



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión
Escuela de Posgrado

**Impacto ambiental del aire por material particulado en la etapa enfriamiento de
harina de pescado Planta Don Americo 2024**

Tesis
Para optar el Grado Académico de Maestro en Ecología y Gestión Ambiental

Autor
Alfonso Clemente Mendoza Riman

Asesora
Dra. Jaqueline Victoria Aroni Mejía

Huacho – Perú
2025



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

ESCUELA DE POSGRADO

METADATOS

DATOS DEL AUTOR (ES):		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Mendoza Riman, Alfonso Clemente	41134935	17/02/2025
DATOS DEL ASESOR:		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CÓDIGO ORCID
Dra. Aroni Mejia; Jaqueline Victoria	15592693	0000 – 0002 – 6806 - 9552
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CÓDIGO ORCID
Dr. Muñoz Vilela, Algemiro Julio	15736557	0000 – 0001 – 7981 - 8531
Dra. Velez Chang, Yasmin Jesus	41943603	0000 – 0003 – 0333 - 8173
M(a) Lomparte Ramos Fanny del Pilar	15845882	0000 – 0003 – 4221 - 5627

Alfonso Clemente Mendoza Rimán 2025-006378

IMPACTO AMBIENTAL DEL AIRE POR MATERIAL PARTICULADO EN LA ETAPA ENFRIAMIENTO DE HARINA DE ...

- Quick Submit
- Quick Submit
- DGI_Tesis Posgrado 2025

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid::1:1125881596

Fecha de entrega
23 ene 2025, 2:37 p.m. GMT-5

Fecha de descarga
23 ene 2025, 2:42 p.m. GMT-5

Nombre de archivo
TESIS_DE_ALFONSO_CLEMENTE_MENDOZA_RIMAN_1.pdf

Tamaño de archivo
986.1 KB

70 Páginas

14,074 Palabras

75,906 Caracteres



Página 2 of 78 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:oid::1:1125881596

20% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Exclusiones

- N.º de fuentes excluidas
- N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

- 18% Fuentes de Internet
- 8% Publicaciones
- 10% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

**IMPACTO AMBIENTAL DEL AIRE POR MATERIAL PARTICULADO
EN LA ETAPA ENFRIAMIENTO DE HARINA DE PESCADO PLANTA
DON AMERICO 2024**

MENDOZA RIMAN, ALFONSO CLEMENTE

TESIS DE MAESTRÍA

ASESORA: Dra. Jaqueline Victoria Aroni Mejía

**UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRO EN ECOLOGÍA Y GESTIÓN AMBIENTAL
HUACHO
2025**

DEDICATORIA

Para mi familia, cuyo apoyo incondicional ha sido la brújula que guía cada uno de mis pasos. A mis amigos y compañeros de trabajo, por su estímulo constante. Y a todos los colegas que aprenden y crecen cada día, les dedico este esfuerzo con gratitud y admiración.

ALFONSO CLEMENTE MENDOZA RIMAN

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por brindarme las fuerzas a fin de conseguir mis objetivos, así mismo expresar agradecer a la Dra. Aroni por brindarme asesoría en mi tesis, por .su orientación y conocimiento durante este proceso. A mis profesores, por compartir sus experiencias que han sido fundamentales en mi formación. A mi familia por su apoyo motivacional que hicieron posible la culminación de esta investigación

ALFONSO CLEMENTE MENDOZA RIMAN

INDICE

DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	3
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	3
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	4
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.5. DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO	5
1.6. VIABILIDAD DEL ESTUDIO	6

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	7
2.1.1. INVESTIGACIONES INTERNACIONALES	7
2.1.2. INVESTIGACIONES NACIONALES	8
2.2. BASES TEÓRICAS	32
2.3. BASES FILOSOFICAS.....	32
2.4. DEFINICION DE TERMINOS	32
2.5. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	33

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1. DISEÑO METODOLÓGICO	34
3.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	34
3.1.2. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	34
3.1.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	34
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	35
3.2.1. POBLACIÓN	35
3.2.2. MUESTRA	35
3.3. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	35
3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCEDIMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	36
3.5. MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	37

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. ANALISIS DE RESULTADOS	38
-----------------------------------	----

CAPITULO V

DISCUSION

5.1. DISCUSION DE RESULTADOS.....	43
-----------------------------------	----

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES.....	45
6.2 RECOMENDACIONES	46

REFERENCIAS

7.1 FUENTES BIBLIOGRAFICAS	47
7.2 FUENTES ELECTRONICAS	48
ANEXOS.....	50

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1.- Sistema de proceso utilizando un ciclón-secador aire caliente y un sistema de filtro mangas-enfriador1, en etapa de enfriado en la captación del material particulado</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 2.- Rango de material particulado con directrices por la OMS.....</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 3.- Límites máximos permisibles para emisiones de la industria de harina y aceite de pescado y residuos hidrobiológicos</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 4.- Protocolo de Monitoreo en las Fuentes de Proceso.....</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 5.- Ficha de identificación de los puntos de control.....</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 6. Operacionalización de las Variables.....</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 7. Matriz de consistencia.....</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 8: Concentración de Material Particulado.....</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 9.- Concentración de Sulfuro de Hidrógeno.....</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 10.- Resultados de gases de combustión: ciclón enfriador N°1.....</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 11.- Resultados de gases de combustión: ciclón enfriador N°2.....</i>	<i>57</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.- Diagrama de flujo de proceso harina y aceite de pescado PESQUERA DON AMERICO.....</i>	<i>..33</i>
<i>Figura 2.- Comparación referencial entre PM10 y PM 2.5.....</i>	<i>..37</i>
<i>Figura 3.- Ciclones del enfriado</i>	<i>.46</i>
<i>Figura 4.- Resultados de Material Particulado.....</i>	<i>.55</i>
<i>Figura 5.- Concentración de Sulfuro de Hidrógeno.....</i>	<i>.56</i>
<i>Figura 6.- Gases de combustión: Ciclón enfriador N°1.....</i>	<i>.58</i>
<i>Figura 7.- Gases de combustión: Ciclón enfriador N°2.....</i>	<i>.60</i>

RESUMEN

El presente trabajo, titulado “Impacto ambiental del aire por material particulado en la etapa de enfriamiento de harina de pescado en la planta Don Américo, Carquin 2024,” cuyo objetivo general consistía en determinar el impacto ambiental generado por la liberación de PM_{2.5} (material particulado), sulfuro de hidrógeno y gases resultantes de la Combustión en la planta pesquera Don Américo. Este estudio es de tipo observacional, prospectiva y longitudinal, con un plan metodológico descriptivo. Se tomaron en cuenta los monitoreos de los últimos cuatro años realizados en las emisiones del ciclón del enfriador, siguiendo el protocolo y la normativa establecida en el D.S. N° 011-2009-MINAM.

En este análisis de la data se emplearon gráficos y tablas descriptivas, comparando los valores obtenidos con los límites máximos permisibles con cada parámetro. Los resultados indican que no existe un impacto ambiental significativo relacionado con el material particulado durante el ciclo de enfriamiento de la harina de pescado, ya que los valores no exceden los límites establecidos por el D.S. N° 011-2009-MINAM, y no constituyen una amenaza para la salud de las personas ni para el entorno ambiental.

Palabras claves: Impacto Ambiental, partículas, harina de pescado, contaminación del aire

ABSTRACT

The present work, titled “Environmental impact of the air due to particulate matter in the fishmeal cooling stage at the Don Américo plant, Carquín 2024,” has as its main objective to determine the environmental impact generated by the emissions of particulate matter, sulfur dioxide, hydrogen and combustion gases at the Don Américo fishing plant. The research is observational, prospective and longitudinal, with a descriptive methodological design. The monitoring of the last four years carried out on the chiller cyclone emissions was taken into account, following the protocol and regulations established in the D.S. No. 011-2009-MINAM.

To analyze the data, descriptive tables and graphs were used, comparing the values obtained with the maximum permissible limits for each parameter. The results indicate that there is no significant environmental impact related to particulate matter in the cooling stage of fishmeal, since the values do not exceed the limits established by the D.S. N° 011-2009-MINAM, and do not represent a risk to human health or the environment.

Keywords: Environmental impact, particulate matter, fish meal, air pollution

INTRODUCCIÓN

Este estudio se desarrolló en la Industria pesquera Don américo ubicado en el distrito de Carquin, con el propósito de consolidar la relación existente entre el impacto ambiental atmosférico por material particulado en etapa de enfriamiento de harina de pescado. Para lograr dicho objetivo, nos enfocamos en el estudio de la producción literaria, sintetizándolo en la formulación de seis capítulos:

Del capítulo I se explica la Realidad problemática, así mismo se exponen los problemas, objetivos, justificación, delimitación y la viabilidad de la investigación.

Del capítulo II se plantean los antecedentes, como también las bases teóricas sobre las cuales se sostiene este estudio, las bases científicas, los conceptos, así mismo se enuncian las hipótesis.

Del capítulo III se expresan los componentes metodológicos, del cual se determinó un nivel básico: enfoque, diseño y el nivel de la investigación. Así también, se indicó la población y muestra que participan en el estudio, a la vez se manifestó la técnica e instrumento que se dispusieron para el Acopio de los datos.

Del capítulo IV se exponen los resultados encontrados, por intermedio de tablas y figuras las que fueron interpretadas.

Del capítulo V se enuncian las discusiones, las que se formularon considerando los contrastes realizados con los estudios registrados en los antecedentes.

Por último, en el capítulo VI se realizan las conclusiones y recomendaciones que se dan para ver como el impacto ambiental del aire por $PM_{2.5}$ se presenta en la zona de enfriamiento de harina de pescado de la industria pesquera.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

La actividad productiva de harina de pescado desempeña un rol crucial en el sistema económico nacional, siendo un pilar considerable de ingresos y creación de empleos. Por esta razón, es esencial que se maneje de manera responsable, buscando un equilibrio con la preservación y conservación del ambiente, la salud pública, la biodiversidad, el patrimonio cultural y la sostenibilidad de los recursos ictiológicos todo ello conforme con los principios del desarrollo sostenible.

Dado que es bien conocido por el público nacional e internacional, la atmósfera en las áreas circundantes a las empresas pesqueras harineras, se caracterizan por presentar un olor desagradable, que en cierta medida, ocasiona un malestar general en la población. Además cualquier tipo de combustión produce monóxido y dióxido de carbono, que degrada el ambiente causando el calentamiento global debido al efecto invernadero, debido a la reducción de la capa de ozono, que posibilita que ingrese mayor cantidad de radiación solar, esta circunstancia genera alternaciones en el clima, que de forma imprevisible, se manifiestan provocando sucesos que ponen en riesgo a la población.

En la actualidad, el impacto ambiental del aire por material particulado en plantas pesqueras sigue siendo un tema relevante y de interés en el ámbito ambiental. Algunas investigaciones y proyectos han abordado este problema, con el objetivo de comprender sus efectos y proponer medidas de mitigación,

ante ello nace la propuesta de mitigar la contaminación, tratando de desarrollar experiencias que traten de capturar los vapores contaminantes que son emitidos debido a las plantas de harina de pescado, ya que este escenario amenaza contra la salud de la población cercana.

Algunos puntos que no se vienen tomando en cuenta es la determinación del impacto de PM₁₀ (Materia particulado) y como este se difunde por el aire, se aplican métodos de muestreo de las emisiones dentro del ámbito pesquero bajo los parámetros para el H₂S y para el material particulado emitido al ambiente.

Las partículas suspendidas en la atmosfera pueden provocar dificultades respiratorias, incluyendo la inflamación; tos, dificultad para respirar, ardor en las vías respiratorias, así como afecciones respiratorias persistentes. Además, las partículas diminutas pueden ingresar al sistema respiratorio y llegar a los pulmones, lo que eleva la probabilidad de afecciones cardiovasculares y respiratorias graves, como el asma, la bronquitis y enfermedades pulmonares crónicas

En la etapa de enfriamiento de la obtención de Harina en la planta pesquera Don Américo, se ha identificado un grave problema en la contaminación del aire, esto debido a que se liberan partículas finas de polvo y PM_{2.5} en el aire. Dichas partículas a menudo contienen sustancias tóxicas como metales pesados, hidrocarburos aromáticos y otras sustancias nocivas que contaminan el aire presentando efectos perjudiciales en la salud de los trabajadores de la planta pesquera y para la comunidad local. Se han observado niveles elevados de partículas finas en el aire, lo que ha generado preocupación por las posibles consecuencias perjudiciales en la función respiratoria de las personas expuestas, ocasionándoles problemas respiratorios, tos, dificultad para respirar,

enfermedades cardiovasculares y respiratorias graves, como asma, bronquitis, etc. Así mismo el impacto ambiental por medio del material particulado en el aire puede contribuir al cambio climático, afectar la productividad del suelo y la pureza del agua en los alrededores de la planta pesquera Don Américo del distrito de Carquin.

Para abordar esta problemática, se plantea el lanzamiento de medidas de control de la polución y tecnologías de mitigación en la planta pesquera. Se contempla la implementación de sistemas de filtrado y captura de partículas para reducir las emisiones de $PM_{2.5}$ durante la etapa de enfriamiento de la harina de pescado. Además, es necesario que se realicen monitorizaciones permanentes de la pureza del aire para analizar la efectividad de las medidas adoptadas y se asegure que el espacio de trabajo pueda garantizar la salud de los trabajadores y la comunidad circundante.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿En qué medida la contaminación del aire se genera en la etapa de enfriamiento de la harina de pescado en la planta Don Américo, Carquín 2024?

1.2.2 Problemas específicos

¿En qué medida la etapa de enfriamiento de harina de pescado contamina el aire con material particulado en la planta pesquera Don Américo, Carquin 2024?

¿En qué medida la etapa de enfriamiento de harina de pescado contamina el aire con sulfuro de hidrogeno en la planta pesquera Don Américo, Carquin 2024?

¿En qué medida la etapa de enfriamiento de harina de pescado contamina el aire con gases de combustión en la planta pesquera Don Américo, Carquin 2024?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Determinar si la contaminación del aire es generada en la etapa de enfriamiento de harina de pescado en la planta pesquera Don Américo, Carquin 2024

1.3.2 Objetivos específicos

Determinar la concentración de material particulado generado en el área de enfriamiento de harina de pescado en la planta pesquera Don Américo, Carquin 2024

Determinar la concentración de sulfuro de hidrogeno generado en el área de enfriamiento de harina de pescado en la planta pesquera Don Américo, Carquin 2024

Determinar la concentración de gases de combustión generado en el área de enfriamiento de harina de pescado en la planta pesquera Don Américo, Carquin 2024

1.4 Justificación de la investigación

Justificación social.

El proyecto aborda una problemática actual y relevante en cuanto a la sostenibilidad ambiental y la responsabilidad corporativa, lo que puede generar conciencia sobre la importancia de adoptar practicas ambientalmente responsables en la industria pesquera. Cabe indicar que al proponer medidas para

amortiguar el impacto ambiental y la polución del aire durante la obtención de la harina de pescado, la investigación beneficiara a la comunidad al promover un entorno más limpio y saludable para todos.

Justificación metodológica.

La investigación se basará en metodologías rigurosas del estudio realizado sobre el impacto ambiental y la evaluación de sustancias contaminantes haciendo uso de técnicas y herramientas reconocidas en el campo de la ingeniería. El estudio pone en aplicación métodos de validación y verificación de información para asegurar la fiabilidad y precisión de las conclusiones obtenidas, lo que fortalecerá la credibilidad del estudio.

Justificación teórica.

La justificación se fundamenta en que esta investigación proporcionará una contribución significativa al campo de la ingeniería pesquera y de alimentos al analizar detalladamente el impacto ambiental y la contaminación en una etapa crucial y específica del procesamiento y manufactura de la harina de pescado, así mismo se establecerá una base consistente para entender y enfrentar los aspectos ambientales del proceso de enfriamiento.

1.5 Delimitación del Estudio

Delimitación geográfica: Pesquera Don Américo, del Distrito de Carquin, Provincia de Huaura, y Departamento de Lima.

Delimitación social: Personal de la Planta de Harina y aceite de pescado Don Américo del distrito de Carquin

Delimitación temporal: de abril del año 2024 a setiembre del año 2024.

Delimitación semántica: Influencia del Impacto ambiental del aire por partículas en suspensión, sulfuro de hidrogeno y emisiones de vapores de combustión en la etapa de enfriamiento de la harina de pescado.

1.5 Viabilidad del estudio

Según Hernández & Baptista, (2014) la factibilidad dada en el presente estudio dependerá de la accesibilidad de varios recursos, incluyendo el tiempo, financiamiento de recursos materiales y recursos humanos. Estos elementos son cruciales para determinar el alcance final de la investigación y asegurar su viabilidad. Además, la viabilidad de la investigación está avalada al tener acceso a los recursos necesarios para llevarla a cabo. Se conto con la colaboración del personal de la Planta Pesquera Don Américo, quienes facilitaron el acceso a la información recogida.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Investigaciones internacionales

Silva, D. (2016) desarrollo la investigación titulada “Tratamiento de efluentes gaseosos de la industria de la harina de pescado”, la cual fue aprobada por Universidad Católica Argentina. El cual tuvo como objetivo proponer diversas soluciones tecnológicas para minimizar el mal olor de los efluentes pesqueros en los lugares de producción. En este estudio, el investigador determina las siguientes conclusiones: Los gases y vapores que se emiten a lo largo del procesamiento de fabricación de la harina proveniente esencialmente del equipo de secado. Los demás gases, que son de un volumen menor, y provienen de la prensa, de los tornillos transportadores, del cocedor y demás equipos. Por lo general, todos estos vapores y gases se agrupan en un conducto común para ser tratados conjuntamente.

Remaggi J. et al, (2019), sostiene en su investigación titulada: Impacto de la contaminación por Material Particulado sobre las atenciones de urgencias por causas respiratorias en chillan, concepción y los Ángeles. Aprobada en la Universidad de Concepción, Chile. Este estudio tuvo como objetivo principal: Determinar el impacto de la contaminación del aire sobre el bienestar en la función respiratoria en las comunidades de chillan, concepción y los ángeles entre los años 2013 y 2017. Se utilizaron modelos lineales generalizados (GLM)

así también se recogieron datos diarios sobre las atenciones de emergencias por afecciones respiratorias clasificadas por categoría, grupo de edad, concentraciones de partículas y condiciones climáticas y estacionarias. En los resultados se observa que existe relación directa de las sustancias contaminantes monitoreados y sobre los servicios de emergencias por problemas respiratorios, especialmente IRA alta y Bronquitis/ Bronquiolitis aguda en chillan IRA alta en concepción. Concluyendo que el aumento en la cifra total de servicios de urgencia se aproxima a 18695 al año por cada aumento de Kg/m³ en la acumulación de material particulado.

Roldan, D. (2015), en su estudio titulado “Estudio de la Aplicación de la Normativa Ambiental de Ecuador e incidencia en la regularización de Empresas Pesqueras de Manta, Periodo 2012-2013”, cuyo objetivo consiste en: Establecer el grado de aplicación de la normativa ambiental del Ecuador y su incidencia en la regularización de las empresas pesqueras de Manta. Periodo 2012- 2013., adopta un enfoque cuantitativo, con un alcance descriptivo- explicativo, no experimental, seleccionando una muestra compuesta por 25 industrias del ámbito pesquero industrial de Manta, utilizo para ello la técnica documental y de campo y la entrevista, concluyendo que deben mejorarse las normativas ambientales, en la elaboración de conservas se presenta contaminación ambiental mediante la difusión de olores y desechos que son eliminados al ambiente, por lo que deben regularizarse las normas debido a que afecta la salud de los ciudadanos de la sector.

Ramírez, D. (2019), estudio titulado “Diagnostico para la mejora de la evaluación de impacto por olor en el marco del sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA)”, Santiago de Chile, cuyo objetivo consiste en los

planes de recomendaciones para el pronóstico y estimación del impacto por olor para mejorar las evaluaciones ambientales de los proyectos potenciales generados de olor que ingresan al SEIA, La metodología se apoyo en aplicación de entrevistas, y visitas de campo a las empresas para identificar las diversas medidas que se llevan adelante, del cual se identificaron deficiencias y aspectos positivos con relación a los olores y como estos contaminan con el aire de la zona, concluyendo que existen deficiencias en cuanto a olores originados en las industrias procesadoras de harina y aceite de pescado y celulosas, pero ante ellos se cuenta con instrumentos evaluativos basados en estándares internacionales para la prevención y puesta en marcha.

2.1.2 Investigaciones nacionales

Alvis C (2012) realizo la investigación titulada: Impacto Ambiental generado por el material particulado, sobre la calidad del aire en la zona de influencia de los proyectos carbonífero del departamento del cesar, aprobado por la Pontificia Universidad Javeriana – Cartagena de Indias. Cuyo objetivo consiste en: “ Evaluar la efectividad de las medidas de manejo ambiental en la mitigación de los impactos generados por las emisiones de material particulado, sobre la calidad del aire en el área de influencia de los proyectos carboníferos de la Zona Centro del Departamento del Cesar con el propósito de poder identificar áreas de mejora, ante ellos se creó un archivo de datos que se organizó y configuro para simplificar la validación y la interpretación de estos datos, la que fue empleada para analizar cuantitativa y descriptivamente las condiciones presentes de la pureza del aire en el sector afectado por las labores de minería, a través de los años 2007-2011. Se concluyo que: los niveles de PST mostraron incumplimiento del estándar del promedio geométrico y del promedio aritmético

anual de PM 10 en los puntos de monitoreo influenciados por el flujo vehicular (ZM7 Plan Bonito, ZM9 La Jagua Vía). Al tiempo que los puntos de monitoreo de fondo urbano se halló una tendencia a condiciones que reflejan una buena calidad del aire y medida para todos los puntos de monitoreo exceptuando la estación ZM1 La Loma, en los cuales los valores de PM 10 y de PST revelan intervalos en los que las concentraciones de la calidad del aire indican una tendencia que generen condiciones perjudiciales para grupos vulnerables.

Manuel, G (2019) realizó la investigación titulada: Concentración de Sulfuro de Hidrogeno y Partículas en Suspensión en el aire, en los días de pesca en tres distritos de la Provincia del Santa (Coishco, Chimbote y Nuevo Chimbote) en el 2017. Teniendo como objetivo determinar la “Concentración de Sulfuro de Hidrogeno (SH₂) y Partículas en Suspensión (PM₁₀) en el aire, en los días de pesca en tres distritos de la Provincia del Santa (Coishco, Chimbote y Nuevo Chimbote) en el 2017” y contrastarlos con los límites máximos establecidos por Decreto Supremo N°003-2017-MINAM donde se indican los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire. La obtención de los datos se recopiló por el Método Automatizado en lo que respecta al Sulfuro de Hidrogeno (H₂S); y para las partículas (PM₁₀), se realizó por el Método Gravimétrico, especificado por el Protocolo de Monitoreo de Calidad del Aire y Emisiones del Subsector Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas (MEM, 2010); Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire (PCM, 2001, pp 13 - 14) y el Protocolo de Monitoreo de Calidad de Aire y Gestión de Datos (DIGESA, 2005), MINAM, 2008, p. 378462 y MINAM, 2017, p 9. Los resultados revelaron que el máximo valor de Sulfuro de Hidrógeno (SH₂) es (7.84 µg/m³) y el máximo valor de partículas PM₁₀ es (47.3 µg/m³), comparándolos junto a las cantidades

que se establecen en los Estandartes de Calidad Ambiental (ECA,) son inferiores a los límites máximos permisibles por 24 horas (150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente) (MINAM, 2017), por lo que, las sustancias de contaminación medioambiental, no representan un peligro en pro de la salud de las personas.

Joselyn, S (2018) realizo la investigación titulada: Diagnostico y propuesta de estabilización de la Temperatura en los sacos de Harina de pescado, pesquera Hayduk S.A. Vegueta,2018, presenta como Objetivo: Realizar un diagnóstico y presentar una propuesta para la estabilización de la temperatura en los sacos de harina de pescado, Pesquera Hayduk S.A. Végueta. Resultados: a) La fuerza laboral se entrena y capacita continuamente con habilidades propias de sus acciones b) Las estrategias de supervisión están establecidas y adaptadas a cada empleado contando con los responsables y los procesos de control necesarios. c) Las maquinarias son calibradas y manejadas adecuadamente, siendo raro el exceder las temperaturas límites de control, d) La temperatura de la harina de pescado es monitoreada para su manejo adecuado y oportuno, e) Las lecturas de temperatura se llevan a cabo durante las operaciones de fabricación y en los sacos de harina de pescado. Los instrumentos de medición se calibran regularmente, con la temperatura critica claramente establecida, f) El entorno ambiental proporciona las condiciones necesarias para monitorizar la inocuidad, la consistencia, así mismo asegurar y garantizar la calidad de la harina de pescado, g) Se presentan propuestas tales como la mejora en la concientización del personal responsable del monitoreo para actuar en el caso de que se detecte una desviación en la temperatura, aumentar la periodicidad del control de temperatura en los puntos críticos empleando cámaras termográficas como herramienta preventiva en la regulación térmica, optimizar la manutención,

revisión y automatización de equipos asociados al punto crítico de control, aumentar la ventilación de los depósitos, organización de las rumas de harina de pescado, asignando responsables, tareas a ejecutar y registros en las etapas de pre-almacenamiento y almacenamiento del producto. Concluyendo: a) el equipo técnico de la empresa pesquera Hayduk S.A. Vegueta se encuentra calificado b) Las técnicas empleadas son adecuadas para mantener la estabilidad de la temperatura en los sacos de harina de pescado, c) Los equipos de secado de la harina de pescado tienen la capacidad de ser refinados d) La harina de pescado es supervisada de manera adecuada y oportuna, e) Los monitoreos se efectúan conforme a protocolos predefinidos, f) El entorno de almacenamiento adecuado ofrece las condiciones necesarias para regular la temperatura de los sacos de harina de pescado, g) Las recomendaciones se enfocan en incrementar la concientización del personal, aumentar la frecuencia de monitoreo utilizando cámaras termográficas, optimizar el mantenimiento, y ,mejorar el control y el proceso automatizado de los equipos, optimización de la ventilación de los depósitos y organización de las rumas de harina de pescado

Custodio, P (2018), en su investigación titulada “Impactos Ambientales del Dióxido de Azufre y Material Particulado (PM2.5) sobre la calidad del Aire, Chimbote, 2014-2016”, la cual fue aprobada por Universidad Nacional del Santa. El objetivo: Determinar los impactos ambientales del dióxido de azufre y material particulado (PM2.5) sobre la calidad del aire. Chimbote, 2014-2016. presenta un enfoque descriptivo exposfacto-retrospectivo, no se manipulan variables, contando con un diseño no experimental, transversal y retrospectivo. La muestra esta conformada por 3 estaciones o puntos de control del nivel de pureza del aire de los sectores urbanos con los que cuenta la Municipalidad

Provincial del Santa. Se aplicaron entrevistas a las personas de la junta técnica provincial de análisis Ambiental del municipio del Santa. El cual tuvo como conclusión que Los efectos ambientales del SO_2 y las partículas $\text{PM}_{2.5}$, respecto a la pureza del aire en el distrito de Chimbote durante el periodo de 2014 - 2016, las operaciones del parque automotriz tienen un impacto significativo en el nivel de contaminación atmosférica. Así mismo, los efectos ambientales de los sectores industriales químicos y metalúrgicos influyen de manera muy significativa en la calidad del aire, sumando un total de 23 impactos negativos.

Rojas Bardalez et al., (2022), tiene como propósito evaluar el impacto ambiental de las actividades industriales en el componente aire de la localidad de Segunda Jerusalén distrito de Elías Soplín Vargas, Provincia de Rioja 2016, esto se logró a través de la determinación de la medición del nivel de partículas en suspensión respirables menores a 10 micras (PM_{10}) y medición de la concentración de partículas que se pueden respirar con diámetros menores a 2,5 micras ($\text{PM}_{2.5}$), con este fin se ha delimitado como area de estudio el area urbana de la localidad. Los resultados indican que en el transcurso del tiempo de muestreo (6 meses) en todos los puntos el valor obtenido de PM_{10} , no excede al Estándar De Calidad Ambiental (ECA) cuyo valor es de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Así mismo, en el punto 01 el valor obtenido de $\text{PM}_{2.5}$, excede el Estándar De Calidad Ambiental (ECA) con valor de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, y en las demás ubicaciones los valores no sobrepasan el ECA.

Ruiz (2021), en su investigación titulada “Contaminación del aire con material particulado (PM_{10} y $\text{PM}_{2.5}$) debido al empleo de productos pirotécnicos en temporada navideña y año nuevo en lima metropolitana, 2017-2021” , la cual fue aprobada por la Universidad Nacional del Callao, Perú. el objetivo general

consiste en: determinar la contaminación del aire con material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$) resultante del uso de productos pirotécnicos durante las festividades de Navidad y Año Nuevo en Lima Metropolitana, durante el periodo 2017- 2021. La investigación realizada fue de tipo aplicada y con un diseño no experimental, se empleó como muestra representativa la calidad del aire registrada mediante sensores de partículas PM_{10} y $PM_{2.5}$ en 9 distritos de Lima metropolitana. La investigación arrojó como conclusión que los valores de partículas (PM_{10} y $PM_{2.5}$) durante la Navidad y el Año Nuevo registrados en las estaciones de la Red de puntos de control de la calidad del Aire del SENAMHI, excedieron los valores del ECA del aire pertinente a las 24 horas (100 y $50 \mu g/m^3$ respectivamente), con altas concentraciones horarias de 931 y $786.90 \mu g/m^3$, respectivamente, excepto en el punto de control de Campo de Marte, cuyos registros en su mayoría estaban por debajo del ECA para el aire.

Robles, E. et al (2019) en su tesis titulada: “ La contaminación del aire por el material particulado y su relación con las enfermedades de tipo respiratorio en la población de Cerro de Pasco (2010 y 2016), El objetivo de esta investigación es determinar la relación entre el material particulado menores a 10 micras, generado por la explotación minera, y las afecciones respiratorias agudas que perjudicaron a los pobladores de Cerro de Pasco, en 2010 y 2016. Para este análisis se tomaron en cuenta los resultados obtenidos en 04 puntos de control de monitoreo del material particulado, la cantidad de consultas de atención médica y las características del clima seco. Así mismo, la investigación es de tipo no experimental y correlacional, considerando una muestra de 10 029 consultas de atención médica de infantes de hasta 5 años y personas mayores a 50 años. En 2010, se tuvo un coeficiente de correlación $0,36$, $p=0,0415$; y en el

2016, un coeficiente de correlación 0,60, $p=0,00$ de confianza al 95%. Para finalizar, los resultados mostraron una relación significativa entre el material particulado de menos de 10 micras generado por los focos de contaminación y las afecciones respiratorias agudas de origen infeccioso.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Fases del procesamiento de la Harina de Pescado

En el presente estudio se presentará los fundamentos teóricos sobre la liberación de las partículas en suspensión originados a lo largo de la fase de obtención de harina de pescado hacia el medioambiente. Así mismo se tratarán los sistemas de enfriamiento, los sistemas de control para poder capturar las emisiones de PM_{10} y/o $PM_{2,5}$, los filtros de mangas y ciclones, así también las regulaciones peruanas que rigen el control de estas emisiones.

2.2.1.1. Producción de Harina en la actividad pesquera

La producción de harina de pescado se centra en el proceso de segmentación en sus 3 elementos principales: sólidos, grasas y agua. La reseña del proceso de producción comienza durante el Recepcionamiento y desembarque de la materia prima para luego continuar con su preparación hasta el envío, tal y como se detalla a continuación:

- Abastecimiento de materia prima:

El pescado que sirve como materia prima, es suministrada tanto por embarcaciones propias como de terceros, todas con la debida autorización sectorial para la pesca y la navegación. Esta materia prima se traslada desde los almacenes de las embarcaciones hasta la planta utilizando sistemas de bombeo absorbentes ecológicos al vacío. El proceso de bombeo del pescado se lleva a

cabo con la ayuda de dos absorbentes en la planta y se transporta a través de tuberías HDPE hacia los desagües.

- **Etapas de recepción:**

Esta fase incluye dos transportadores de malla cuyo objetivo es mover la materia prima hacia las tolvas para su pesaje. Una vez pesado el pescado, se almacena en los estanques que reciben la materia prima, dependiendo de su nivel de frescura.

- **Etapas de cocción. Prensado, secado, enfriado, molienda, ensaque y tratamiento de licores de proceso;**

a) Cocción:

El propósito de esta operación consiste en que la proteína se coagule, lo que implica que la membrana celular del tejido se rompa, facilitando la eliminación de grasa y agua, además, se inhibe el proceso bacteriano y enzimático empleando una temperatura de 90° a 100°C durante un periodo de 10 a 20 minutos.

b) Drenado y prensado

El pescado cocido se dirige al pre- estrujar, donde se retira la mayor parte de los líquidos. Luego, se avanza a la siguiente etapa, conocida como “prensado”, que exprime y separa los tejidos de los líquidos (licor de prensa), resultando en una masa denominada queque de prensa, que se indica a continuación:

La masa cocida se descarga en la prensa a través de los pre- estrujar, permitiendo que el licor de cocción se filtre a través de una malla y llegue a las prensas de doble tornillo con los sólidos susceptibles. Aquí se extrae el líquido, que se

combina con la solución líquida de los pre- estrujer para ser enviados a los separadores de partículas sólidas y proseguir en la elaboración de los caldos. La torta prensada se dirige hacia la etapa de secado.

c) Separación de aceite

El líquido de la separadora, también conocido como caldo de separadora, se introduce en una centrifuga vertical. Su función es separar el aceite del licor mediante la centrifugación, resultando en un líquido con un bajo porcentaje de grasa y sólidos, que es el agua residual llamado (agua de cola), el cual se transporta a los sistemas de evaporación.

d) Recuperación de sólidos.

Ya obtenido el líquido residual procedente de las centrífugas, esta es introducida a los sistemas de evaporación de película decreciente. Aquí se utiliza la energía de los vapores de los secadores Rotatubos para evaporar el agua de cola.

e) Secado - secadores Rotatubos

Durante esta fase del proceso, se combinan el queque de prensa, el queque de separadora, la solución concentrada de agua de cola y la torta de decanter. A esta solución se le llama torta mixta o integral, que se somete a desecación en dos etapas con el objetivo de que se evapore el mayor contenido de agua. Para ello, se utiliza vapor proveniente de los calderos como fluido térmico.

La torta integral entra en los secadores indirectos Rotatubos con una humedad del 56% al 60% y la carga sale con una humedad máxima del 7% al 8.5%, permaneciendo en estos equipos durante 20 minutos.

En la siguiente tabla se detalla la etapa de enfriamiento, que utiliza un sistema de filtro de manga y un ciclón para capturar el material particulado.

Tabla 1: Sistema de proceso utilizando un ciclón-secador aire caliente y un sistema filtro mangas enfriador 1, en etapa de enfriado en la captación del material particulado.

Sistema de filtro de manga	Ciclón
Enfriamiento y tamizado El enfriamiento se realiza mediante enfriadores, en una operación de contracorriente con aire forzado y un sistema de filtro de manga. El enfriador recibe el scrap a una temperatura cercana a los 80°C y tiene la tarea de reducirla hasta unos 32°C aproximadamente En esta etapa se han implementado imanes para prevenir la contaminación por materiales físicos (metálicos) El producto entra en un purificador de harina, donde un rotor equipado con mallas de 9, 10 y 11 mm de diámetro gira en su interior. A medida que la harina pasa por estas mallas, se filtra a través de los agujeros gracias a la gravedad y la fuerza centrífuga permaneciendo aprisionados en ellos todas las partículas indeseables como: metales, redes, plásticos, entre otros. De esta manera el producto se tamiza permaneciendo libre de contaminantes físicos Molienda Los residuos que salen del purificador es enviado hacia los molinos, con la finalidad de reducir y homogenizar el tamaño de las partículas del scrap y que estas cumplan las especificaciones requeridas	Purificado El producto seco se somete a un tamiz cilíndrico rotativo, que cuenta con perforaciones de 10mm, 8mm y 6mm de diámetro, distribuidas de manera equidistante. Este diseño es ideal para retener cualquier material extraño y permitir que la harina de pescado pase libre de estos elementos. La manufactura resultante se dirige a la próxima fase de molienda seca, mientras que los materiales extraños se recogen con el propósito de ser desechados como productos residuales. Molienda: el producto ahora libre de materiales extraños, contiene partículas grandes, escamas, espinas, que necesitan ser transformadas hasta darle una consistencia y granulosidad de harina, con este fin se alimenta y es transportado con la ayuda de los molinos de martillos rotativos hasta homogenizar el tamaño de las partículas de la harina. Enfriamiento Después el molido, la harina se enfría de nuevo con el objetivo de disminuir drásticamente la temperatura y normalizar una serie de reacciones químicas que generalmente ocurren para este fin se emplean ventiladores giratorios que aspiran aire frío del entorno conduciéndolo a través de los conductos neumáticos hasta que se alcancen temperaturas inferiores a 36°C

Nota: Datos del procesamiento de obtención de material particulado

f) Enfriado

Tras el secado de la harina de pescado, este se extrae del secador con un nivel de humedad adecuado, pero a una temperatura de 60 a 70°C, no es beneficioso que sea molida ni envasada de forma inmediata. Moler la harina

en caliente puede conllevar el riesgo de que se originen incendios, especialmente en el caso de harinas con alto contenido de aceite (10%), este produce una cantidad añadida de calor notable. Así mismo, el producto tiene una ligera adherencia y además de requerir más energía para su molienda, tiende a generar aglomeraciones en el interior de los sacos (Burguess, et al., 1978). En consecuencia, la harina debe enfriarse rápidamente, de aproximadamente 70°C a 25 a 30°C para alcanzar una estabilidad inicial del producto obtenido (Zaldívar, 1994)

En equipos semejantes a los secadores se lleva a cabo el Enfriamiento, donde se aplica un tratamiento térmico buscando reducir la temperatura mediante algún sistema utilizando mecanismo de transporte por lecho fluidizado con aire frío o usando transportadores helicoidales largos, para transportar la harina hasta la zona de envasado y permitir su enfriamiento durante el trayecto (Ferrando Grasso, 1973; Burgess et al., 1978; Zaldívar; 1994) las cuales la oxidación, el factor ambiental reconocido en esta etapa es material particulado y liberación de energía.

g) Molienda

El propósito del proceso del molido de la harina es originar un polvo homogéneo, libre de todo tipo de elementos extraños, que tengan buena apariencia, de accesible traslado y que se incorpore sin mucho inconveniente para el resto de los elementos de la proporción. Las dimensiones de las partículas que se producen se ajustan a las especificaciones del solicitante y en términos generales se procura que las dimensiones de las partículas de una misma harina mantengan cierta consistencia uniforme. Así mismo, se recomienda una pequeña fracción de partículas finas por muchas causas:

porque desprenden polvo al ser manipuladas, y se derraman de los sacos de polipropileno, ocasionando merma de peso y polución, provocando conglomeración de la harina a gran volumen y son capaces de llegar a cerrar los tabiques nasales de los animales que comen el forraje (Windsor y Barlow, 1983; FAO, 1986). Terminada la fase del molido de la harina, tanto los controles de humedad, grasa, proteínas, histamina, NBV, entre otros realizados en el laboratorio, son fundamentales para distinguir y categorizar la harina de acuerdo a la volumen obtenido.

h) Dosificación de Antioxidante

Esta etapa abarca desde la entrada a la tolva antioxidante hasta el alimentador TH a la tolva de ensacado. En este paso se añade el antioxidante, basado en etoxiquina, con el objetivo de que se estabilice la reacción de las grasas. Esto se realiza mediante boquillas aspersoras, a una concentración entre 500 a 750 ppm, para prevenir la aparición de peróxidos y, por ende, la autoignición de la harina. Sin embargo, estos niveles pueden aumentarse según las indicaciones de la gerencia de producción.

i) Almacenamiento en silos

Esta etapa abarca desde la entrada de la harina hacia los contenedores de almacenamiento y luego es empacado en sacos para su comercialización. Se disponen de silos destinados al almacenamiento temporal de harina en caso de variaciones en los indicadores de humedad. Si la harina tiene un porcentaje de humedad del 8.5% al 10% se acumulara en el silo húmedo, y si la humedad esta entre el 6% y 7% se depositara en el silo seco. Esta operación facilita la homogenización de la harina y valida que se ajuste a los estándares de calidad.

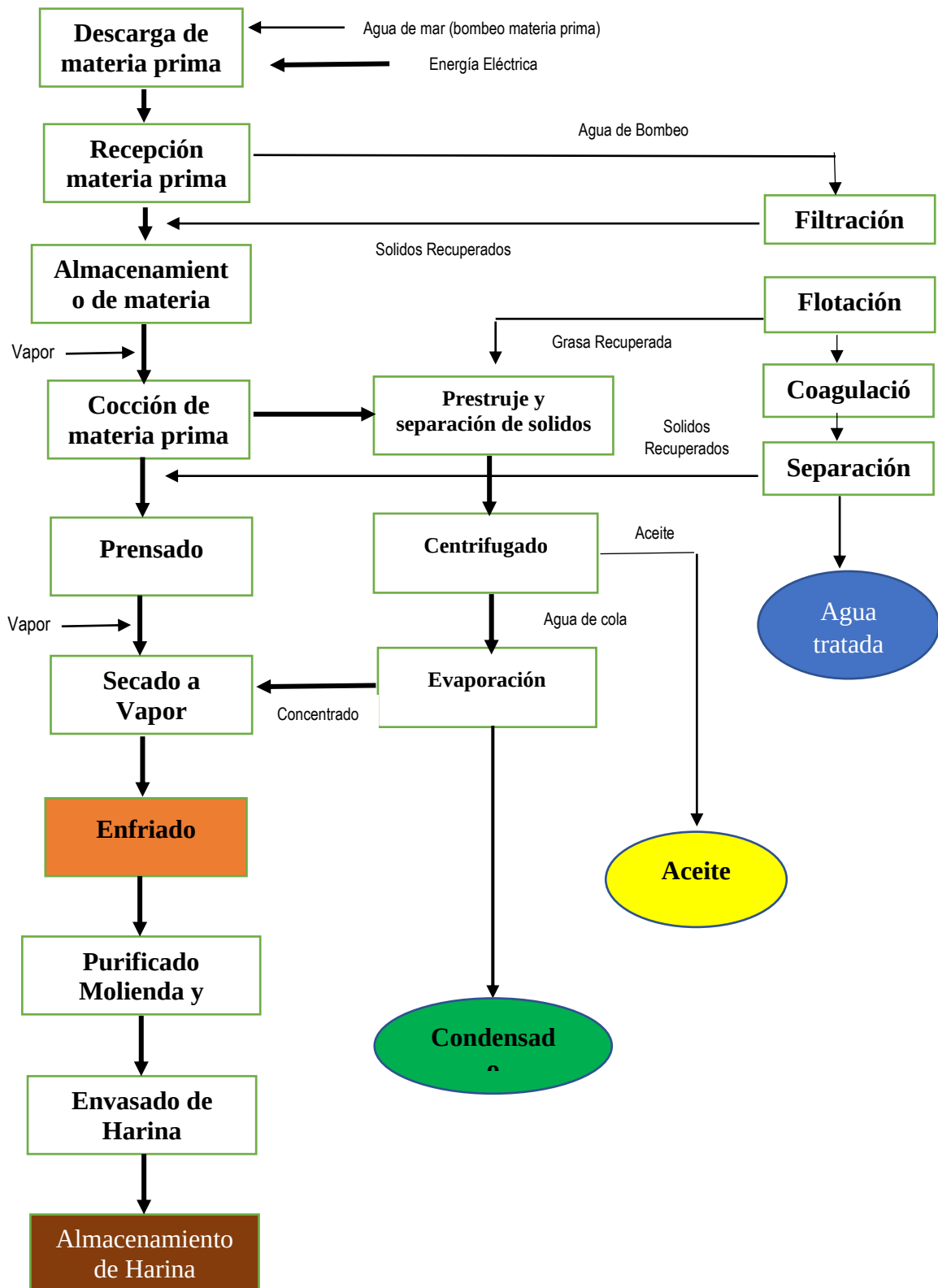
j) Envasado de la Harina de Pescado

Para el envasado abarca desde la descarga de la tolva del antioxidante hasta la transferencia de los sacos cocidos con harina al vehículo de transporte. La Harina se envasa en sacos blancos de polipropileno laminado, con una capacidad de 50 kg $\pm$ 0,5, este metodo no solo facilita la comercialización, sino que también protege a harina de contaminantes físicos, químicos y biológicos.

k) Almacenamiento de la Harina de Pescado

Abarca el almacenamiento de productos terminados (harina de pescado) en un almacén descubierto, con suelo compactado y controlado con cloruro de calcio. Es necesario que el depósito se mantenga en condiciones estrictas de saneamiento y desinfección, al igual que el producto empacado. Los sacos se arruman según su calidad, con una distancia de casi 1 metro entre cada ruma. Una ruma cuenta con 1,000 sacos de harina (que se ordenan por 10 cañones de 100 sacos cada uno) lo que constituye un lote de 50 TM de harina. Los sacos se apilan en cobertores que han sido previamente aseados y desinfectados. La temperatura con la que se almacena la harina no debe superar los 40°C durante los primeros días, y tiene que ser estabilizada hasta un máximo de 35°C, hasta antes de ser enviada para su venta. Los sacos están etiquetados con el número correspondiente a la ruma y con la fecha de fabricación. Además, las rumas se cubren con cobertores impermeables de polipropileno laminado, y se identifican con carteles que indican la cantidad de rumas, el plazo de fabricación y el total de sacos.

Figura 1.- Diagrama de Flujo del Proceso harina de pescado PESQUERA DON AMERICO



Nota: Proceso de producción de Harina de Pescado

2.2.2. Impacto Ambiental del aire por Material Particulado (PM)

El estado de la calidad del aire es afectado a raíz de factores naturales, principalmente por las acciones llevadas a cabo por los seres humanos. Esto incluye, por ejemplo, la industria, el parque automotor de vehículos en circulación, así como tareas cotidianas y del hogar.

2.2.2.1. Contaminación del Aire

La polución del aire hace referencia a la existencia de ciertos agentes negativos que alteran el estado natural y contaminan la atmosfera, los cuales pueden ser dañinos si sus niveles y propiedades exceden los límites permitidos de concentración (LMP) (Corbitt, 1990, p.1)

Muchos de los contaminantes habituales en la atmosfera tienen repercusiones en el ser humano afectando su sistema pulmonar y cardiovascular (Romieu, 1996, p1).

El problema de la polución atmosférica viene afectando la salud de las personas desde que se descubrió el fuego, No obstante, este problema se exacerbo cuando surge la revolución industrial en Inglaterra en el siglo XVIII, cada vez que las industrias necesitaban energía producida por medio de la incineración de combustibles fósiles, incluyendo el carbón y el petróleo.

Este escenario se agravo con la industrialización y el crecimiento acelerado del uso de automóviles. Aunque se hicieron esfuerzos para regular la polución del aire, éste continúa siendo una significativa causa de alarma ambiental en todo el planeta (Carrera J. 2010, p.40).

2.2.2.2. Contaminantes más predominantes del aire

a) Primarios:

Se trata de contaminantes cuya presencia se mantienen en la atmósfera en el estado original y que son liberados por la fuente. En la medición de la pureza del aire se incluyen: el óxido de nitrógeno, óxido de azufre, el monóxido de carbono, los hidrocarburos y el material particulado. Anualmente, las emisiones de contaminantes del país superan los 16 millones de toneladas, atribuyéndose el 65% el generado por los vehículos. (Corbitt, 1990. p.115).

b) Secundarios

Constituido por agentes de contaminación, que han experimentado transformaciones químicas o que resultan de la reacción entre dos o mas contaminantes primarios en la atmósfera. De estos podemos mencionar a los agentes oxidantes fotolíticos y ciertos radicales de vida corta como el Ozono. En el país, la polución del aire se restringe a las áreas con alta densidad poblacional o industrial Corbitt, 1990. P.115).

Mencionaremos tanto las propiedades físicas y químicas del aire que son necesarias para la subsistencia.

i).- Propiedades Físicas.

- Presenta un peso inferior al del agua
- Tiene una densidad menor que el del agua
- Posee un volumen no definido
- No puede existir en el vacío
- Es transparente, no tiene olor ni sabor.

ii). - Propiedades Químicas

- Responde a los cambios Térmicos, que a bajas temperaturas se condensan en hielo y generan corrientes de aire.
- Está formado por distintos componentes, incluyendo el oxígeno (O₂) y el dióxido de carbono (CO₂), que son fundamentales para la subsistencia.
- El aire fresco y sin impurezas crea una envoltura que rodea la tierra con un peso aproximado de 500000 millones de Ton.

2.2.2.3 Contaminación del aire con material particulado

Definición:

De acuerdo con Boldo (2016), la contaminación del aire se define como cualquier situación que perturbe la estabilidad natural del aire. Esto implica la alteración de la constitución de sus partes o la adición de otros factores sean materiales, sustancias o formas de energía, presentes en la atmosfera que pueden tener un impacto perjudicial en la salud humana, causar daño al ambiente o deteriorar los recursos materiales.

Por otro lado, Porta et al, (2018) describen la contaminación atmosférica como la manifestación de algún agente químico, biológico, físico, o la combinación de estos, en zonas, formas u concentraciones que pueden traer consecuencias negativas para la sanidad, protección y bienestar de las personas. Igualmente puede ser dañino para la vida animal y vegetal o impedir el disfrute de propiedades y espacios recreativos.

Material Particulado

Según la OMS (2018), afirma que el material particulado es un marcador comúnmente representativo de la contaminación del aire. Los componentes principales del material particulado incluyen nitratos, sulfatos, cloruro de sodio, amoníaco, polvos minerales, hollín y agua. Estos constituyen un compuesto complejo de partículas líquidas y sólidas, también de elementos orgánicos e inorgánicos que están suspendidos en el aire.

Motocanche (2019) señala que los focos de emisión de material particulado pueden ser naturales: sales marinas, suelos reflatados, aerosoles, cenizas volcánicas, microorganismos, polen, algas, insectos, entre otros) y antropogénicas (como la abrasión de neumáticos, como el transporte de aviones y de vehículos, las actividades industriales, la incineración de biomasa, las labores provenientes de las construcciones, entre otras).

Estas partículas que son expuestas de forma directa a la atmósfera desde los focos de emisión se conocen como partículas primarias, mientras que las que se producen en la atmósfera con base en los precursores gaseosos (por condensación o coagulación) se denominan “partículas secundarias” (Martin, 2005).

Como afirma Boldo (2016), sostiene que hay 4 clases de material particulado, según el diámetro aerodinámico como son: partículas menores de 30 micrómetros (PM_{30}), partículas entre 2 a 3 micrómetros ($PM_{2.5}$), partículas menores de 10 micrómetros (PM_{10}), y partículas ultrafinas menores a 0.1 micrómetros ($PM_{0.1}$) Siendo los más comunes en los procesos de investigación el $PM_{2.5}$ y el PM_{10} .

Figura 2. Comparación referencial entre PM10 y PM 2.5



Nota: Motocanche (2019)

Material particulado menor de 2.5 micrómetros (PM_{2.5})

Las partículas que presentan diámetros de 2-5 micrómetros o menores se generan a partir de las fuentes de ignición y se originan a partir de elementos gaseosos. Se consideran las más perjudiciales para el bienestar colectivo de las personas debido a su capacidad de viajar distancias más largas entre 100 y 1000 km (Martin 2005).

Material particulado menor de 10 micrómetros (PM₁₀)

Como afirma Martin (2005) estas partículas son generadas derivadas de actividades como los incendios, la construcción, entre otros. Debido a la gravedad, tienden a caer en la superficie con mayor facilidad, por lo que sus efectos se observan principalmente cerca del lugar donde se emitieron. Su alcance de desplazamiento es de 1 a 10 km.

2.2.2.4. Efectos del material particulado

Hay una asociación cuantitativa considerable de exponerse a altas concentraciones de partículas diminutas (PM₁₀ y PM_{2.5}) con el incremento de la mortandad a corto y largo plazo. Por el contrario, al reducirse las

concentraciones de partículas pequeñas y finas también disminuye la mortandad asociada, siempre y cuando otros factores no cambien.

Según Boldo (2016), el PM₁₀, las partículas de tamaño 0 pueden alcanzar las vías respiratorias superiores (como la cavidad nasal y la tráquea), en las cuales pueden quedar retenidas y ser removidas, a través de la tos o la deglución. Por otro lado, los fragmentos particulados inferiores a 2.5 micrómetros pueden alcanzar hasta áreas más profundas del pulmón, como los alveolos. Es importante mencionar que, si las partículas son solubles en agua, puedan ingresar al torrente sanguíneo a través de los capilares alveolares, en cambio, sino son solubles pueden permanecer en los pulmones durante un periodo prolongado.

De acuerdo con Alfonso & José. (2010), es fundamental considerar la fracción respirable del aire que inhalamos, el que pasa por la tráquea y entra al sistema respiratorio, conocido como material particulado PM₁₀. Es aún más crucial determinar la cantidad de partículas que ingresan al organismo y se alojan en las zonas más profundas del sistema respiratorio incluidos los sacos alveolares, estas partículas se conocen como PM_{2.5}.

La partícula fraccionada de PM_{2.5} es generada por la polución vehicular que operan por nuestra ciudad y utilizan para su funcionamiento gasolina y petróleo, además proviene también de los gases de combustión de las industrias pesqueras y metalúrgicas, avenidas sin pavimentar y insuficiencia de áreas verdes.

Las ciudades principales del mundo están muy preocupados por las emisiones de los vehículos, siendo común el monitoreo en estas ciudades del material particulado de la fracción respirable PM_{2.5}.

La disminución de la polución del aire con partículas, permitirá a los organismos normativos realizar pronósticos relacionados con el fortalecimiento de la salud de la población, La polución de particulares implica consecuencias sanitarias aun en concentraciones muy reducidas; en efecto, no se ha podido establecer un límite seguro por debajo del cual no causen daños en la salud. Por lo tanto, los límites establecidos en la directriz del 2005 de la OMS se enfocan en alcanzar los niveles de partículas mínimas posibles. Los indicadores fijados del material particulado en las directrices de la OMS, se detallan a continuación:

Tabla 2.- Rangos de Material particulado con directrices por la OMS

PM_{2.5}	PM₁₀
10 µg/m ³ de media anual	20 µg/m ³ de media anual
25 µg/m ³ de media en 24 horas	50 µg/m ³ de media en 24 horas

Nota: OMS - 2005

Aparte de los indicadores fijados por la OMS, las normas respecto a la calidad del aire fijan objetivos intermedios para niveles de concentración de PM₁₀ y PM_{2,5} enfocados en promover una disminución paulatina de las concentraciones altas a niveles mas bajas.

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, en lo que respecta a la pureza del aire de varias ciudades en desarrollo, se proyecta que una reducción anual promedio de los niveles de material particulado (PM₁₀) de 70 ug/m³ a 20 ug/m³, contribuirá a disminuir el número de muertes asociadas con la contaminación cerca de un 15%.

En las naciones en vías de desarrollo, la presencia de contaminantes en el ambiente doméstico, debido al empleo de combustibles sólidos en fogones abiertos o cinas convencionales, eleva la probabilidad de contraer infecciones severas en las vías respiratorias bajas, así como incrementa la mortalidad asociada en los infantes. Además, la contaminación del aire dentro de los hogares, originado por el uso de estos combustibles, es un factor de riesgo significativo para enfermedades del corazón, cáncer de pulmón en los adultos, así como enfermedad pulmonar obstructiva.

2.2.2.5. Efectos del dióxido de azufre

Estar expuesto al dióxido de azufre, ocasiona que este ingrese al sistema respiratorio, y aniquila los cilios del tejido epitelial pulmonar, cuya función es eliminar de los bronquios, proporciones de fragmentos de partículas y aerosoles. Este impacto se observa principalmente en los niños, manifestándose a través de fiebre y tos seca. En situaciones extremas, puede resultar en la muerte por asfixia (Organización Panamericana de la Salud, 2005)

El SO_2 puede afectar considerablemente a los ojos y a la piel de los trabajadores en los establecimientos donde se forma este compuesto como subproducto. Este agente contaminante se transforma en el organismo en un residuo de degradación cuantificable que se puede medir en la sangre y la orina. Al tiempo que llega a las 20 ppm, provocando una intensa irritación en los ojos, en la nariz, la garganta e intensifica la crisis asmática, lo que agrava las dificultades respiratorias (Saavedra J.2017, p.6)

Las hospitalizaciones a causa de enfermedades cardíacas y la tasa de mortalidad tienden a incrementarse en las jornadas con mayores niveles de SO_2 . En el instante en que el dióxido de azufre se mezcla con agua, se transforma en H_2SO_4 , siendo el compuesto químico principal que provoca la lluvia ácida la cual ocasiona la deforestación. Las directrices establecen los siguientes límites para la concentración de SO_2 .

- Media de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en un periodo de 24 horas.
- Media de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en un periodo de 24 horas

No se debería superar una concentración de $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de SO_2 en intervalos de tiempo promedio de 10 min. Los estudios señalan que un porcentaje de personas con asma presentan cambios en la función pulmonar y síntomas respiratorios tras exposiciones al SO_2 de solo 10 minutos.

La modificación de la normativa sobre la concentración de SO_2 en un lapso de 24 horas, que ha presentado disminución de 125 a $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, se fundamenta por las siguientes razones:

- Se considera que los niveles de SO_2 que causan daño a la salud son más bajos que los que se aceptaban anteriormente.
- A pesar de las incertidumbres que aún existen sobre la procedencia de las repercusiones de los niveles bajos de SO_2 , se necesita un mayor nivel de protección.
- Es posible que la baja en las concentraciones de SO_2 contribuya a la disminución por la interacción con otros focos contaminantes. Por lo tanto, esta medida no solo reduce los riesgos asociados al SO_2 , sino que también puede contribuir a minimizar la exposición a otros contaminantes del aire.

2.2.2.6. Efectos en el ambiente:

Las partículas en suspensión más finas son el PM_{2,5}, los que pueden disminuir la claridad y pureza del aire (Martín 2005) y la emisión de PM permitida esta dado por:

Limites Máximo Permisible de emisión del Material Particulado:

La conceptualización de los límites máximos permisibles (LMP) se interpreta como la medición de las Concentraciones de sustancias, elementos o factores físicos, químicos y biológicos, que describen a los efluentes o a las emisiones de partículas. Si se supera este límite, pueden generar perjuicios al bienestar del ser humano como a su salud y al entorno ambiental. Su adhesión es legalmente exigible por la autoridad competente correspondiente. Dependiendo del parámetro específico al que se refiere, la concentración o nivel puede expresarse en términos de máximos, mínimos o rangos (art. 32.1 de la LGA)

La colaboración tanto del Ministerio del Ambiente como del Ministerio de la Producción, del Subsector pesquero, desarrollaron la recomendación de establecer Límites Máximos Permisibles para las liberaciones de material particulado y otras fuentes de emisión durante el proceso de secado de la “Industria de Harina y Aceite de pescado” y “Harina de Residuos Hidrobiológicos”. Esta propuesta llegó a ser aprobada mediante el decreto supremo N° 011- 2009-MINAM (Revista el peruano, 2009).

Actualmente, las industrias pesqueras que fabrican harina de pescado están llevando a cabo el monitoreo de gases y partículas de acuerdo con las siguientes normativas:

- D.S 011- 2009- MINAM donde se determina los límites máximos permitidos para emisiones de partículas de la Industria de Harina y Aceite de pescado y Harina de Residuos hidrobiológicos.

Tabla 3.- Rango de LMP para libracion de contaminantes en la Planta de Harina y aceite de pescado y residuos hidrobiogicos

CONTAMINANTES	CONCENTRACION (mg/m ³)
	Instalaciones operativas, nuevas instalaciones, reubicaciones y traslados fisicos
Sulfuro de Hidrogeno (H ₂ S)	5
Material Particulado	150

Nota: Decreto Supremo N° 011- 2009 – MINAM (Ministerio del Ambiente)

En la siguiente tabla N° 4, se muestra el Protocolo que se tiene en el proceso a fin de controlar las Emisiones Atmosféricas y la Calidad del aire de la Planta de Harina y Aceite de pescado y de residuos hidrobiológicos de la Harina.

Tabla 4.- Protocolo de Monitoreo en las Fuentes de Proceso

Parametro	Ciclones de secadores de fuego directo y aire caliente	Plantas evaporadoras de agua de cola	Ciclones de molino y sala de ensaque	Torre de lavadoras de gases
Sulfuro de Hidrogeno	X	X		X
Material Particulado	X	X	X	X

Nota: Ministerio de la Producción.

Emisiones de Sustancias Gaseosas y Material Particulado

En la tabla adjunta se detallan los puntos de control y monitoreo pertinentes a las emisiones de procesos

Tabla 5.- Ficha de identificación de los puntos de control

Estación	Descripción	Coordenadas UTM	
		Sistema: WGS84, Zona: 18L	
		Norte (m)	Este (m)
Torre Lavadora de Gases	La ubicación está a 0.80 m. corriente abajo del último desajuste y 4.20 m corriente arriba, de la expulsión de los gases a la atmósfera.	8 773014	212 963
Ciclón Enfriador N°1	La ubicación está a 0.85 m. corriente debajo del último desajuste y 2.62 m. corriente arriba, de la expulsión de los gases a la atmósfera	8 772 992	212 998
Ciclón Enfriador N°2	La ubicación está a 0.85 m. corriente debajo del último desajuste y 2.62 m. corriente arriba, de la expulsión de los gases a la atmósfera.	8 772 992	212 998

Nota: Datos de la Empresa Don Americo

Figura 3.- Ciclones del enfriador



Nota: Datos de la Empresa Don Americo

2.3 Bases Filosóficas:

El estudio de la polución del aire por partículas suspendidas sobre la etapa de enfriamiento de la Harina de Pescado, desde todo punto de rigor científico, destaca la importancia de mantener el equilibrio y respeto por el entorno natural en todas nuestras acciones y procesos industriales. Al aplicar este principio a la etapa de enfriamiento de harina de pescado, se reconoce la necesidad de minimizar la liberación de material al particulado para preservar el estado de pureza del aire y de esta manera salvaguardar el bienestar de los ecosistemas y las comunidades circundantes.

2.4 Definición de Términos Básicos

Fuente Puntual: punto procedente del emisor de contaminantes cuya localización puede ser determinada con exactitud utilizando las coordenadas UTM de una única posición en el espacio. El punto de emisión podría ser estacionario, siempre que las coordenadas no varíen con el tiempo, y móvil si fuera lo inverso. Los focos puntuales pueden ser controladas considerando los flujos, las concentraciones o las magnitudes de los parámetros.

Límite Máximo Permisible (LMP): se refiere a la estimación de los niveles de concentración o de la cantidad de elementos, compuestos o parámetros físicos, químicos y biológicos, las que describen una emisión, cuyo exceso puede implicar perjuicios para la salud integral de los seres vivos y del medioambiente. Su adhesión a esta norma es legalmente exigida por el MINAM y las instituciones que forman el sistema de Gestión Ambiental.

Cuerpo Receptor: compuesta por agua, aire y el suelo, cuyos patrones se contrastan con las Regulaciones de Calidad Ambiental.

Calibración: es la serie de procedimientos que bajo condiciones específicas, determinan la correspondencia entre las mediciones realizadas por un mecanismo integral de medición, y el resultado conseguido mediante una técnica de referencia estándar, a fin de verificar que las maquinarias y el sistema en general, satisfagan las demandas de exactitud necesarias.

Concentración del contaminante: corresponde a la relación equivalente que hay del peso o el volumen de un compuesto sólido (partículas), líquido o gaseoso entre la unidad de volumen del aire que la contiene.

Condiciones normales: correspondiente a las especificaciones de los datos en relación con las mediciones de temperatura de 25°C (298.15 K) y presión 1 atm (101.3kPa).

Contaminante del aire: Compuesto que a determinadas concentraciones puede ser perjudicial y/o constituir una amenaza para el cuidado y la salud integral de las personas, animales y el entorno ambiental.

Fuente de Emisión: Mecanismo o aparato mediante el cual se permite la liberación al estrato atmosférico de elementos o compuestos en fases sólida, líquida o gaseosa, de manera continua o intermitente.

Estándar de Calidad Ambiental (ECA): Norma que determina la cantidad de contaminantes, volumen de materiales, compuestos físicos, químicos y biológicos, existentes en el aire como receptor, que no supone un riesgo considerable para el bienestar de la población ni para el medioambiente.

Airnow: Diariamente la medición de la pureza del aire (AQI, por sus siglas en inglés), proporciona información en relación con la pureza del aire exterior y los

potenciales impactos en el bienestar de los trabajadores expuestos y de la comunidad en su conjunto.

EL AQI, convierte los datos respecto a la pureza del aire de la localidad en numeros y colores, lo que facilita la comprensión de cuando es fundamental implementar acciones para asegurar la salud de los pobladores y alrededores.

Material Particulado Respirable (PM10) este compuesto por partículas menores a 10 μm . estas partículas, que incluyen sustancias orgánicas e inorgánicas, pueden llegar hasta los pulmones y causar irritaciones y enfermedades. Dentro de este grupo, se distinguen las de mayor tamaño (partículas de diámetro entre 2.5 y 10 μm) y las que son más diminutas (diámetro menor a 2.5 μm), así como las partículas extremadamente finas (nanoscópicas), que tienen alrededor de 0.1 μm de diámetro.

2.5 Tabla N° 6.- Operacionalización de las Variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicador	Escala de medición
Contaminación del aire generado por la etapa de enfriamiento	Las actividades realizadas en el transcurso del proceso de enfriamiento de la harina de pescado producen contaminantes que modifican la composición natural del aire al liberar al entorno compuestos diferentes a los que se encuentran habitualmente.	Se hace alusión a la revisión de los registros de análisis de la monitorización de la liberación de partículas PM _{2.5} del procesamiento y de las difusiones gaseosas de combustión en el enfriador de la harina de pescado de la Planta Don Américo Carquin	- Material Particulado	- Concentración Material Particulado PM10	Intervalos
			- Sulfuro Hidrógeno	- Concentración Material Particulado PM2.5 - Concentración HS2	Intervalos
			Gases de combustión	Concentración: - Monóxido de carbono, CO - Concentración Óxido de Nitrógeno, NO _x - Dióxido de Nitrógeno, NO ₂ - Monóxido de nitrógeno, NO - Dióxido de Nitrógeno, NO ₂	Intervalos

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

3.1.1 Tipo de investigación

Acorde a lo manifestado por Supo, (2012), quien denota que el diseño de investigación es Observacional, en función de la actuación del investigador; prospectivo, debido a que las mediciones se han planificado con antelación; longitudinal, ya que se llevan a cabo múltiples mediciones y es descriptiva por tener una única variable.

3.1.2 Metodología:

3.1.2.1 Métodos:

En cuanto al procesamiento de los datos, el enfoque es cuantitativo. Una vez que se ha recogido la información proveniente de la Empresa, esta se representara en tablas y gráficos tras ser analizada.

3.1.2.2 Técnicas:

En este análisis investigativo se empleó la técnica Observacional y el Análisis Documental y como instrumento, las fuentes de información escritas, graficas, registro para obtener los datos del estudio

3.1.2.3 Instrumentos:

Hurtado (2008) afirma| que el análisis documental es una técnica utilizada para compilar documentos referentes a una temática particular. El objetivo es facilitar variables que guarden relación, directa o indirectamente con el tema, conectando estas relaciones, posturas o etapas observadas.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población:

Fue clasificada por medio de los registros y reportes de emisiones contaminantes provenientes de los análisis del proceso y por las emisiones de combustión adentro de los recintos de la Planta de Harina y aceite de pescado Don Américo, Carquin 2024

3.2.2 Muestra

Para una mejor determinación se estará trabajando con los reportes de análisis de los siguientes años: 2020 (02 monitoreos), 2021 (01 monitoreo), 2022 (02 monitoreos) y 2023 (01 monitoreo). Los estudios se realizaron en la etapa enfriamiento de la Industria de Harina de pescado Don Américo – Carquin., en temporada de fabricación de harina.

3.3 Técnicas de recolección de datos

Del recogimiento de datos se obtuvieron los registros y reportes de los análisis de partículas que se realizaron por laboratorios externos.

3.4 Técnica para el procedimiento de la información

Se aplicó técnicas en dos etapas:

Primero se realizó la captación de datos proveniente de los registros de análisis que se realizaron en años anteriores en que se determinó la relación que se tiene con la

calidad de aire, Protocolo de Monitoreo de Calidad del Aire y Emisiones del Subsector Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas (MEM, 2010); Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire (PCM), normativas ambientales y reglamentos.

Segundo se realizaron los procesamientos, e interpretaciones de los datos recopilados, culminando con las conclusiones del estudio.

3.5 Matriz de consistencia

Para un mejor razonamiento e interpretación del estudio, se incorpora la información de elementos generales de la tabla siguiente:

Tabla 7.- Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	VARIABLES	DIMENSION	METODOLOGIA
Problema General ¿En qué medida la contaminación del aire se genera en la etapa de enfriamiento de la harina de pescado en la planta Don Américo, Carquín 2024? Problema Específicos ¿En qué medida la etapa de enfriamiento de harina de pescado contamina el aire con material particulado en la planta pesquera Don Américo, Carquín 2024? ¿En qué medida la etapa de enfriamiento de harina de pescado contamina el aire con sulfuro de hidrogeno en la planta pesquera Don Américo, Carquín 2024? ¿En qué medida la etapa de enfriamiento de harina de pescado contamina el aire con gases de combustión en la planta pesquera Don Américo, Carquín 2024?	Objetivo General Determinar si la contaminación del aire es generada en la etapa de enfriamiento de harina de pescado en la planta Don Américo, Carquín 2024 Objetivos Específicos Determinar la concentración de material particulado es generada en área de enfriamiento de harina de pescado en la planta pesquera Don Américo, Carquín 2024 Determinar la concentración de sulfuro de hidrogeno es generada en área de enfriamiento de harina de pescado en la planta pesquera Don Américo, Carquín 2024 Determinar la concentración de gases de combustión es generada en área de enfriamiento de harina de pescado en la planta pesquera Don Américo, Carquín 2024	Variable Contaminación del aire generado por la etapa de enfriamiento	- Material Particulado - Sulfuro de Hidrogeno - Gases de combustión	Diseño de Investigación: Transversal no experimental Tipo de Investigación: Aplicada Nivel de investigación: Descriptivo Diseño de investigación: Transversal no experimental Población: Los monitoreos de emisiones de proceso y emisiones de combustión dentro de las instalaciones de la Planta pesquera Don Américo, Carquín 2024 Muestra: Para una mejor determinación se estará trabajando con los reportes de análisis de los siguientes años: 2020 (02 monitoreos), 2021 (01 monitoreo), 2022 (02 monitoreos) y 2023 (01 monitoreo). Los análisis se realizaron en temporada de producción

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Análisis de resultados

4.1.1 Material Particulado

El monitoreo se llevó a cabo en las dos estaciones de los ciclones de los enfriadores 1 y 2, utilizando datos promedios de los años 2020 a 2023. Se observó que el año 2020 presentó el valor más alto, con 5.5 µg/m³. Todas las mediciones registradas se mantuvieron por debajo de los ECA.

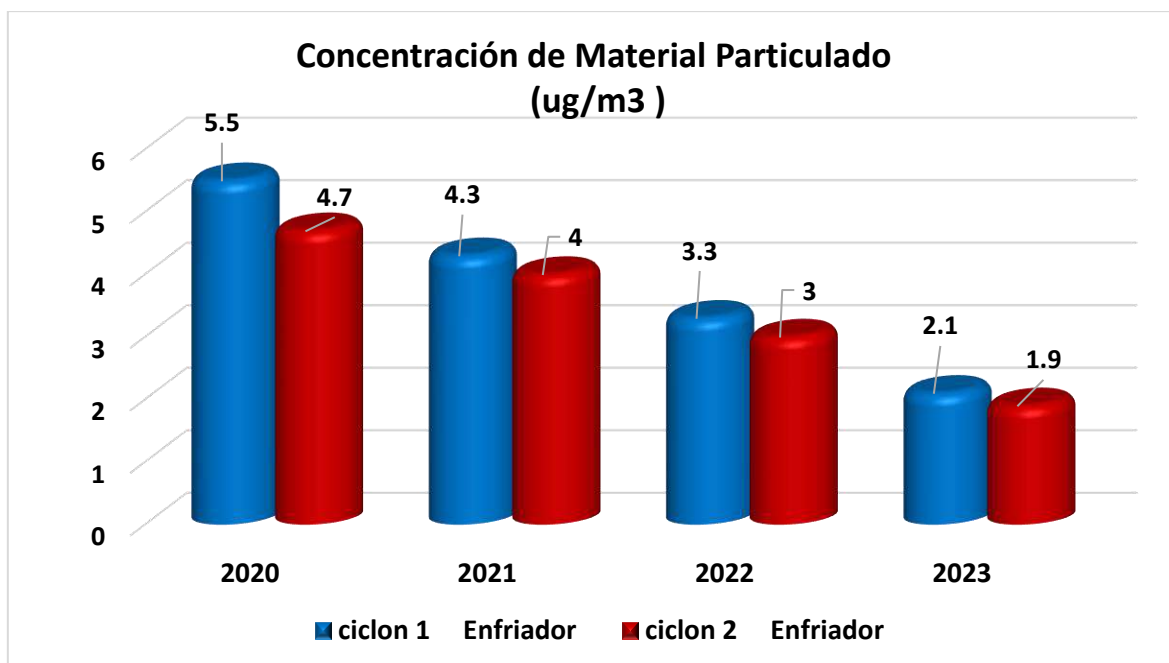
Tabla 8: Concentración de Material Particulado

AÑO	Unidad de medidas	MATERIAL PARTICULADO				LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES D.S. N° 011-2009-MINAM.
		CICLON Enfriador 1	%	CICLON Enfriador 2	%	
2020	ug/m3	5.5	32.18	4.7	34.56	150
2021		4.3	28.29	4.0	29.41	
2022		3.3	21.71	3.0	22.03	
2023		2.1	13.82	1.9	13.97	

Nota: Datos de los Registros de la Empresa Don Américo

De la tabla se aprecia que, de la liberación del MATERIAL PARTICULADO al ambiente en la planta harinera y de aceite de pescado, el índice de mayor polución de contaminación se dio en el Enfriador del ciclón 1, en el año 2020 con un 32.18%, y que no excede el límite permisible según lo admitido por el D.S. N° 011-2009-MINAM.

Figura 4: Concentraciones registradas de Material Particulado



Nota: Datos de los Registros de la Empresa Don Américo

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS: Las dos fuentes emisoras ciclones enfriador1 y 2, presentaron resultados inferiores a los límites máximos permitidos que se establecen para la liberación del MATERIAL PARTICULADO en la Planta Harinera y de aceite de pescado, según lo aprobado por el D.S. N° 011-2009-MINAM.

4.1.2 SULFURO DE HIDRÓGENO (SH_2)

La monitorización se realizó en ambas estaciones (02) de los ciclones de los enfriadores 1 y 2, utilizando datos promedios de los años 2020 a 2023. Se observó que el año 2022 presentó el valor promedio máximo, con $0.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Todas las mediciones registradas no excedieron los límites determinados por el ECA.

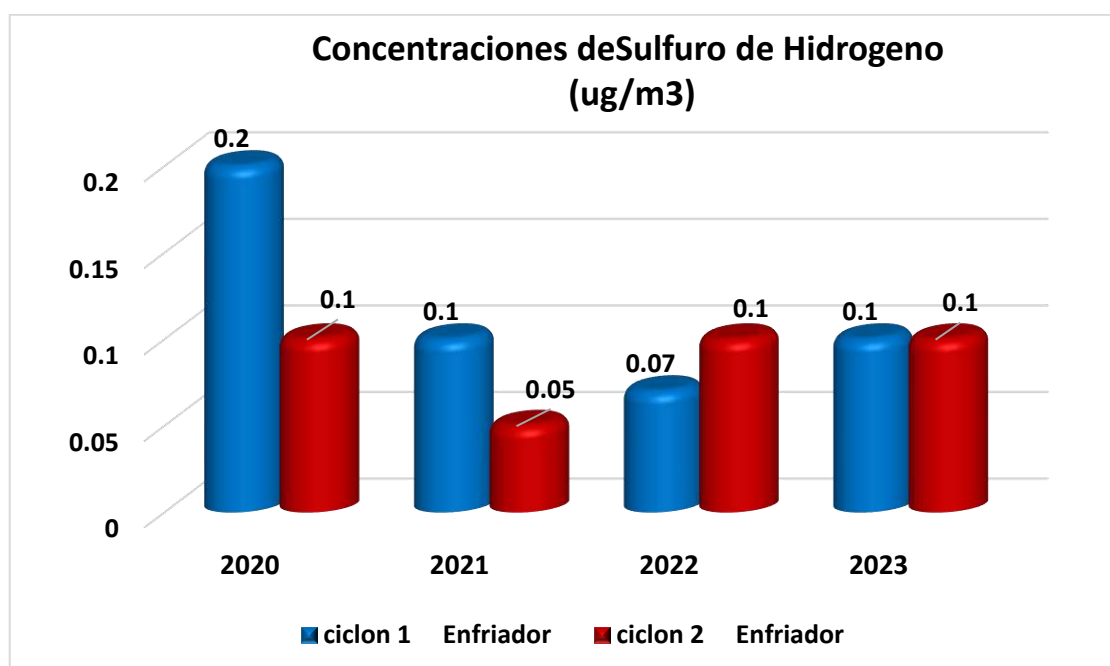
Tabla 9: Concentraciones de Sulfuro de Hidrógeno

AÑO	Unidad de medidas	SULFURO DE HIDROGENO				LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES D.S. N° 011-2009-MINAM.
		CICLON Enfriador 1	%	CICLON Enfriador 2	%	
2020	ug/m3	0.2	42.55	0.1	28.57	5
2021		0.1	21.28	0.05	14.29	
2022		0.07	14.89	0.1	28.57	
2023		0.1	21.28	0.1	28.57	

Nota: Datos de los Registros de la Empresa Don Américo

De la tabla se observa que, de la liberación de gases de Sulfuro de Hidrogeno en la Planta harinera y de aceite de pescado, el índice de mayor polución de contaminación se dio en el enfriador del ciclón 1 , en el año 2020 con un 42.55%, y que no excede el límite permisible según lo autorizado en el D.S. N° 011-2009-MINAM.

Figura 5: Concentraciones de Sulfuro de Hidrógeno



Nota : Datos de los Registros de la Empresa Don Américo

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS:

Las dos fuentes emisoras ciclones enfriador 1 y 2, presentaron resultados inferiores a los límites máximos permitidos que se fijan para las industrias de Harina y aceite de pescado, respecto a la liberación de concentraciones de SULFURO DE HIDROGENO según lo admitido por el D.S. N° 011-2009-MINAM.

4.1.3 GASES DE COMBUSTION

El monitoreo se efectuó en el punto estacionario de los ciclones del enfriador N°1, utilizando datos promedios de los años 2020 a 2023. Se observó que valores Dióxido de Nitrógeno, NO₂ del año 2022 registro promedio alto 0.3 con respecto a otros valores

Tabla 10 : Resultados de gases de combustión: ciclón enfriador N°1

Gases de combustión	Unidad de medida	CICLON Enfriador 1			
		2020	2021	2022	2023
Monóxido de carbono, CO	ug/m3	0.0	0.2	0.0	0.2
Óxido de Nitrógeno, NO _x	ug/m3	0.2	0.0	0.1	0.1
Dióxido de Nitrógeno, NO ₂	ug/m3	0.2	0.1	0.3	0.1
Monóxido de nitrógeno, NO	ug/m3	0.2	0.1	0.2	0.1
Dióxido de azufre, SO ₂	ug/m3	0.1	0.0	0.0	0.0
Dióxido de Carbono, CO ₂	ug/m3	0.0	0.1	0.1	0.0

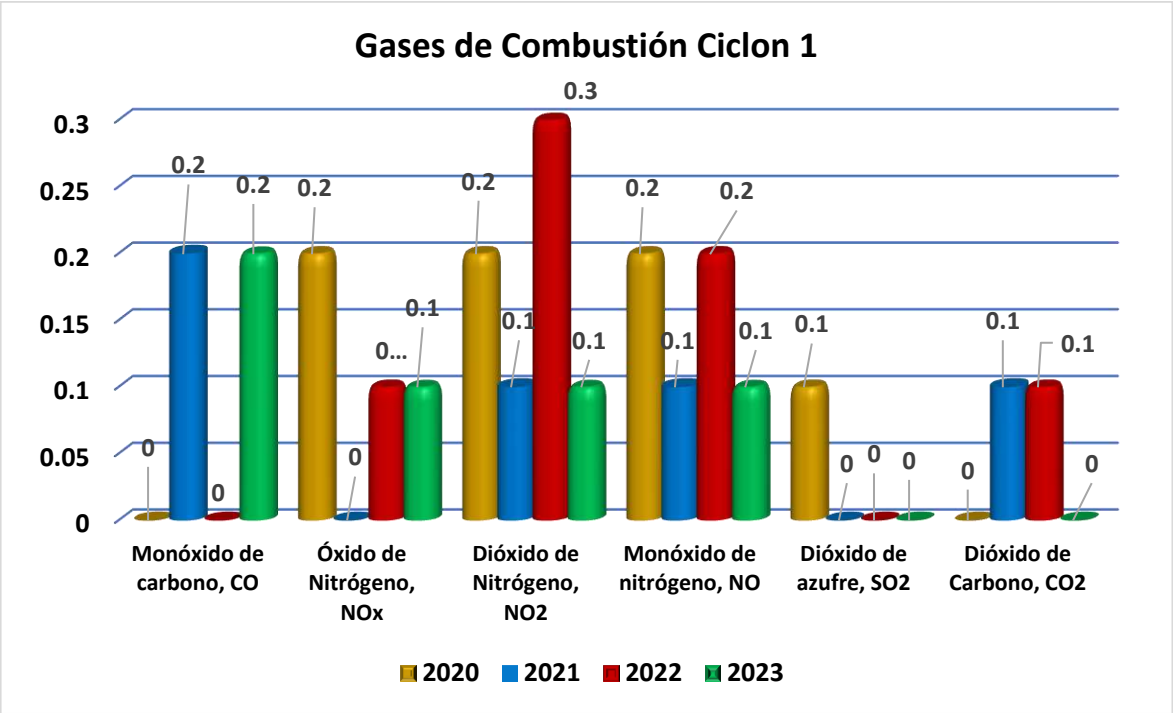
Nota: Datos de la Empresa Pesquera Don Américo

En la tabla se detalla la concentración de diferentes gases de combustión en un ciclón enfriador-1 durante los años 2020, 2021, 2022 y 2023.

La emisión de estos gases contaminantes trae consecuencias perjudiciales negativas en el entorno ambiental, contribuyendo a la polución del aire, provocando alteraciones en el cambio climático.

Las industrias pesqueras deben buscar reducir las emisiones de estos gases para operar de manera sostenible, implementando sistemas que capturen y minimicen estos gases liberados al ambiente

Figura 6 : Gases de combustión: Ciclón enfriador N°1



Nota: Datos de la Empresa Don Americo

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS:

Según lo que se demuestra en el grafico indica que la fuente emisora ciclón enfriador N°1 presenta resultados inferiores a los limites máximos permitidos que se fijan para las industrias de Harina y aceite de pescado, respecto a la liberación de las concentraciones de GASES DE COMBUSTIÓN, según lo aprobado por el D.S. N° 011-2009-MINAM.

Tabla 11: Gases de combustión: ciclón enfriador N°2

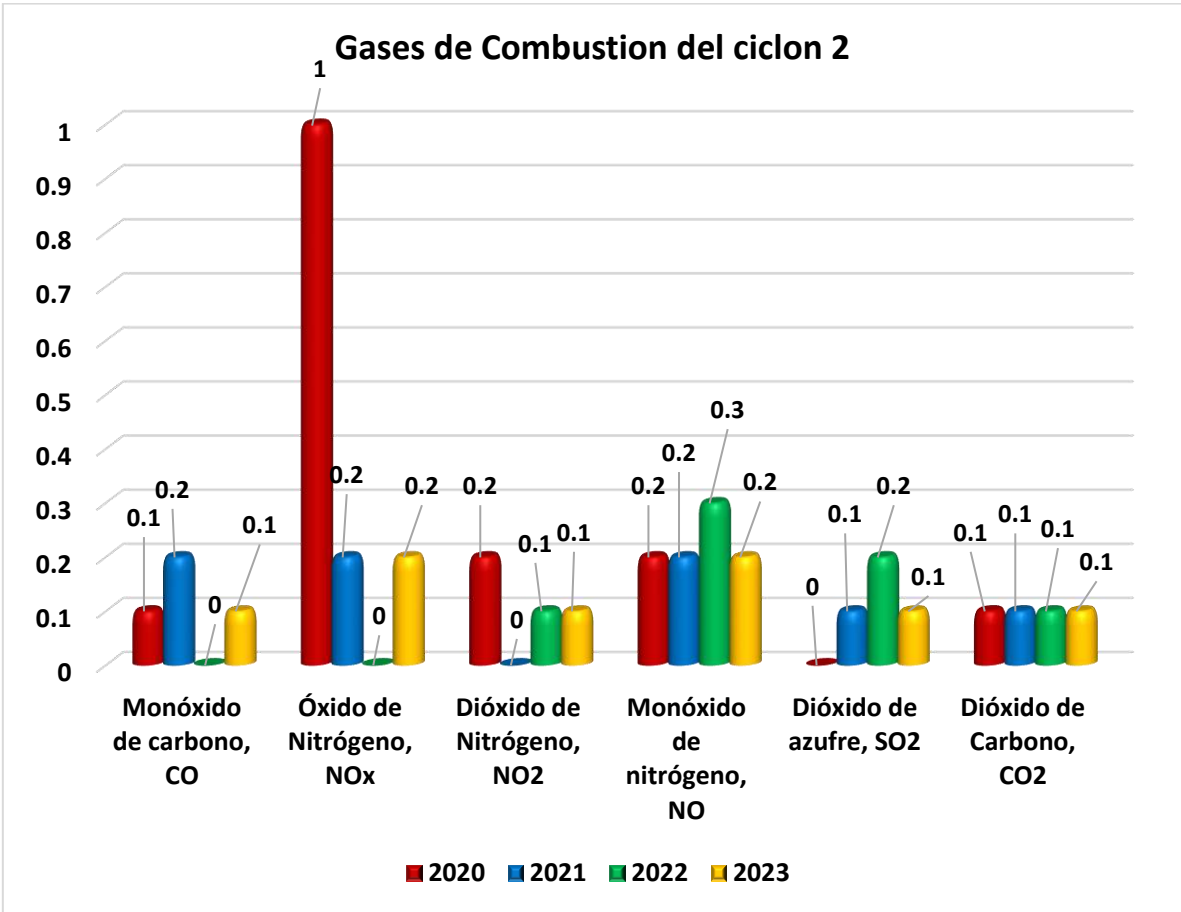
Gases de combustión	Unidad de medidas	CICLON Enfriador 2			
		2020	2021	2022	2023
Monóxido de carbono, CO	mg/m3	0.1	0.2	0.0	0.1
Óxido de Nitrógeno, NOx	mg/m3	01	0.2	0.0	0.2
Dióxido de Nitrógeno, NO2	mg/m3	0.2	00	0.1	0.1
Monóxido de nitrógeno, NO	mg/m3	0.2	0.2	0.3	0.2
Dióxido de azufre, SO2	mg/m3	0.0	0.1	0.2	0.1
Dióxido de Carbono, CO2	mg/m3	0.1	0.1	0.1	0.1

Nota: Datos de la Empresa Pesquera Don Américo

En la tabla se detalla la concentración de diferentes gases de combustión presentes en un ciclón (enfriador 2) durante los años 2020, 2021, 2022 y 2023.

La emisión de estos gases contaminantes trae consecuencias perjudiciales negativas en el ambiente, contribuyendo a la contaminación del aire, lo que provoca alteraciones en el cambio climático

Figura 7: Gases de combustión: Ciclón enfriador N°2



Nota: Datos de la Empresa Don Americo

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS:

Las dos fuentes emisoras ciclones enfriador 2 y 2, presentaron resultados inferiores a los límites máximos permitidos que se establecen para las industrias pesqueras de harina y aceite de pescado, respecto a la liberación de emisiones de concentración de GASES DE COMBUSTIÓN.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5.1 Discusión de resultados

Desde el análisis de las emisiones generadas en las fuentes del enfriador, se encontró que los resultados arrojaron un reporte de valores que no excedían los límites máximos determinados respecto a las emisiones de la industria de harina y aceite de pescado, y esto se explica debido a que la línea de producción de harina de pescado posee una sola etapa de secado, en la cual la torta entra con una humedad inicial del 50-60 % y se reduce a un 7-8 % al final. Esto incrementa el tiempo de enfriamiento, de 20 a 30 minutos, lo que permite disminuir la velocidad del equipo y, como resultado, evita la liberación excesiva de material particulado a través de los ciclones y al igual que en la investigación de Manuel, G (2019) quien realizó la investigación titulada: Concentración de Sulfuro de Hidrogeno y Partículas en Suspensión en el aire, en los días de pesca en tres distritos de la Provincia del Santa (Coishco, Chimbote y Nuevo Chimbote) en el 2017. Los resultados mostraron que el nivel más bajo es de ($7.84 \mu\text{g}/\text{m}^3$) de Sulfuro de Hidrógeno (H_2S) y el nivel más alto de ($47.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$) de partículas en suspensión menores de 10 micras (PM_{10}), en comparación a los fijados por los ECA, no

exceden los límites máximos permitidos en el transcurso de 24 horas ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente).

Además Robles, E. et al (2019) en su proyecto titulado: “ La contaminación del aire por Material particulado y su relación con las enfermedades de tipo respiratorio en la población de Cerro de Pasco (2010 y 2016), cuyo objetivo determina la relación de Material particulado menor a 10 micras, que se produce en la explotación minera, y los trastornos respiratorios agudos que afectaban a los comuneros de Cerro de Pasco, durante el cual se tuvo en cuenta una población de 10 029 asistencias médicas para niños de 5 años a menos y personas adultas por encima de los 50 años. En el año 2010, se registró un coeficiente de correlación 0,36, $p=0,0415$; y en el 2016, un coeficiente de correlación 0,60, $p=0,00$ de confianza al 95%. Donde los resultados evidenciaron que hay relación significativa entre el material particulado menor a 10 micras generado por los focos contaminantes y enfermedades respiratorias infecciosas agudas.

Al respecto podemos mencionar que durante la obtención de la harina de pescado en la etapa de enfriamiento no existen emisiones fugitivas que comprometan negativamente el bienestar de los trabajadores de planta de la Fabrica ni de los vecinos del centro poblado de la caleta de Carquín

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

En cuanto a los niveles de concentración de material particulado de menos de 10 micras (PM10) a la salida de los ciclones 1 y 2, las respuestas obtenidas en todas las zonas de observación son mínimos y no superan los límites instaurados en los Estándares de Calidad Ambiental, que fijan como límite máximo aceptable de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, según el D.S. N° 011-2009-MINAM.

La cantidad de contaminante gaseoso como el sulfuro de hidrógeno (HS_2) obtenido en las zonas monitoreadas no exceden los límites de los Estándares de Calidad Ambiental, que fijan un valor máximo permitido de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ según el D.S. N° 011-2009-MINAM. Por lo que estos niveles no representan una amenaza de riesgo para el bienestar de las personas como contaminantes ambientales.

Con respecto a las emisiones resultantes de la combustión los valores arrojados se encuentran con un valor que no supera los márgenes establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental, determinados según el D.S. N° 011-2009-MINAM, cuyo rango no representa un peligro para la Salud.

Se puede concluir que las emisiones producidas durante la etapa de enfriamiento de la harina no causan cambios sustanciales en el medio, ni en el bienestar de los trabajadores de la planta pesquera o la comunidad. Actualmente, gracias a las normativas ambientales vigentes y al compromiso de la planta pesquera con el mejoramiento continuo de sus procesos, equipos y tecnologías, así como la realización de mantenimiento preventivo y correctivo oportuno, es posible corregir cualquier desviación durante el proceso de producción.

6.2 Recomendaciones

Aunque las emisiones del enfriador generadas en la Fabrica Pesquera Don Américo no presentan impactos significativos de la pureza del aire circundante, se recomienda realizar un análisis de las emisiones en la sala de ensaque, ya que el ambiente es cerrado y carece de una ventilación adecuada.

Seguir cumpliendo con las responsabilidades ambientales adoptadas por la empresa respecto a los efluentes, emisiones gaseosas y suelos, con la finalidad de mitigar y mantener controlado el impacto ambiental ocasionado en el entorno, contribuyendo de esta manera al bienestar de los trabajadores y la comunidad.

REFERENCIAS

7.1 Fuentes bibliográficas

Gerald A (2018). *Evaluación de la Reducción del material particulado utilizando un ciclón y un sistema filtro de mangas en la Industria de producción de Harina de Pescado*”, Trabajo de Suficiencia Profesional en Ingeniería Ambiental , Universidad Nacional Tecnología de Lima Sur, obtenido de <https://repositorio.untels.edu.pe/jspui/handle/123456789/1139>

Joselyn Salas (2018). *Diagnostico y propuesta de estabilización de la temperatura en los sacos de Harina de pescado, pesquera hayduk S.A vegeta*, <http://repositorio.unifsc.edu.pe/handle/UNJFSC/2539>

Constantine L. (2016). “*Diseño de un plan para la implementación del sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP) en una fábrica de harina de pescado ubicada en la Parroquia de Porsorja*”. Tesis de grado, Universidad Técnica Salesiana, Guayaquil. Recuperado el 29 de Setiembre de 2018, de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/13377>

Manuel, G (2019) “*Concentración de Sulfuro de Hidrogeno y Partículas en Suspensión en el aire, en los días de pesca en tres distritos de la Provincia del Santa (Coishco, Chimbote y Nuevo Chimbote) en el 2017*”

Robles Morales & Medina Escudero A & Medina Escudero C. “*La contaminación del aire por el material particulado y su relación con las enfermedades de tipo*

respiratorio en la población de Cerro de Pasco (2010 y 2016), Revista Industrial Data 22(1): 173-186 (2019) Vol. 22, núm. 2, 2021 Universidad de Costa Rica, Costa Rica Disponible en:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44066178026>
DOI: <https://doi.org/10.15517/revedu.v45i1.43646>

Jonnathan R & Cristian Mardones & Jorge Jiménez (2019), “*Impacto de la contaminación por material particulado sobre las atenciones de urgencias por causas respiratorias en chillan, concepción y los ángeles*” Revista chilena de enfermedades respiratorias, Vol. 35, Núm. 3, Santiago 2019.
https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-73482019000300181&script=sci_arttext

Alem C,(2005). “*Impacto de la contaminación del aire en enfermedades respiratorias atendidas en el Centro Pediátrico Albina Patiño*”. Departamento de Ciencias Exactas e Ingeniería. Universidad Católica Boliviana. Bolivia. Acta Nova; Vol.3 N°1.

Barrios, S.; F. Peña y S. Bustingorry. 2004. “*Ciencia y Enfermería. Efectos de la contaminación atmosférica por material particulado en las enfermedades respiratorias agudas en menores de 5 años*”. Cienc.enferm.v.10 n.2 Concepción. Chile.

Alvis Camacho, E. D. (2012). *“Impacto ambiental generado por el material particulado, sobre la calidad del aire en la zona de influencia de los proyectos carbonífero del Departamento del Cesar”*. [Maestría, Pontificia Universidad Javeriana].
<http://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/19468>

NTP 900.005: 2001. *Emisiones Atmosféricas. Determinación de emisiones de material particulado de fuentes estacionarias.*

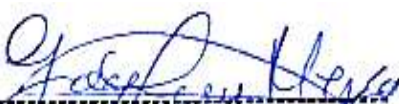
NTP 900.015: 2002. *Emisiones Atmosféricas. Determinación del contenido de sulfuro de hidrógeno, sulfuro de carbonilo y disulfuro de carbono en fuentes estacionarias.*

NTP 900.017: 2001. *Emisiones Atmosféricas. Determinaciones de emisiones de material particulado de fuentes estacionarias. Método de filtración en chimenea.*

Protocolo para el Medición de emisiones atmosféricas. MITINCI. R.M. 026-2000-ITINCI/DM.

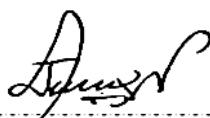
Riofrío M. et al. 2003. *Diagnóstico de la actividad de harina y aceite de pescado en el Perú.*

ANEXOS



Dra. Jaqueline Victoria Aroni Mejía
DOCENTE
C.N.U. 323

Dra. Aroni Mejía, Jaqueline Victoria
ASESOR



Dr. ALGEMIRO JULIO MUÑOZ VILELA
Reg. CIP N° 116199

Dr. Algemiro Julio Muñoz Vilela]
PRESIDENTE



YASMIN JESÚS
VELEZ CHANG
INGENIERIA QUÍMICA
Reg. CIP. N°135305

[M(a) Yasmin Jesús Vélez Chang]
SECRETARIO



FANNY DEL PILAR
LOMPARTE RAMOS
INGENIERA QUÍMICA
Reg. CIP N° 185626

[M(a) Fanny del Pilar Lomparte Ramos]
VOCAL