoras de aguas residuales industriales, recorriendo toda la instalación, y se realizó el diagnóstico identificando deficiencias en el manejo de residuos sólidos en el proceso productivo de curado.

En este punto se tomaron las muestras de los efluentes crudos en la poza de recolección, según el protocolo de muestreo de la Resolución Ministerial N°0271-2020-PRODUCE, para conocer las características fisicoquímicas con el fin de identificar la mejor propuesta de tratamiento. Un laboratorio acreditado realizó los análisis de las muestras.

Se recabó de fuentes escrita y oral mediante entrevistas del personal encargado de las áreas operativas para conseguir datos del proceso productivo además de haberse solicitado apoyo técnico al área de Calidad y finalmente corroborar en campo los procedimientos establecidos del proceso productivo, después fue imprescindible calcular la huella hídrica del proceso productivo para obtener información de fuentes generadoras de efluentes y cuantificar los volúmenes recolectados en la poza de recepción de efluentes.

Respecto al manejo de los efluentes industriales del proceso productivo, desde que ingresan las aguas como afluentes al sistema de tratamiento hasta su descarga final a la red de alcantarillado público, se tomaron las medidas de la infraestructura, pozas, tanques para conocer el volumen de los efluentes generados por día.

Se elaboró un inventario para registrar los elementos instalados en cada etapa del sistema de tratamiento de efluentes en funcionamiento, como son bombas centrifugas, sumergibles, motores, reductores, tamices, entre otros. Respecto a las especificaciones técnicas de los equipos, éstos fueron solicitados al área de Mantenimiento de la planta debido a que esta área controlaba todo el sistema mecánico y eléctrico de la planta industrial.

Con la información obtenida se elaboró un manual de operación donde se describe el funcionamiento de las etapas del sistema de tratamiento, el uso de aditivos, identificando el proceso fisicoquímico más importante para la remoción de sólidos, aceites y grasas, usando un coagulante y floculante.

Actividades en Gabinete

Luego de recopilar la información en campo, se revisó el marco teórico, bibliografía de fuentes aceptables y confiables, de investigaciones y proyectos piloto, y referencias de profesionales por su experiencia en el campo sobre la implementación de sistemas de tratamientos en otras empresas industriales de rubro similar a la estudiada.

Se elaboró una matriz de acuerdo a la problemática encontrada del proceso productivo y el sistema de tratamiento, para luego proponer mejoras a corto plazo que fue básicamente

implementar medidas administrativas y operativas, adicionar algunas etapas necesarias y equipos para aumentar la eficiencia.

Finalmente se elaboró una propuesta a largo plazo para el tratamiento de efluentes industriales considerando equipos nuevos y de funcionamiento automatizado con mayor eficiencia. Esta propuesta fue básicamente cambiar todos los equipos y recuperar sólo los aptos y operativos.

2.5. Materiales

En la etapa de campo se usaron:

- Computadora personal TOSHIBA COREi5, utilizada para el procesamiento de datos obtenidos en el campo.
- GPS - El GPS en sus siglas en inglés (Global Positioning System).
- Cámara fotográfica marca Sony y celular Samsung.
- Software AutoCAD 2016, para la elaboración de planos y croquis.
- Microsoft Office, Versión 2019, para la redacción del informe y elaboración de tablas.
- Cinta métrica, para determinar las áreas ocupadas por los elementos del Sistema de Tratamiento de efluentes.
- Hojas bond, bolígrafos, plumones, otros materiales de escritorio.

En la etapa de gabinete:

- Servicio de internet.
- Impresora EPSON.
- Libretas de notas.

2.6. Descripción del proceso productivo

La planta de curado utiliza como materia prima anchoveta en salazón la cual es abastecida por empresas pesqueras industriales o artesanales que realizan la actividad de salazonado. Según el Reglamento de Ordenamiento Pesquero del recurso anchoveta del D.S. N°005-2017-PRODUCE, la extracción de pesca de las embarcaciones de menor escala debe cumplir con el permiso de pesca, contar con habilitación sanitaria otorgada por la autoridad Sanitaria (SANIPES), y estar inscrito en el Registro Nacional de Embarcaciones Pesqueras para CHD. El transporte se realiza en vehículos isotérmicos registrados e identificados hasta llegar al punto de comercialización.

El establecimiento en estudio se dedica principalmente a la elaboración de Filetes de anchoas en bolsas al vacío y semiconservas de anchoas en aceite vegetal, a continuación, se describe el proceso productivo:

2.6.1. Recepción de materia prima

La materia prima que ingresa al proceso productivo corresponde a la anchoa en salazón; la empresa solo recibe anchoa en salazón almacenada en barriles plásticos de 8 kg, con un peso bruto de unos 300 Kg cada uno. Las anchovetas en salazón llegan limpias, evisceradas, sin cabeza sin cola, corte HG. Las especies de anchoveta que procesa la planta son *Engraulis Ringens*, *Engraulis Anchoita* y *Engraulis Encrasicolus*.

Los barriles con anchoa en salazón se reciben en planta con su correspondiente tapa o cobertura plástica y se disponen de forma ordenada. El objetivo es poder llevar a cabo ahí la verificación de pesos y la recogida de muestras para el análisis sensorial, análisis físico-

químico, control de histamina y cloruros por parte del departamento de calidad. Luego de la recepción se almacenan (Cámara 5) para su proceso de mantenimiento y maduración.

2.6.2. *Mantenimiento y maduración de la materia prima*

El proceso consiste en lograr que la salazón alcance el color y sabor adecuado gracias al efecto del prensado y la sal. Para ello, se almacenan durante cuatro a seis meses a temperatura ambiente o refrigerada, se cubre la parte superior del barril con salmuera y pastón para evitar la entrada de oxígeno y se prensa cada uno de ellos con pesas de 25 kg y retirar fuera el exceso de agua y grasa para su correcta conservación.

El tiempo del proceso de maduración depende de la tipología de pesca en cuanto a su origen, talla, nivel de grasa, calibre, etc. Durante dicho proceso se revisa constantemente el grado de maduración de la salazón, se retira grasa y se le agrega salmuera siempre y cuando resulte necesario. Una vez que se ha logrado el punto de maduración, se traslada la salazón a una cámara con temperatura refrigerada entre 6 a 10 °C para evitar su sobre maduración y permanecerá ahí de forma controlada hasta su utilización para la fabricación de semiconservas. Se generan residuos líquidos por el movimiento de los barriles y el cambio de salmuera en el mantenimiento, y éstos son direccionados al colector común de efluentes industriales de la planta.

2.6.3. *Escaldado*

Este proceso inicia sacando la pesca del barril, luego por medio de la máquina escaldadora se logra la eliminación la piel de los lomos de la pesca mediante acciones de roce o frotamiento. La temperatura del agua oscila generalmente entre 57°C - 70°C. Para la operación del escaldado primero se realiza un lavado de la anchoa con agua fría, después por una cinta de escurrido pasan al baño de agua caliente, luego se aclara el producto con agua fría.

El personal se apoya con una mesa vibradora mediante la cual se separa de forma controlada la pesca de la sal con restos de escama. La pesca separada se remoja en una tina de agua antes de pasar por la escaldadora.

La escaldadora funciona con cinta transportadora de acero inoxidable con tres tinas de agua o salmuera recirculante por la que avanza la pesca mientras se moja y frota. Gracias a ello la anchoa en salazón queda limpia de escama y piel al final de esta. Un operario situado de la línea transportadora de la escaldadora, recibe con cuidado la pesca y la deposita en una tina con salmuera para elevar o aumentar el grado de salinidad. La pesca tratada se deposita y almacena finalmente con cuidado en cajas plásticas de pesca para esperar ahí al siguiente paso o proceso de recorte y limpieza.

2.6.4. Corte y limpieza

Escaldada la pesca en salmuera, se almacena con cuidado en cajas para pasar a las mesas de trabajo donde el personal del área recorta con tijeras el exceso de espinas y repasa con paños sobre la pesca para retirar los restos de piel que aún existen. A medida que se recorta y limpia la pesca, los residuos generados se almacenan en cajas plásticas puestas debajo de la mesa, y la pesca recortada y limpiada son nuevamente lavadas con ayuda de las paneras plásticas para retirar la grasa y espinas, para luego ser pesados. Una vez lavadas, se almacenan de forma ordenada a la espera del paso siguiente del proceso de producción.

2.6.5. Paños y centrifugado

Personal de producción coloca la pesca lavada y recortada en paños de tela reutilizables para luego ser centrifugados y, de esta forma, controlar el porcentaje (%) de humedad de la pesca antes de ser fileteada. Para ello, la sala de proceso cuenta con unas máquinas

centrifugadoras o tambores giratorios que permiten disminuir la humedad de la pesca al valor necesario en función del mercado destino y/o pedido del cliente.

2.6.6. Fileteado

Una vez que la pesca ha sido centrifugada, todo ello desarrollado en la sala conocido como área de corte, el siguiente paso del proceso es filetear o retirar los lomos de la salazón hasta separar la espina dorsal de la pesca o salazón. Este proceso se lleva a cabo en la sala de filete. Los operarios de producción reciben la pesca en canastillas, conteniendo la pesca envuelta en paños ya centrifugados en las mesas de trabajo.

El proceso de fileteado consiste en separar con cuidado los lomos de la pesca o salazón, con ayuda de una tijera de forma manual, logrando mantener el máximo de su tamaño y, una vez logrado, se disponen de forma ordenada y en función del tipo de formato que se trabaje, ya sea en filete de anchoa en bolsa al vacío o semiconserva.

2.6.7. Envasado

Existe dos formas de envasar la salazón:

✓ ***Filete de anchoa en salazón envasado en bolsas al vacío.***

En este caso los lomos de la pesca son dispuestos, según formato, en láminas de plástico, para luego ser embolsados y sellados al vacío gracias a una máquina a una presión de 98 a 99%. En el momento del sellado, la propia máquina inyecta nitrógeno con el objeto de proteger la calidad del producto al evitar que entre oxígeno. Las bolsas selladas son colocadas en jabsas plásticas caladas en número de 20 bolsas para su observación por 24 horas, conservándose en cámara de frío a 5°C.

✓ ***Filete de anchoa en salazón en envases de vidrio, hojalata y/o aluminio***

En este caso los lomos de la pesca son dispuestos, según formato con aceite de girasol u oliva como liquido de gobierno, en envases de vidrio, hojalata y/o aluminio para luego pasar al proceso de cierre.

2.6.8. Cierre

En el proceso de cierre sólo ingresan los filetes de anchoa en salazón en envases de vidrio, hojalata y/o aluminio, que son alimentados por una faja trasportadora desde la sala de envase hacia la sala de cierre, En el área de cierre se encuentran instaladas cerradoras de frascos y las cerradores Somme, además los productos cerrados son lavados en lavadoras tipo tinas y dos secadoras, y otras máquinas que son accesorios indispensables como la estuchadora, retractiladora, cinta transportadora y marcador.

Los envases ingresan por la faja y se llenan con aceite vegetal, líquido de gobierno, luego pasan a la siguiente fase correspondiente al sellado con ayuda de las cerradoras, continuando con el proceso, los envases sellados ingresan a las lavadoras donde se retiran el exceso de aceite impregnado en el envase para luego ser secados.

Finalmente se estuchan, etiquetan y apilan para ser almacenados en un ambiente refrigerado hasta su próximo embarque.

2.6.9. Empaque y encajado

Corresponde a la fase final del proceso productivo en la que el producto ya envasado se dispone en cajas, parihuelas, etc. a partir de los requerimientos del cliente. Se verifica la calidad del sellado al vacío y se procede a separar las bolsas en grupos de 10 o más para embalarlas en cajas de cartón, cerrarlas y pesarlas colocando la debida etiqueta de identificación para su

comercialización. Las cajas paletizadas son llevadas al almacén de producto terminado a temperatura controlada.

2.6.10. Almacenamiento final

Las cajas de filetes paletizadas son almacenadas en cámara de frío manteniendo una temperatura para su almacenamiento y distribución entre 5 y 12°C. Los productos llevan en el envase y/o embalaje una inscripción visible que indica las condiciones de almacenamiento.

2.6.11. Embarque

En esta etapa, el producto almacenado se embala y se carga en camiones, que generalmente son terceros, que cuentan contenedores con temperatura controlada para garantizar la conservación del producto durante el transporte hasta su destino final.

2.7. Tratamiento de efluentes industriales

Para la evaluación del sistema de tratamiento de efluentes fue necesario el conocimiento de las áreas operativas fuentes de generación de aguas residuales y las características físicas químicas del efluente generado en la poza de recolección. Además, recalcar que la evaluación realizada a la gestión de los efluentes industriales se llevó a cabo en el periodo 2019-2020 para fines de identificación cronológica.

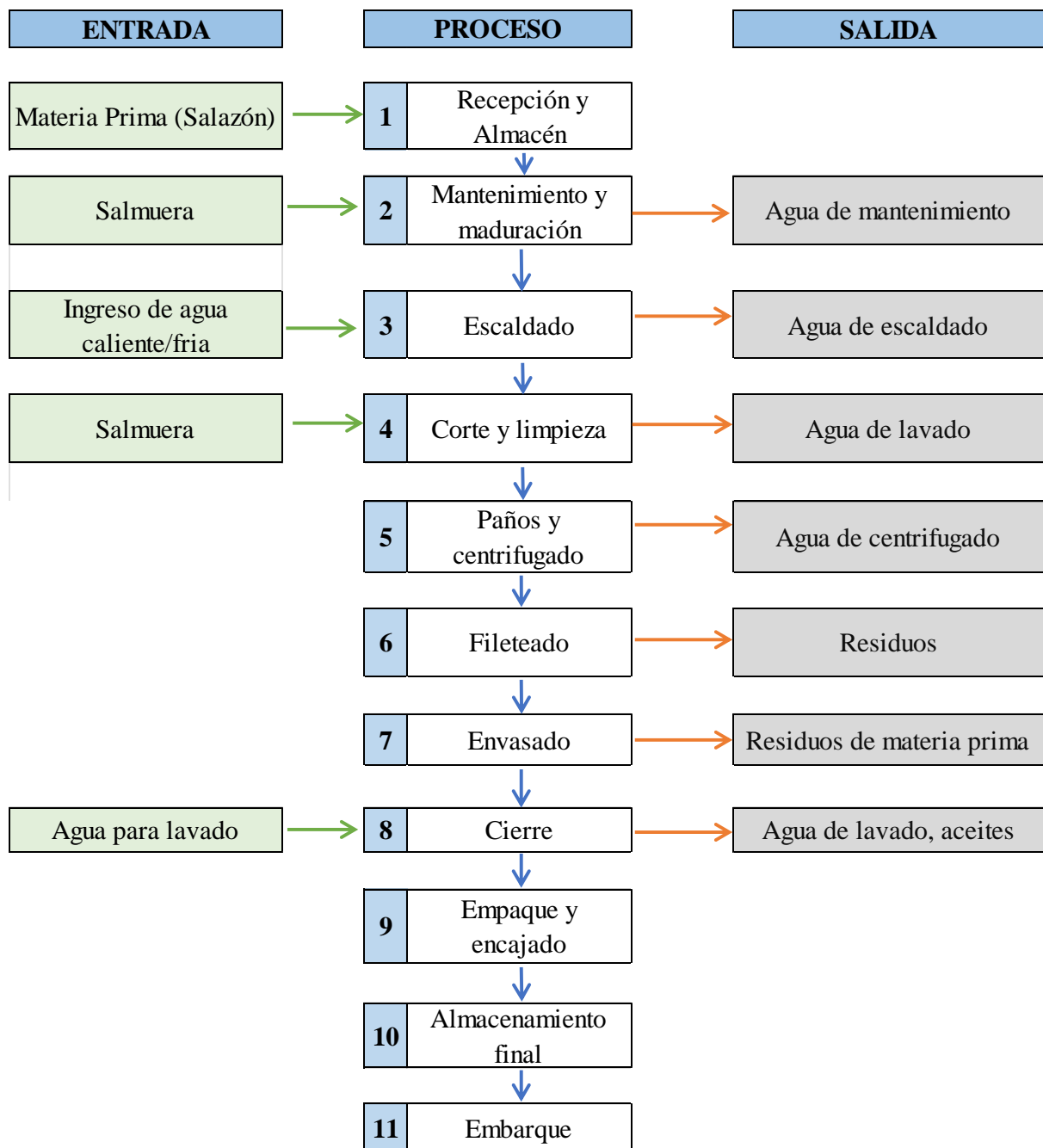
2.7.1. Identificación de fuentes de generación de efluentes

El primer paso importante fue encontrar las áreas generadoras de mayor cantidad de efluentes, de acuerdo a lo identificado en campo. El efluente del proceso productivo se analizó por separado con los efluentes de limpieza debido a la inclusión de detergentes y desinfectantes para su aclarado y sanitización.

Después de la identificación general de los efluentes por áreas se elaboró un diagrama de bloques de las sub áreas y actividades que conforman el proceso productivo en sí, donde se producen efluentes industriales y objeto del presente informe.

Figura 3

Diagrama de bloques de áreas de generación de efluentes



2.7.2. Cálculo de volúmenes generados de efluentes

El segundo paso importante fue calcular el volumen real total de efluentes generados al día y los horarios concretos en que se generan para identificar los picos de generación con mayor volumen para su tratamiento. Para ello se realizó un balance hídrico de salidas de efluentes que ingresan al sistema de tratamiento. Se midió en cada una de las actividades cuantificando de manera aproximada el volumen de efluente generado, la medición realizada corresponde al volumen diario de líquido generado en un turno de trabajo. Este punto resulta fundamental dado que el tratamiento del efluente requiere tiempos de reposo y decantación. Gracias a esta información se puede determinar la capacidad de almacenamiento necesaria para lograr que el 100% del efluente pase por su correspondiente tratamiento.

Tabla 1

Volumen promedio de efluente generado en planta

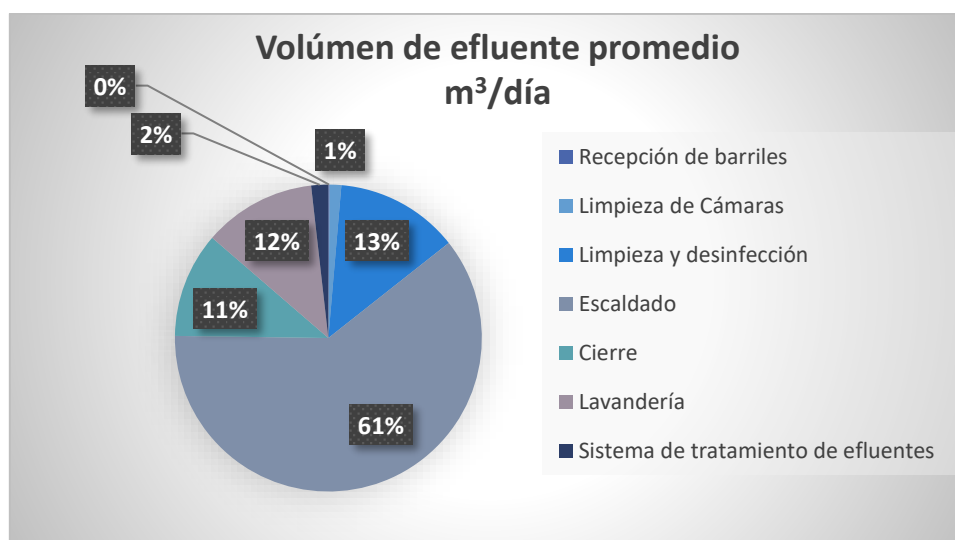
Proceso / Actividades	m ³ /día	Porcentaje
Recepción de barriles	0.12	0.14%
1.1 Recepción	0.12	
Limpieza de Cámaras	1.09	1.23%
2.1 Limpieza Cámara 5	0.78	
2.2 Limpieza Cámara 1	0.31	
Limpieza y desinfección	11.59	13.01%
3.1 Lavado de botas	0.36	
3.2 Lavado de tijeras	0.15	
3.3 Pediluvio de entrada a filete, corte y escaldado	0.89	
3.4 Lavado de Mandiles	1.29	
3.5 Barriles para Desinfección de Mesas	0.12	
3.6 Lavado de Cestas	6.17	
3.7 Pediluvio Entrada a Salmuera	2.00	
3.8 Pediluvio de Entrada a Envasado	0.62	
Escaldado	54.22	60.85%
4.1 Pozas de Pre-Lavado	4.11	
4.2 Escaldado	6.72	
4.3 Lavado Después del Escaldado	10.39	
4.4 Lavado Pesca argentino - español	4.28	
4.5 Lavado Final	28.72	

Proceso / Actividades	m ³ /día	Porcentaje
Cierre	9.90	11.11%
5.1 Lavado de Latas	9.90	
Lavandería	10.58	11.87%
6.1 Lavado de Jabas	9.90	
6.2 Lavado de Paños	0.68	
7 Sistema de tratamiento de efluentes	1.60	1.80%
7.1 Limpieza de tanques, pozas, pisos, área en general	1.60	
TOTAL	89.10	100.00%

De la evaluación realizada en campo de la huella hídrica en el proceso productivo, se evidenció una generación de 89.10 m³/día de efluentes por un turno de trabajo considerándose una jornada laboral de 10 horas, como resultado se tiene una generación de 8.9 m³/h como caudal de efluente generado, además se nos tiene como informe la existencia de temporada de alta producción en los meses de enero y febrero, y una parada de planta en el mes de agosto por mantenimiento.

Figura 4

Volumen promedio de efluente generado en planta



Nota: se muestra la distribución de los volúmenes por m³ por día de trabajo en las diferentes áreas del proceso productivo.

2.7.3. Análisis físico químico del efluente crudo

Se recolectó muestras de efluente generado del proceso productivo de elaboración de semiconservas de anchoveta, específicamente de la poza de recepción para su análisis en laboratorio acreditado. Para así conocer las características fisicoquímicas de efluente crudo que ingresa al sistema de tratamiento.

Se destaca del resultado del análisis físico-químico en laboratorio, que la muestra presenta altas concentraciones en los parámetros de DBO₅, DQO, sólidos suspendidos totales (SST) y aceites y grasas debido a la elevada carga de materia orgánica. Se recuerda que la materia prima que se usa en la elaboración de semiconservas de anchoveta es una especie marina que contiene alta concentración de aceite en su estructura muscular por ello el valor alto en el resultado analizado.

Tabla 2

Resultado de análisis físico-químico del efluente crudo.

Parámetros	Unidad	Efluente crudo	VMA
Aceites y grasas	mg/L	2994	100
Demanda Biológica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	18000	500
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	20000	1,000
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	8980	500
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	100.2	80
Sólidos sedimentables	ml/L	1.2	8.5
pH		5.98	6 – 9
Temperatura	°C	25.6	<35

Nota: extraído de Informe de ensayo N°IE-20-0780 y D.S N°021-2009-VIVIENDA.

2.7.4. Evaluación del manejo de efluentes

Fue de importancia identificar los procesos de tratamiento de efluentes desarrollado por la empresa para identificar las deficiencias presentadas por el cual no llegó a cumplir con el objetivo de cumplir los VMA, de esta manera tener en cuenta en la propuesta de mejora.

2.7.4.1. Fase 1 - Cribado

En esta etapa se realiza la recepción de efluentes y la separación de sólidos mayores a 10 mm de diámetro que generalmente son trozos de pesca, objetos extraños, arrastrados por los efluentes que llegan a ser captados y retenidos por una rejilla con orificios de 1 cm de diámetro. El área está destinada para el almacenamiento de efluentes en una poza de concreto armado a nivel del piso de hasta 2.5 m³ de capacidad, para luego ser conducidos mediante tuberías de PVC de 2 pulgadas e impulsados por una bomba sumergible de 2.5 HP hacia el siguiente proceso de tratamiento. Este procedimiento es automático y manual, para ello cuenta con un sistema eléctrico interconectado mediante un tablero de control instalado en el área.

2.7.4.2. Fase 2 - Tamizado

En esta fase el efluente ingresa a un equipo giratorio, llamado trommel o malla de Johnson, donde se realiza la separación de sólidos que fundamentalmente representa las escamas. El trommel, actúa como un tamiz giratorio de acero inoxidable de doble mallado con 5 mm en el interior y 10 mm en el exterior. El movimiento giratorio es impulsado por un motorreductor de 3 HP, donde arrastra las escamas retenidas en la malla hasta la parte inicial del trommel donde ingresa a la prensa de escamas para retirar en mayor medida la humedad presente y luego ser almacenados en barriles de plástico para su disposición a una planta de harina residual.

El proceso de arrastre de escamas es mediante una helicoidal instalada en el interior del trommel; y los líquidos tamizados son almacenados provisionalmente en una poza de concreto armado de 2 m³ de capacidad aproximadamente, para luego ser conducidos a los tanques de homogenización.

2.7.4.3. Fase 3 - Homogenización

En esta etapa de tratamiento el agua residual aún contiene micro sólidos y grasas, además presenta concentraciones no homogéneas debido a las diferentes actividades desarrolladas en horarios distintos propios del proceso productivo. El efluente tamizado es conducido a tres (03) tanques de homogenización de 25 m³ de capacidad mediante tuberías de 1.5 pulgadas. En la poza de recepción de efluentes se encuentra instalado una bomba sumergible de 2.5 HP que alimentan los tanques de forma automática. El control del transporte de los efluentes es por medio de válvulas de bola instaladas en cada paso de la red de tuberías. Los líquidos ingresan a los tanques desde la parte superior y se mide la capacidad mediante sensores de altura; la numeración pintada tipo regla en el exterior del tanque permite identificar con exactitud la capacidad de uso del tanque en un instante determinado.

La importancia del almacenamiento de los efluentes generados en los diferentes horarios y etapas del proceso productivo permitió obtener una concentración homogénea, paso importante para seguir con el tratamiento. A la vez cuenta con un sistema de recirculación con el ingreso y salida de los líquidos mediante tuberías externas de 2", con el objeto de remover el efluente y evitar sedimentos; dicho procedimiento se realiza usando una bomba centrífuga de 5 HP instalada entre los tanques.

2.7.4.4. Fase 4 - Coagulación y floculación

En esta etapa se realiza el tratamiento físico-químico, que es básicamente la separación de los micro sólidos mediante reacción química y decantación. Se inicia con la alimentación del efluente homogenizado proveniente de los tanques de homogenización, y conducidos por tubería de PVC de 1.5 pulgada de diámetro e impulsado por una bomba centrífuga de 5 HP para llegar a tres (03) tanques Imhoff con 7 m³ de capacidad cada uno donde se encuentran instalas unas paletas de agitación o mezcla, de material acero inoxidable que funcionan con un motorreductor de 3 HP cada uno, para desarrollarse el proceso de coagulación-floculación.

En los tanques Imhoff llenos con efluentes se procede con el tratamiento químico, añadiendo 7 litros de coagulante Cloruro Férrico a 40 % (ClFe₃) se mezcla y agita con ayuda de las paletas instaladas en el interior del tanque a una velocidad de 32 revoluciones por minuto (32RPM) por 10 minutos, culminado este tiempo se flocula. Pasado el tiempo se agrega 32 litros de floculante orgánico, previamente preparado de 200 ppm de concentración, resultado de la preparación de 256 g de floculante orgánico en estado sólido y 80 litros de agua a temperatura aproximada de 60°C, agua calentada mediante una terma eléctrica de 10 litros de capacidad, en cada tanque Imhoff. Las revoluciones para agitación son menores, correspondientes a 25 RPM con tiempo de agitación de 20 minutos. Posteriormente se deja decantar por 1 hora aproximadamente para obtener los flóculos concentrados, llamado lodos, y agua pre-tratada. Los lodos representan aproximadamente el 10 % del total del efluente del tanque.

Generalmente los sólidos y grasas se concentran en ocasiones en la parte superior, otras en la parte inferior, y en otras se observan las dos separaciones juntas. Luego se procede a la evacuación en un tanque de recepción de acero inoxidable de 256 litros de capacidad instalado en la parte inferior del tanque, y en su interior se instaló una bomba sumergible de 3HP para

evacuar los sólidos (purga) hacia uno de los tanques de 25 m³ para su almacenamiento y el agua pre-tratada conducida para su almacenamiento, impulsada por la bomba sumergible hacia el tanque de acero inoxidable de 1m³ de capacidad. Finalmente, mediante una bomba centrífuga de 5HP instalada en el área de tratamiento químico se envía el agua a las pozas de recepción de efluente pre-tratada para luego pasar al filtrado.

2.7.4.5. Fase 5 – Filtración

Como fase final del tratamiento, después de haberse obtenido el agua pre-tratada se almacena en 3 pozas de concreto armado de 10 m³ de capacidad, las cuales están interconectadas por vasos comunicantes para luego pasar a un proceso de filtrado con el fin de remover los sólidos remanentes presentes en el agua pre-tratada. El sistema de filtrado que comprende un tanque de acero inoxidable con capacidad de 1,000 litros, lleno en su interior con productos filtrantes tales como carbón activado, antracita y cuarcita, separadas en camas. Además, se adicionó en este proceso la desinfección mediante la inyección de cloro diluido en el tanque. Se agregó un segundo proceso de filtrado, de triple paso, que comprende 3 filtros de polímeros individuales con espesores de 10, 5 y 3 micras, conectados en línea, con el objeto de lograr un filtrado y limpieza final antes de su descarga final.

Al finalizar el tratamiento de efluentes se realizó un monitoreo de agua en el punto de descarga final, observándose una ligera turbiedad, lo cual fue corroborado en el resultado de laboratorio, los mismos que excedieron los VMA en los parámetros DBO₅, DQO y ligeramente el pH. Con el resultado se pudo verificar que el sistema no fue eficiente en los parámetros indicados anteriormente.

Tabla 3

Caracterización del efluente tratado en la descarga final.

Parámetros	Unidad	Efluente crudo	Descarga final	Eficiencia %	VMA
Aceites y grasas	mg/L	2994	<1.20	99.95	100
Demanda Biológica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	18000	2050	88.61	500
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	20000	3367	83.16	1,000
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	8980	187	97.92	500
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	100.2	2.95	97.00	80
Sólidos sedimentables	ml/L	1.2	0.1	91.67	8.5
pH		5.98	5.96	-	6 – 9
Temperatura	°C	25.6	24.9	-	<35

Nota. extraído de Informe de ensayo N°IE-20-0780 y D.S N°021-2009-VIVIENDA.

2.7.4.6. Tratamiento de purgas

Las purgas generadas tras la fase de coagulación y floculación se almacenan en un tanque independiente de 25 m³ para luego recolectar, transportar y disponer en un relleno sanitario, realizado por la empresa operadora de residuos RYM FUMINSER SRL para cumplir con la disposición adecuada. Cabe indicar que el lodo generado presenta concentraciones elevadas de sólidos y aceites, por lo que se realizó el análisis físico-químico para comprobar su potencial valor comercial, de esta manera incidir en la mejora para el reaprovechamiento de estos lodos.

Tabla 4

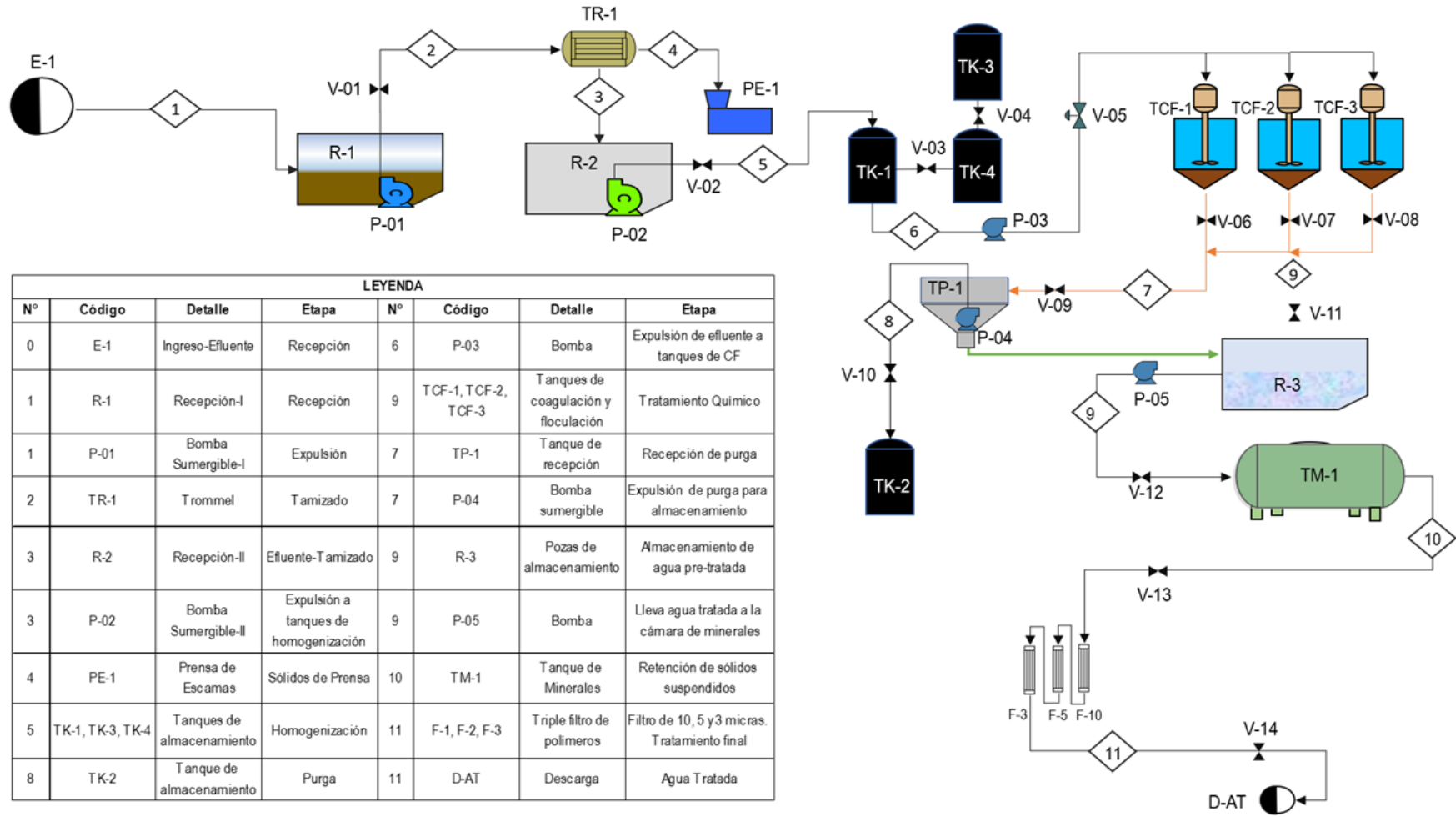
Resultado de análisis físico-químico de lodos.

Parámetros	Unidad	Purga
Aceites y grasas	mg/Kg	466605
Carbono Orgánico Total	%	263.6
Hexaclorobenceno	mg/Kg	<20
Humedad	%	63.9

Nota. extraído de Informe de ensayo N°IE-20-0781 y D.S N°021-2009-VIVIENDA.

Figura 5

Sistema de tratamiento de efluentes de la empresa.



LEYENDA							
N°	Código	Detalle	Etapas	N°	Código	Detalle	Etapas
0	E-1	Ingreso-Efluente	Recepción	6	P-03	Bomba	Expulsión de efluente a tanques de CF
1	R-1	Recepción-I	Recepción	9	TCF-1, TCF-2, TCF-3	Tanques de coagulación y floculación	Tratamiento Químico
1	P-01	Bomba Sumergible-I	Expulsión	7	TP-1	Tanque de recepción	Recepción de purga
2	TR-1	Trommel	Tamizado	7	P-04	Bomba sumergible	Expulsión de purga para almacenamiento
3	R-2	Recepción-II	Efluente-Tamizado	9	R-3	Pozas de almacenamiento	Almacenamiento de agua pre-tratada
3	P-02	Bomba Sumergible-II	Expulsión a tanques de homogenización	9	P-05	Bomba	Lleva agua tratada a la cámara de minerales
4	PE-1	Prensa de Escamas	Sólidos de Prensa	10	TM-1	Tanque de Minerales	Retención de sólidos suspendidos
5	TK-1, TK-3, TK-4	Tanques de almacenamiento	Homogenización	11	F-1, F-2, F-3	Triple filtro de polímeros	Filtro de 10, 5 y 3 micras. Tratamiento final
8	TK-2	Tanque de almacenamiento	Purga	11	D-AT	Descarga	Agua Tratada

2.8. Propuesta de mejora del sistema de tratamiento de efluentes

Luego de la inspección visual del proceso productivo, recolección bibliográfica y resultado de la evaluación sistemática del funcionamiento del sistema de efluentes, se propuso a la Gerencia de la empresa dos alternativas de mejora para el cumplimiento de la normativa y el reaprovechamiento de lodos. Cabe mencionar que las propuestas no se llegaron a ejecutar inmediatamente en campo sino paulatinamente en los años posteriores conforme a la disponibilidad de recursos económicos de la empresa, también se sugirió realizar los monitoreos para evaluar el funcionamiento de la planta de tratamiento.

En este sentido, se propuso dos alternativas para la ejecución de mejoras para la gestión de residuos sólidos y el tratamiento de efluentes industriales, a corto y a largo plazo.

2.8.1. Propuesta de mejora a corto plazo

Según la evaluación visual del proceso productivo de curado, se identificaron actividades con potencial de mejora para la gestión de residuos sólidos y efluentes industriales. Respecto al sistema de tratamiento de aguas residuales industriales también se realizó la evaluación de las deficiencias operativas y administrativas que al implementarse podrían aumentar su eficiencia en cada etapa del proceso, antes de la descarga final.

Tabla 5*Propuestas de mejora en el proceso productivo a corto plazo*

Área	Deficiencia	Causa	Aspecto ambiental	Alternativa de mejora
Recepción	Manipulación de barriles.	Maniobras inadecuadas de traslado de barriles que incrementa la caída de líquidos y pesca.	Incremento en la generación de residuos sólidos orgánicos.	Mayor control y supervisión para el correcto transporte de barriles con pesca.
Recepción	Uso de guantes rotos del personal operativo.	Tracción de los guantes con bordes rugosos de los barriles.	Generación de residuos sólidos plásticos flexibles.	Adquisición y cambio de guantes según requerimiento. Capacitación y supervisión en seguridad y manejo de residuos sólidos.
Almacenamiento	Uso de guantes rotos del personal de mantenimiento.	Transporte de barriles con bordes rugosos en el interior del almacén.	Generación de sólidos plásticos flexibles.	Adquisición y cambio de guantes según requerimiento. Capacitación y supervisión en seguridad y manejo de residuos sólidos.
Escaldado	Manipulación y uso incorrecto de indumentaria de trabajo.	Falta de capacitación al personal operario. Deficiencia en el reporte de indumentaria para cambio. Personal de visita usa indumentaria descartable, como cofias, mandiles.	Generación de sólidos extraños como tocas, cabellos u otros objetos.	Charlas de inducción al personal nuevo y visitantes. Control de uso de indumentaria al ingreso y salida del personal.
Corte y limpieza	Paneras rajadas y deterioradas.	Falta de control de paneras en el área. Manipulación inadecuada de las paneras.	Generación de trozos de plástico duro y contaminación cruzada.	Supervisar las paneras antes del inicio de actividades. Brindar charlas de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y contaminación cruzada al personal involucrado.

Área	Deficiencia	Causa	Aspecto ambiental	Alternativa de mejora
Corte y limpieza	Falta de limpieza continua de pisos.	Falta en la supervisión en la zona.	Caída de pesca por tropiezos generando residuos sólidos.	Procedimiento de limpieza continua de zona de alto movimiento. Supervisión del saneamiento y calidad.
Paños y centrifugado	Identificación de paños deteriorados.	Desgaste por uso.	Generación de residuo sólidos como filamentos, trozos e hilos.	Identificar y retirar paños deteriorados por personal de saneamiento. Adquisición y cambio con paños nuevos.
Fileteado	Identificación de paneras rajadas y deterioradas.	Falta de control de paneras en el área. Manipulación inadecuada de las paneras.	Generación de trozos de plástico duro y contaminación cruzada.	Supervisión de paneras antes del inicio de actividades. Brindar charlas de BMP y contaminación cruzada al personal involucrado.
Fileteado	Identificación de sillas plásticas rotas.	Desgaste por uso continuo. Manipulación incorrecta.	Generación de residuos sólidos como trozos de plástico duro.	Brindar charlas de seguridad y Buenas Prácticas de Manufactura (BPM).
Cierre	Deficiente control de residuos de papel de etiquetas.	Deficiente gestión de residuos sólidos. Baja supervisión del área de calidad.	Generación de residuos sólidos inorgánicos.	Capacitación de las Buenas prácticas de Manufactura y gestión de residuos sólidos.

Área	Deficiencia	Causa	Aspecto ambiental	Alternativa de mejora
Todos los procesos	Sistema de drenaje y rejillas de percolación en mal estado en diferentes puntos del proceso productivo.	Deterioro por uso y tiempo de vida útil.	Arrastre de residuos sólidos hacia la poza colectora de efluentes generando atoros.	Cambio de rejillas y/o mantenimiento del drenaje de las diferentes áreas según se requiera.

A continuación, se detalla las deficiencias detectadas en el sistema de tratamiento y las alternativas de mejora a corto plazo.

Tabla 6

Deficiencias en el sistema de tratamiento y propuestas de mejora a corto plazo

Etapas de tratamiento	Problema	Causa	Deficiencia	Alternativa de mejora
Recepción de efluentes crudos	Rebalse de efluentes en la zona por saturación de la rejilla de percolación.	Presencia de abundantes sólidos por grandes deficiencias en la gestión de residuos en el proceso productivo.	Limpieza continua de la rejilla, generando gastos operativos por atender sólo este problema.	Elaborar procedimiento de gestión de residuos sólidos en el proceso productivo. Realizar limpieza continua de la rejilla. Capacitación en BPM y gestión de residuos a personal operativo.
Tamizado	Desperfecto de Prensa de escamas y motorreductor del trommel.	Falta de mantenimiento preventivo de equipos.	Paradas intermitentes del funcionamiento del tamiz, ocasionando	Elaboración del plan de mantenimiento preventivo y correctivo de equipos mecánicos y eléctrico.

Etapa de tratamiento	Problema	Causa	Deficiencia	Alternativa de mejora
			pérdidas por tiempos muertos.	
Homogenización	Presencia de sólidos y grasas sedimentados en los tanques.	Falta de limpieza continua en el interior del tanque.	Reducción en la capacidad de almacenamiento.	Elaborar procedimientos de mantenimiento y limpieza de equipos y materiales para su ejecución de por lo menos una vez al mes.
Homogenización	Fallas en el nivelador de capacidad.	Falta de mantenimiento y limpieza.	Reducción en la capacidad de almacenamiento.	Elaborar procedimientos de mantenimiento y limpieza de equipos y materiales para su ejecución de por lo menos una vez al mes.
Coagulación y floculación	Presencia de grasa incrustada en paredes y paletas internas del tanque inhoff reduciendo la capacidad de almacenamiento.	Falta de limpieza en el interior de los tanques.	Reducción en la eficiencia del proceso de tratamiento físico-químico.	Elaborar procedimientos de mantenimiento y limpieza para su ejecución por lo menos una vez al mes.
Coagulación y floculación	Medición incorrecta del floculante sólido.	Balanza descalibrada. Jarra medidora sucia.	Deficiencia en el peso de la dosis del floculante.	Elaborar el plan de mantenimiento preventivo y correctivo de equipos mecánicos y eléctrico. Reforzar la limpieza de materiales a usarse para el tratamiento.
Coagulación y floculación	Derrames de coagulante líquido.	Transporte manual del aditivo en baldes hacia la parte superior de los tanques.	Reducción en la cantidad de aditivo.	Adquirir envases, bidones con tapas para el transporte del aditivo. Almacenar el aditivo cerca al punto de uso.

Etapa de tratamiento	Problema	Causa	Deficiencia	Alternativa de mejora
Coagulación y floculación	Confusiones en la formulación de los aditivos.	Desconocimiento del personal operativo.	Alteración en el tratamiento físico-químico.	Capacitar el personal sobre el tratamiento físico-químico. Implementar afiches de ayuda memoria sobre la dosificación correcta de aditivos en el área de trabajo.
Coagulación y floculación	Ausencia de aditivo regulador de pH.	No se usa el aditivo.	Producto con niveles ligeramente ácidos según los resultados de Laboratorio.	Etiquetar todos los aditivos usados en el tratamiento. Ejecutar pruebas de jarras de laboratorio para obtener la dosis idónea del regulador de pH. Adquirir un aditivo regulador de pH como NaOH para optimizar el tratamiento.
Coagulación y floculación	No se cuenta con regulación de temperatura para la preparación del floculante.	Sólo se tiene una terma de 10 L de capacidad con deficiencias en su funcionamiento. No se cuenta un termómetro.	Deficiencia en la disolución del floculante.	Adquirir un termómetro para las pruebas en campo. Realizar el mantenimiento de la terma.
Coagulación y floculación	Correntómetro deteriorado.	Falta de mantenimiento del equipo.	Volúmenes inexactos de efluentes ingresados a los tanques.	Cambio de equipo de acuerdo al tiempo de vida o realizar mantenimiento periódico según corresponda.

Etapa de tratamiento	Problema	Causa	Deficiencia	Alternativa de mejora
Filtración	Productos filtrantes saturados.	Ingresa agua con alta carga por deficiencia del tratamiento anterior.	Deficiencia del tratamiento de filtrado.	Mejorar el proceso de tratamiento de coagulación/ floculación. Realizar retrolavados periódicos con inyección de cloro.
Filtración	No existe control de la medición de turbiedad en campo.	Ausencia de equipo turbidímetro.	Bajo control de campo para verificar el correcto funcionamiento del sistema de tratamiento.	Adquisición de un turbidímetro digital para uso en campo y verificar la turbiedad en el proceso de tratamiento.
Tratamiento de purgas.	No se aprovecha los lodos.	Tricanter no operativo.	Sobrecosto por transporte y disposición final de lodos en relleno sanitario.	Mantenimiento correctivo del equipo, caso contrario, adquirir nuevo equipo o similar con accesorios complementarios para su correcta operación con el fin de aprovechar subproductos con alto valor comercial.

2.8.2. Propuesta de mejora a largo plazo

A partir de la información previamente analizada es importante considerar la remoción de los sólidos para reducir la DBO₅, DQO, aceites y grasas, control de pH, que exceden en el punto de descarga final sobre todo en los dos primeros parámetros, para el correcto funcionamiento de la floculación y coagulación, por esto se propone la mejora del sistema de tratamiento aumentando etapas al proceso para reducir la concentración de los parámetros que están excediendo los VMA además de aprovechar los subproductos como la harina residual y aceites.

2.8.2.1. Cribado. Se propuso ampliar y mantener la poza de concreto de 2,5 m³ de capacidad para captar efluentes industriales de toda la red de canaletas que salen del proceso productivo desde la recepción de pesca hasta el embarque, para evitar ingreso de material grueso y extraño al proceso productivo, para reducir la cantidad de veces en la limpieza de esta rejilla. El tamaño de los agujeros de la reja será de 10 mm de diámetro.

2.8.2.2. Tamizado. El equipo tamizador rotativo denominado trommel funciona mediante el mecanismo de transporte helicoidal donde presenta un tonillo sin fin, para llevar los efluentes en su interior y retener los sólidos principalmente escamas en las mallas interior de 0.5 mm y 5 mm en el exterior, para luego ser enviados a la prensa de escamas para eliminar humedad, posteriormente ser tratados como residuos sólidos de pesca. El trommel se mantendrá en el sistema de tratamiento funcionando adecuadamente, para ello será necesario realizar el mantenimiento preventivo del equipo.

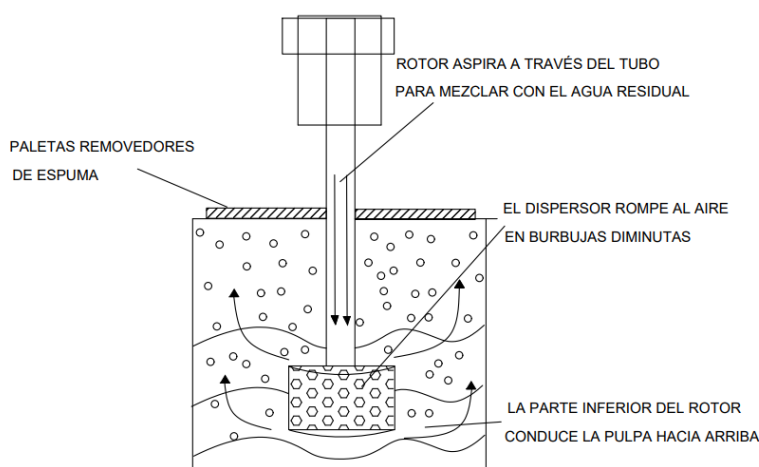
2.8.2.3. Ecuilización. En esta etapa sirve para almacenar los efluentes provenientes del tamizado regulando los cambios de caudal provenientes del proceso productivo y

homogenizar las cargas de los contaminantes presentes en el efluente para regular el caudal necesario en la alimentación de la siguiente etapa. Para evitar la sedimentación es necesaria la incorporación de un sistema de mezcla con difusores de aire o mezcla o agitación con paletas.

2.8.2.4. Remoción de grasas. Para reducir la concentración de sólidos suspendidos y de aceites y grasas presentes en el efluente, se propuso incorporar una trampa de grasas que utiliza el principio de flotación con microburbujas, donde puede alcanzar un rendimiento de 23% en DQO y 48% de aceite en condiciones básicas (Bennett & Peter, 1988), se impulsan los contaminantes de menor densidad que el agua, además de sólidos sedimentables extraíbles, llegan a la superficie removidos por una paleta barredora hacia otro colector exterior, donde se almacenará e impulsará al proceso de recuperación de subproductos. El agua interior restante después de la remoción del sobrenadante será impulsada a la siguiente etapa de tratamiento. La generación de burbujas se realiza por inyección de aire instalado generalmente en la parte inferior del equipo inducido por rotores o agitadores, el tamaño de las burbujas es mayor que en un sistema DAF (Rodríguez A., *et al.* 2006, p. 21).

Figura 6

Sistema de flotación por aire disuelto (DAF)



Nota: Adaptado de Sainz, J. A. (2005).

2.8.2.5. Retención. Este proceso es similar a la ecualización, con el detalle de que los efluentes presentan menor concentración de grasas y sólidos, retenidos en la etapa anterior. Este tanque funciona como un retén para el ingreso a la siguiente etapa.

2.8.2.6. Programa de tratamiento físico-químico. El programa involucra procesos de coagulación, ajuste de pH, floculación y separación de sólidos por flotación para mejorar sustancialmente la calidad del agua residual, mediante la reacción física-química añadiendo reactivos y flotación por aire disuelto.

A. Coagulación. El tratamiento tiene como principio la desestabilización y neutralización del potencial Z del campo eléctrico formado por el choque de partículas coloidales cargadas con el mismo signo presentes en el efluente, lo cual hace que no sedimenten con facilidad y tampoco floten, por ello se tiene como objetivo reducir la turbidez, DBO₅ y DQO mediante la dosificación controlada del coagulante, neutralizando las cargas eléctricas de los coloides formando coágulos que luego serán aglomerados mediante la floculación en la siguiente etapa.

En esta etapa está prevista la dosificación del coagulante de manera automatizada para ello contará con un tanque de mezcla para la preparación de coagulantes que funciona con un agitador estático para facilitar la agitación. La dosis del coagulante a usar deberá previamente analizarse en laboratorio mediante el test de jarras, y ser aplicado en campo con pruebas piloto. El agua pre-tratada proveniente del tratamiento anterior y el coagulante preparado se mezclarán para continuar con el tratamiento.

B. Ajuste de pH. El ajuste del pH se realiza para encontrar el nivel adecuado de trabajo, siendo necesario añadir soda caustica (NaOH), ya que la aplicación de coagulantes reduce el nivel del pH y lleva el agua a un estado de acidez lo cual no favorece el proceso de floculación. En esta etapa se propone realizar la dosificación de manera automática, con el funcionamiento a partir de una señal regulada por un controlador automático de pH el cual recibe la medición de este parámetro por la acción de un sensor instalado en el floculador de tubos. En este proceso mediante el control de pH se logra realizar una dosificación adecuada y ajustada al requerimiento de flujo de agua que se está tratando, de esta manera se reducen las excedencias en la dosificación de floculantes.

C. Floculación. Después del proceso de estabilización del pH con niveles cercanos a 8, se aplicará el floculante para que los coágulos formados anteriormente se aglomeren, con el objetivo de formar flóculos con la consistencia suficiente para que el proceso de flotación en aire disuelto se lleve a cabo en condiciones adecuadas, logrando la remoción de sólidos coloidales, sólidos suspendidos y manteniendo el nivel de pH dentro del rango previsto. Se usarán bombas dosificadoras para inyectar floculante al floculador de serpentín, luego pasará al tanque de aireación, después al tanque de preparación y mezcla del aditivo, la conexión en el floculador de tubos también se realiza antes del mezclador estático para floculantes.

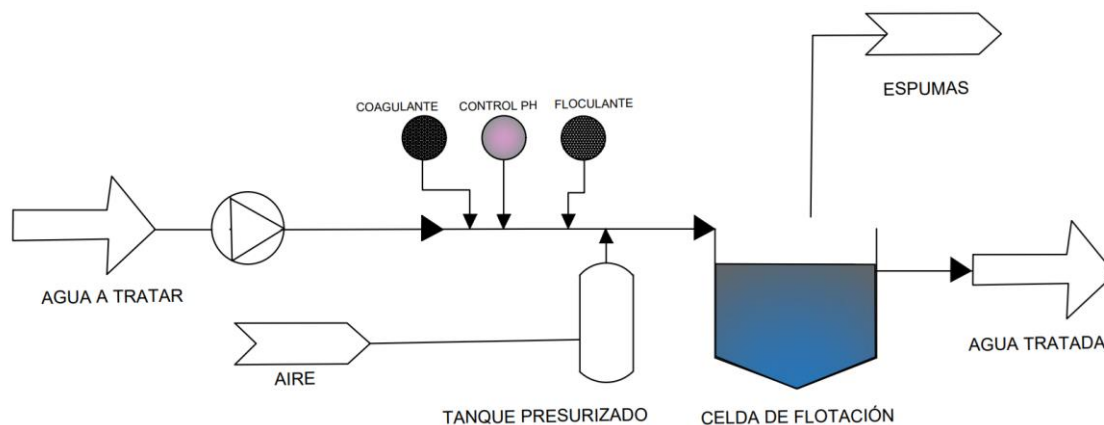
D. Flotación en aire disuelto (DAF). Luego de la floculación en el proceso anterior, el agua ingresa a la siguiente etapa que consiste en la flotación en aire disuelto, con el fin de separar los flóculos aglomerados hasta lograr la clarificación y cumplir los VMA. El proceso de flotación consiste en la separación de partículas presentes en los flóculos formados en el proceso químico, para luego pasar al proceso físico de flotación mediante la generación de microburbujas las cuales pueden atrapar sólidos mayores en el proceso de ascensión hacia la

superficie de la celda de flotación. El sistema funciona mediante el uso de bombas que succionan aire del ambiente u otro gas con el objetivo de formar una mezcla inducida dentro del impulsor entre el agua y el fluido gaseoso. Las microburbujas pueden llegar a remover normalmente entre el 80 a 90% de aceites y grasas, y sólidos en suspensión (Sainz, J. A., 2005).

El sistema DAF cuenta con un tanque de geometría rectangular donde está la celda de flotación y el sistema de control de caudal y presión, además de las paletas giratorias que operan automáticamente (programadas en el PLC) para retirar espumas en la superficie. El lodo extraído del sistema DAF ingresa a un recipiente para luego impulsar con una bomba hidroneumática, al sistema de reaprovechamiento mediante el proceso de deshidratación mientras el agua clarificada ingresará a la siguiente etapa.

Figura 7

Tratamiento físicoquímico de agua residual industrial



Nota: Adaptado de Sainz, J. A. (2005).

2.8.2.7. Sedimentación. Después de la etapa de clarificación realizada en el DAF, el agua ingresa a un sistema de sedimentación para decantar aquellos flóculos que no se

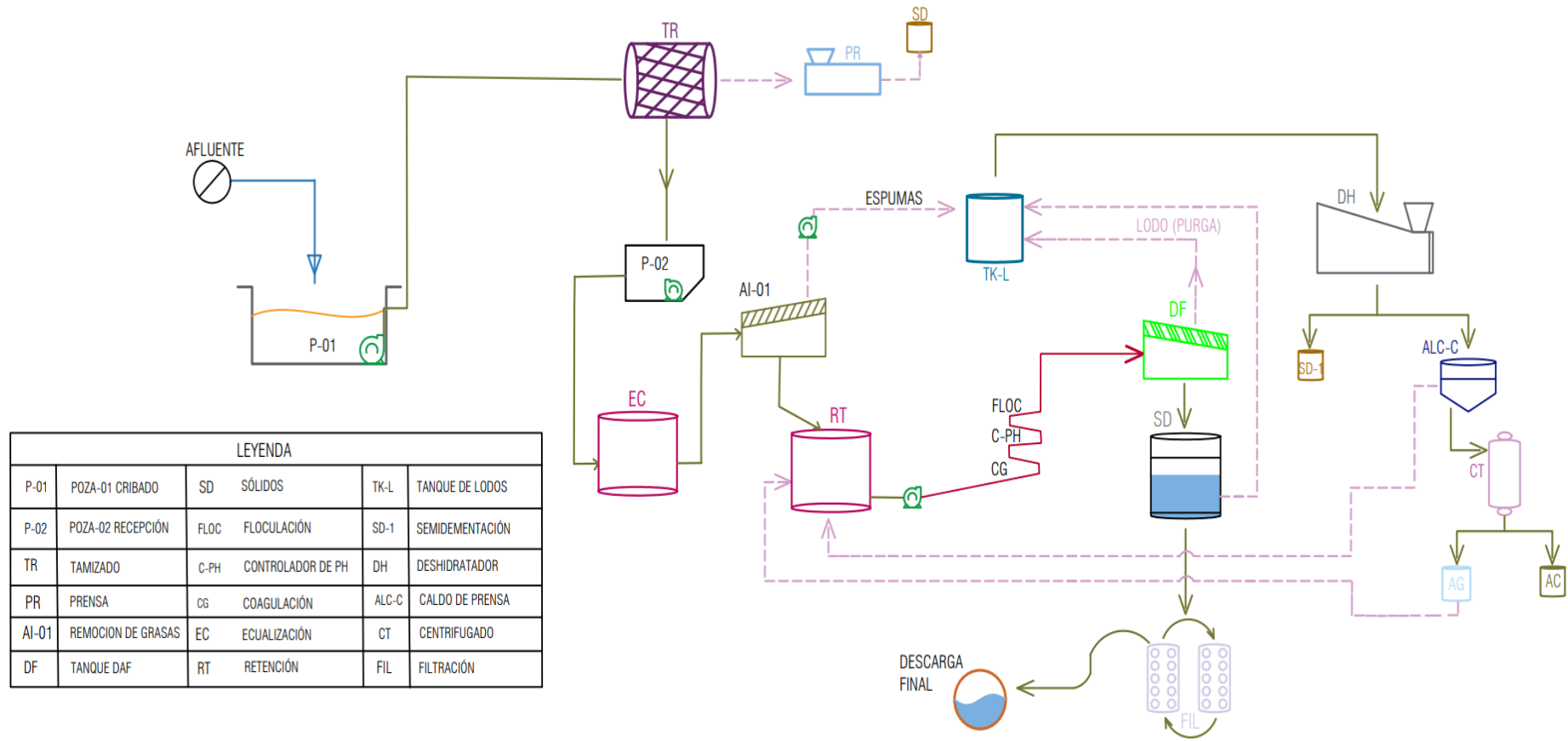
removieron en el sistema de flotación. Los lodos extraídos de esta operación unitaria se conducirán mediante bombas hidroneumáticas hasta el tratamiento de lodos para la recuperación de aceites y sólidos deshidratados con valor comercial.

2.8.2.8. Filtración. En esta etapa se recibe el agua clarificada procedente de la etapa anterior, para luego ingresar a un medio de filtración compuesto por cuarzo granulado, arena de cuarzo, zeolita y carbón activado para remover partículas remanentes. El medio filtrante contará con un sistema de retrolavado de control automático para regenerar los filtros una vez saturados. El agua tratada se enviará hacia un tanque o poza para su descarga final.

2.8.2.9. Tratamiento de Lodos. Los lodos extraídos de distintas etapas del tratamiento, con la finalidad de unificar el volumen total será utilizando un tanque que estará conectado a una bomba hidroneumática para su impulsión al proceso de reaprovechamiento. Para este proceso se considera suministrar e instalar un deshidratador de lodos para separar los residuos sólidos de los líquidos. El funcionamiento consiste básicamente en compactar los lodos mediante un tornillo de prensa, además de utilizar un dosificador de floculante para lograr un mejor desempeño del proceso de deshidratado. Los lodos secos pueden utilizarse para la producción de compost o como mejorador de suelos agrícolas, El residuo líquido resultante del deshidratador de lodos ingresa a otro equipo separador centrifugo vertical para recuperar los aceites de los lodos extraídos del proceso que pueden comercializarse, el agua que sale de este sistema se inyecta al tanque ecualizador.

Figura 8

Propuesta de mejora del sistema de tratamiento de efluentes



III. APORTES MÁS DESTACABLES A LA EMPRESA

Dentro de las actividades y funciones desempeñadas en la empresa se realizó la evaluación del funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales industriales para identificar las etapas con deficiencia y donde requiere intervención continua tanto administrativa como operativa, con el fin de reducir las concentraciones de los parámetros regulados en la etapa de descarga final y evitar sanciones, pagos por excedencias e incumplimiento legal. Con las medidas propuestas se pretende mejorar la calidad del agua tratada con el objetivo de cumplir los VMA.

Luego del diagnóstico se elaboró la propuesta de mejora que incluyó el aprovechamiento de los lodos generados del tratamiento, para la obtención de subproductos con valor comercial promoviendo a su vez el reciclaje.

IV. CONCLUSIONES

Como resultado del monitoreo en el colector del efluente crudo antes de su ingreso al tratamiento con la finalidad de conocer las características de la calidad del agua residual generada en el proceso productivo, se registraron concentraciones elevadas en aceites y grasas, DBO5, DQO, sólidos totales sedimentables (SST).

En la evaluación del funcionamiento del sistema de tratamiento de efluentes se realizó el monitoreo en la etapa final de tratamiento, a fin de conocer la calidad antes de su descarga a la red pública de alcantarillado, obteniéndose concentraciones elevadas en los parámetros DBO5 con 2050 mg/l, DQO con 3367 mg/l y una tendencia de acidez con pH 5.96, los mismos que exceden los VMA regulados por el D.S. N°021-2009-VIVIENDA y su modificatoria D.S. N°001-2015-VIVIENDA.

El resultado en las concentraciones de los parámetros regulados por los VMA, permitieron conocer la eficiencia del sistema de tratamiento propuesto con más del 95% de rendimiento en la remoción de aceites y grasas, sólidos suspendidos totales, nitrógeno amoniacal y sólidos sedimentables. Respecto a los parámetros que no cumplieron los VMA, están la DBO5 alcanzó el 88.61% de remoción y la DQO alcanzó el 83.16%.

Con la propuesta de mejora para el sistema de tratamiento de efluentes, se logró identificar el aprovechamiento de los lodos por su contenido de sólidos y aceites que poseen valor comercial los mismos que luego de pasar por procesos de centrifugado se puede obtener aceite más concentrado.

V. RECOMENDACIONES

Se recomienda elaborar e implementar procedimientos de gestión de residuos sólidos en las salas de proceso, con el fin de reducir la cantidad de residuos sólidos extraños en la etapa de cribado causantes de atoros periódicos, consiguientemente se logrará la reducción de veces en la limpieza manual de esta zona.

A fin de lograr la eficiencia operativa en cada etapa de tratamiento, es necesario realizar el mantenimientos preventivo y correctivo según corresponda de acuerdo a lo establecido en el manual de operación de los equipos que conforman el sistema de tratamiento de efluentes como son: tanques, bombas, pozas, entre otros; por otra parte, también es necesario implementar medidas de control administrativo requeridas para solucionar con prontitud los problemas operativos identificados.

Como parte de la mejora continua en el proceso de tratamiento del agua residual industrial, se recomienda implementar medidas de índole tecnológico como es el reemplazo de equipos desfasados por otros de mayor rendimiento, eficiencia y automáticos para la dosificación de aditivos químicos (coagulantes y floculantes).

VI. REFERENCIAS

- Bennett, G. F., & Peter, R.W. (1988). The removal of oil from wastewater by air flotation: a review. *Critical reviews in environmental science and technology*, 18 (3), 189-253.
- Municipalidad Provincial de Pisco [MPP] (2021). Plan Vial Provincial de Pisco. Ordenanza N° 015 – 2021 –MPP.
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2678311/ORDENANZA%20N%C2%BA%20015-2021.pdf.pdf>
- Meléndez, V. (2014). Diagnóstico Estratégico del Sector Pesquero, p. 57.
<https://web.ua.es/es/giecryal/documentos/pesca-peru.pdf>
- Ministerio de la producción [PRODUCE]. (2015). Diagnóstico del sector pesquero y acuícola frente al cambio climático y lineamientos de adaptación. Tomo 1. *Consultora Libélula comunicación, ambiente y Desarrollo*.
<https://www.produce.gob.pe/documentos/pesca/dgsp/publicaciones/diagnostico-pesquero/Tomo-1.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI]. (2020). Compendio estadístico Perú 2020. *Capítulo 14: Pesca*. 1067-1103.
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1758/cap14/cap14.pdf

Sociedad Nacional de Industrias [SNI]. (2023). Curado de pescado. Revisado el 08 de setiembre de 2023. Disponible en línea: <https://www.snp.org.pe/industria-pesquera/curado-de-pescado/#:~:text=El%20curado%20de%20pescado,o%20una%20combinaci%C3%B3n%20de%20estos.>

Ramírez E.; Yeannes M. (2012). Deterioro de los productos de la pesca salados y sus causas. CONICET_Digital_Nro.0784734c-540b-4182-a088-5ca3d7c16a62_A.pdf

Real Academia Española [RAE]. (2014). Diccionario de la lengua española. Disponible en: <https://dle.rae.es/eficiencia>

Grupo consorcio (2021). Memoria de sostenibilidad 2021. 51 pp. https://www.grupoconsorcio.com/default/documentos/30_es-memoria_de_sostenibilidad_2021.pdf.

Maza Ramírez, S., & Gallo Seminario M. (2006). Procesamiento y Control de Calidad de anchoas. *Instituto Tecnológico Pesquero del Perú (ITP)*, Seminario Virtual 2006. <https://www.oannes.org.pe/upload//20160922155240649818567.pdf>.

García Toscano, J. (2017). UF1225: Elaboración de semiconservas, salazones, secados, ahumados y escabeches. *IC Editorial pertenece a Innovación u Cualificación S.L.* ISBN: 978-84-17026-37-0, 270 pp.

Superintendencia Nacional de servicios de saneamiento [SUNASS] (s.f.). Empresas prestadoras de servicios de saneamiento. Consultado el 30 de agosto de 2023. <https://www.sunass.gob.pe/prestadores/empresas-prestadoras/>

Ministerio de Comercio Exterior y Turismo [MINCETUR]. (2016). Plan de Desarrollo de Mercado de España, Conservas y Semiconservas de Anchoa en el Mercado Español.

Mercurio Consultores S.L. 26 pp.

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/349142/pp4.pdf?v=1565020577>.

Gobierno del Perú (2009). Aprobación de Valores Máximos Admisibles (VMA) para el sector saneamiento. Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA aprobado el 19 de noviembre del 2009.

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4229707/Decreto%20Supremo%20021-2009.pdf.pdf?v=1678291432>

Ramírez, E. (2020). *Estrategias de reclutamiento, selección y retención del personal obrero eventual de Compañía Americana de Conservas SAC* (Trabajo de suficiencia Profesional de la Universidad de Piura).

https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/5108/TSP_AE_2026.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Rodríguez Fernández-Alba A., Letón García P., Rosal García R., Dorado Valiño M., Villar Fernández S. & Sanz García J. M. (2006). *Informe de vigilancia tecnológica: tratamientos avanzados de aguas residuales industriales*. Elecé Industria Gráfica. P 137. <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM001696.pdf>

Sainz Sastre J. A. (2005). *Tecnologías para la sostenibilidad: procesos y operaciones unitarias en depuración de aguas residuales*. Colección Fundación Escuela de Organización Industrial. *Informe de vigilancia tecnológica: tratamientos avanzados*

de *aguas* *residuales* industriales.

https://www.google.com/books/edition/_/r9aK7UttDU8C?gbpv=1

VII. ANEXOS

Anexo A

Fichas de identificación de monitoreo de agua del efluente crudo.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MONITOREO DE AGUA	
Punto de referencia: P1-CAC	
Descripción: Efluente crudo	
	

Coordenadas UTM	
Sistema de proyección	UTM Zona 18
Latitud	-7.927925°
Longitud	-78.371643°

Anexo B

Fichas de identificación de monitoreo de efluentes tratados.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MONITOREO DE AGUA	
Punto de referencia: P2-CAC	
Descripción: Efluentes tratados	
	

Coordenadas UTM	
Sistema de proyección	UTM Zona 18
Latitud	-13.730865°
Longitud	-76.216194°

Anexo C

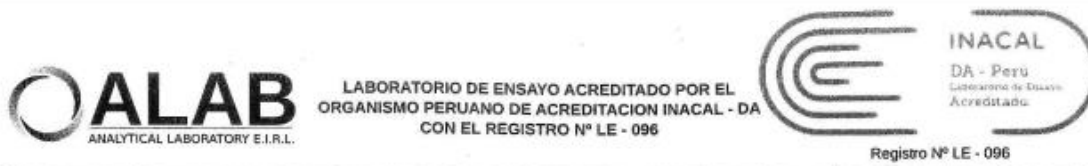
Fichas de identificación de monitoreo de lodos.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MONITOREO DE AGUA	
Punto de referencia: P3-CAC	
Descripción: Lodos	
	

Coordenadas UTM	
Sistema de proyección	UTM Zona 18
Latitud	-13.730865°
Longitud	-76.216194°

Anexo D

Certificado de laboratorio acreditado.

**INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-0780****I. DATOS DEL SERVICIO**


1. RAZÓN SOCIAL :
2. DIRECCIÓN :
3. PROYECTO : DISEÑO RECUPERACIÓN DE ACEITES Y SÓLIDOS
4. PROCEDENCIA : SAN ANDRES / SECTOR MOZOTE GRANDE - PISCO
5. SOLICITANTE :
6. ORDEN DE SERVICIO N° : OS-20-0334
7. PLAN DE MONITOREO : PM-20-0132
8. MUESTREO POR : ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.
9. FECHA DE EMISIÓN DE INFORME : 2020-03-15

II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1. MATRIZ : AGUA
2. NÚMERO DE MUESTRAS : 2
3. FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA : 2020-02-14
4. PERÍODO DE ENSAYO : 2020-02-14 al 2020-03-15

III. MÉTODOS Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMA REFERENCIA	TÍTULO
Temperatura (C)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B. 22nd Ed. 2012	Temperature. Laboratory and Field Methods
pH (C)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B. 22nd Ed. 2012	pH Value. Electrometric Method

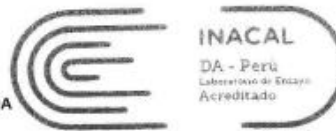

Marco A. Valencia Huerta
 Ing. Químico
 Gerente General
 N° CIP: 152207

(C) : Método realizado en campo.

Prolongación Zarumilla Mz 2D lote 3 Bellavista - Callao
 Telf. +51 7130636 / 453 1389 / 940 598 588



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA
CON EL REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

INFORME DE ENSAYO IE-20-0780

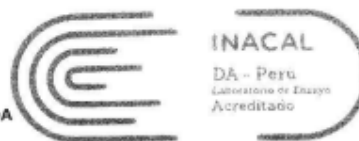
III. MÉTODOS Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMA REFERENCIA	TÍTULO
Aceites y grasas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23rd Ed. 2017	Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method
Demanda bioquímica de oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Demanda química de oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017	Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method
Nitrógeno Amoniacal	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH3 D, 23rd Ed. 2017	Nitrogen (Ammonia). Ammonia-Selective Electrode Method
Sólidos Sedimentables	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 F, 22nd Ed.	Solids. Settleable Solids
Sólidos suspendidos totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed. 2017	Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C
Sulfato	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-SO4 2- E, 23rd Ed. 2017	Sulfate. Turbidimetric Method
Sulfuros	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 S ²⁻ D, 23rd Ed. 2017	Sulfide. Methylene Blue Method
Cromo Hexavalente	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3500-Cr B, 23rd Ed. 2017	Chromium Colorimetric Method
Metales Totales (a)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 K, 3125 B, 22nd Ed.	Preliminary Treatment of Samples. Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry (ICP-MS) Method

(a) Los métodos indicados han sido tercerizado(s) a un laboratorio acreditado.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA
CON EL REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

INFORME DE ENSAYO IE-20-0780

IV. RESULTADOS

ITEM			1	2
CÓDIGO DE LABORATORIO:			M-2121	M-2122
CÓDIGO DEL CLIENTE:			P1-CAC	P2-CAC
COORDENADAS UTM WGS 84:			E: 0368449 N: 8481731	E: 0368449 N: 8481717
MATRIZ :			AGUA	
GRUPO :			RESIDUAL	
SUBGRUPO :			INDUSTRIAL	
INSTRUCTIVO DE MUESTREO :			IC-OPE-27.5	
MUESTREO			2020-02-14	2020-02-14
			HORA: 17:00	17:10
ENSAYO	UNIDAD	L.C.M	RESULTADOS	
Temperatura (C)	°C	0.1	25.6	24.9
pH (C)	unidad pH	0.01	5.98	5.96
Aceites y grasas	mg/L	1.20	2994	<1.20
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	2.0	18000	2050
Demanda química de oxígeno	mg/L	5	20000	3367
Nitrógeno Amoniacal	mg N-NH3/L	0.05	100.2	2.95
Sólidos suspendidos totales	mg/L	5	8980	187
Sólidos Sedimentables	ml/L	0.1	1.2	0.1
Sulfato	mg/L	1.00	1579	1310
Sulfuros	mg/L	0.020	<0.020	<0.020
Cromo Hexavalente	mg/L	0.010	<0.010	<0.010

L.C.M. : Limite de Cuantificación del Método

(C) : Método realizado en campo.

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L.

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



INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-0781

I. DATOS DEL SERVICIO


1. RAZÓN SOCIAL :
2. DIRECCIÓN :
3. PROYECTO : DISEÑO RECUPERACIÓN DE ACEITES Y SÓLIDOS
4. PROCEDENCIA : SECTOR MOZOTE GRANDE - SAN ANDRES - PISCO
5. SOLICITANTE :
6. ORDEN DE SERVICIO N° : OS-20-0334
7. PLAN DE MONITOREO : PM-20-0132
8. MUESTREO POR : ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.
9. FECHA DE EMISIÓN DE INFORME : 2020-03-15

II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1. MATRIZ : SEDIMENTOS
2. NÚMERO DE MUESTRAS : 1
3. FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA : 2020-02-14
4. PERÍODO DE ENSAYO : 2020-02-14 al 2020-03-15

III. MÉTODOS Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMA REFERENCIA	TÉCNICA
Aceites y Grasas	EPA METHOD 9071B. 1998	n-Hexane Extractable Material (HEM) for Sludge, Sediment, and Solid Samples, Rev. 2


Marco A. Valencia Huerta
 Ing. Químico
 Gerente General
 N° CIP: 152207

EPA : U. S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemicals Analysis

IV. RESULTADOS

ITEM			1
CÓDIGO DE LABORATORIO:			M-2126
CÓDIGO DEL CLIENTE :			P3-CAC
COORDENADAS UTM WGS 84 :			E: 0368457 N: 8481717
MATRIZ :			SEDIMENTOS
INSTRUCTIVO DE MUESTREO :			IC-OPE-27.12
MUESTREO	FECHA :		2020-02-14
	HORA :		17:20
ENSAYO	UNIDAD	L.C.M	RESULTADOS
Aceites y Grasas	mg/kg	120	466605
Carbono Orgánico Total	%	0.10	263.6
Hexaclorobenceno	mg/Kg	20	<20
Humedad	%	1.00	63.9

"L.C.M." : Limite de Cuantificación del Método

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L.

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

" FIN DEL DOCUMENTO "

Anexo E

Capacidad de almacenamiento del Sistema de Tratamiento de efluentes.

Origen Efluente	Objetivo de tanque	Cantidad	Tipo	Capac. M ³	Capac. Total M ³
Efluente Industrial de Proceso	Almacenamiento temporal para desvío	1	Concreto	2.50	2.50
Tratamiento físico	Almacenamiento	1	Concreto	2.00	2.00
Efluente Industrial de Proceso.	Almacenamiento y homogenización	3	Fibra Vidrio	25.00	75.00
Efluente Lavandería	Almacenamiento y homogenización	1	Fierro	7.00	7.00
Tratamiento fisicoquímico	Coagulación, Floculación	2	PVC	7.00	14.00
Tanques de almacén y homogenización	Coagulación, Floculación	1	Fierro insulado	7.00	7.00
Purga tras coagulación, floculación	Almacenamiento y homogenización	1	Fibra Vidrio	25.00	25.00
Tratamiento fisicoquímico	Agua pre-tratada	1	Acero inoxidable	1.00	1.00
Recepción efluente tratado	Almacenamiento	1	Concreto	10.00	10.00