

Universidad Católica de Santa María
Facultad de Arquitectura e Ingenierías Civil y del Ambiente
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



**Evaluación de Emisiones de Gases (CO, NOx) generados por Hornos de
Pollería para formular una Propuesta de Plan de Mitigación, ubicados en
la Avenida Lima, Distrito de Mariano Melgar, Arequipa 2022**

Tesis presentada por el Bachiller:

Pretto García, Franco Duilio

ORCID: 0009-0000-7017-1292

para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Asesor:

Mag. Cárdenas Pillco, Berly Edinssón

ORCID: 0000-0003-0555-8540

Arequipa – Perú

2024

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INGENIERIA AMBIENTAL

TITULACIÓN CON TESIS

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 02 de Abril del 2024

Dictamen: 005704-C-EPIA-2024

Visto el borrador del expediente 005704, presentado por:

2016800351 - PRETTO GARCIA FRANCO DUILIO

Titulado:

**EVALUACIÓN DE EMISIONES DE GASES (CO, NOX) GENERADOS POR HORNOS DE POLLERÍA
PARA FORMULAR UNA PROPUESTA DE PLAN DE MITIGACIÓN, UBICADOS EN LA AVENIDA
LIMA, DISTRITO DE MARIANO MELGAR, AREQUIPA 2022**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

**29727348 - LAZARTE ARREDONDO SONIA
DICTAMINADOR**



**46769238 - CHANOVE MANRIQUE ANDREA MARIETA
DICTAMINADOR**



**29519918 - BEJARANO MEZA MARIA ELIZABETH
DICTAMINADOR**



Evaluación de Emisiones de Gases (CO, NOx) generados por Hornos de Pollería para formular una Propuesta de Plan de Mitigación, ubicados en la Avenida Lima, Distrito de Mariano Melgar, Arequipa 2022

INFORME DE ORIGINALIDAD

5%

INDICE DE SIMILITUD

9%

FUENTES DE INTERNET

7%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
2	repositorio.unaj.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Ecuador - PUCE Trabajo del estudiante	1%
4	ECOFLUIDOS INGENIEROS S.A.. "Actualización del Plan de Manejo Ambiental del DAP de la Planta 1: Hilandería Fibra Corta, Tintorería y Almacén Materia Prima y de la Planta 2: Hilandería Fibra Larga de la Empresa Inca Tops-IGA0016490", R.D. N° 00115-2021-PRODUCE/DGAAMI, 2022 Publicación	1%
5	www-wds.worldbank.org Fuente de Internet	1%

Dedicatoria

*A mis padres **Duilio[#]** y **Eva**, quienes fueron mi ejemplo de vida, mediante su amor y lucha lograron formar la persona que soy, A ti papa que merecías estar presente en este momento por el cual tanto luchamos, Te extraño. A mi madre, por su fuerza y amor que siempre me brinda en cada decisión que afrontamos, sobre todo, a Dios por la familia que me regalo.*

Agradecimientos

Agradezco a mis padres, por el esfuerzo y amor brindado en los todos los momentos de mi vida, a mi padre por ser mi motivación desde el cielo, a mi madre por ser mi guía y mi alegría cada día.

*A mis hermanos, **Harrison** y **Eva**, quienes son mi ejemplo de vida y siempre estuvieron detrás de este logro y muchos, por hacerme sentir siempre orgulloso de la familia que somos.*

Agradezco a mis amigos y las personas que formaron parte de este proyecto, quienes siempre me motivaron e incentivaron a cumplir este logro.

*Agradezco a mi asesor, Ing. **Berly Cárdenas**, quien siempre confió en mi desde el inicio en mi etapa universitaria hasta el fin de este proyecto, así mismo a mis docentes quienes compartieron sus conocimientos y habilidades.*

A Dios por todo lo brindado, por siempre estar en los momentos difíciles y escucharme en todo momento, por darme la familia que tengo y por darme la fuerza de salir adelante.

RESUMEN

El objetivo del presente estudio es evaluar los niveles de contaminación atmosférica por emisiones de gases (CO, NOx) generados por hornos de pollería ubicados en la Avenida Lima, distrito de Mariano Melgar, Arequipa 2021.

El estudio desarrollado es de tipo aplicada, con nivel de investigación descriptivo y con diseño no experimental, realizado a una población de 16 Pollerías y similares que ofrecen pollo a la brasa, ubicadas en la Avenida Lima y en la Plaza Umachiri en el distrito de Mariano Melgar, donde se determinó como muestra las Pollería el Pollo Leal, La Candela, El brasero. Ubicadas en la avenida Lima y en la Plaza Umachiri. La técnica utilizada fue el Protocolo de Monitoreo de Emisiones Atmosféricas (Resolución Ministerial N° 026-2000- ITINCI-DM) así mismo los Documentos y Planes de la Municipalidad Distrital de Mariano Melgar; el instrumento considerado es la Cadena de custodia AEMO con el propósito de verificar el monitoreo y los datos obtenidos de las pollerías como la cantidad de carbón utilizada, la cantidad de horas en funcionamiento del horno. Con los resultados obtenidos de las pollerías se presenta la aplicación del método de interpolación espacial de las concentraciones de contaminantes atmosféricos mediante el Software QGIS Documentation Versión 3.28. Se realizó una ponderación de la concentración de contaminantes obtenidas en las pollerías evaluadas con la cantidad de carbón que usan en las 16 pollerías ubicadas en la Av. Lima, De esta forma se generó un mapa de concentración de contaminantes en esta Avenida del Distrito de Mariano Melgar.

Se llega a concluir que la concentración de CO en la estación de monitoreo PO1 supera el Límite Máximo Permissible para este parámetro; para la concentración de NOx se encuentra por debajo del Límite Máximo Permissible para este parámetro.

Palabras claves: contaminación atmosférica, emisión de gases, hornos de pollería, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno.

ABSTRACT

The objective of this study is to evaluate the levels of atmospheric pollution due to gas emissions (CO, NO_x) generated by poultry ovens located on Avenida Lima, district of Mariano Melgar, Arequipa 2021.

The study developed is of a applied type, with a descriptive research level and non-experimental design, carried out on a population of 16 poultry shops and similar that offer grilled chicken, located on Lima Avenue and Umachiri Square in the district of Mariano Melgar, where it was determined as a sample the Polleria el Pollo Leal, La Candela, El brasero. Located on Avenida Lima and Plaza Umachiri. The technique used was the Protocol for Monitoring Atmospheric Emissions (Ministerial Resolution No. 026-2000- ITINCI-DM) as well as the Documents and Plans of the District Municipality of Mariano Melgar; the instrument considered is the AEMO Chain of Custody in order to verify the monitoring and the data obtained from the chicken shops such as the amount of coal used, the number of hours in operation of the oven. With the results obtained from the poultry plants, the application of the spatial interpolation method of air pollutant concentrations is presented using the QGIS Documentation Software Version 3.28. A weighting of the concentration of pollutants obtained in the poultry shops evaluated with the amount of coal used in the 16 poultry shops located on Lima Avenue was carried out, thus generating a map of pollutant concentration in this avenue in the Mariano Melgar District.

It was concluded that the concentration of CO at monitoring station PO1 exceeds the Maximum Permissible Limit for this parameter; the concentration of NO_x is below the Maximum Permissible Limit for this parameter.

Keywords: air pollution, gas emissions, poultry ovens, carbon monoxide, nitrogen oxides

ÍNDICE

RESUMEN	i
ABSTRACT.....	ii
ÍNDICE.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL.....	3
2. OBJETIVO	5
2.1. Objetivo General.....	5
2.2. Objetivos Específicos	5
3. JUSTIFICACIÓN	6
3.1. Justificación ambiental	6
3.2. Justificación social.....	6
3.3. Justificación económica.....	7
3.4. Justificación tecnológica.....	7
CAPÍTULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO.....	8
1. MARCO LEGAL	8
2. MARCO TEÓRICO.....	11
2.1. Composición química de la atmósfera.....	11
2.2. Contaminación del aire	11
2.3. Fuentes de contaminación atmosférica.....	12
2.3.1. Fuentes naturales	12
2.3.2. Fuentes artificiales.....	12
2.3.3. Fuentes fijas.....	12
2.3.4. Fuentes de área	13
2.4. Contaminación atmosférica en el rubro de pollería.....	13
2.5. Metodología de estimación de emisiones	13
2.6. Contaminantes del aire	14
2.7. Gases	17
2.7.1. Propiedades de los Gases.....	17

2.7.2. Comportamiento de los Gases	18
2.8. Esquema del Método de Análisis: Cadena Causal de la Contaminación	19
2.9. Impactos Ambientales	20
2.10. Combustión.....	21
2.11. Funcionamiento de los Hornos Tradicionales	22
2.11.1. Hornos tradicionales	22
2.11.2. Combustibles tradicionales.....	22
2.12. Índice de Calidad del Aire	23
2.12.1. Cálculo del Índice de Calidad del Aire (INCA)	23
2.13. Estándares de Calidad Ambiental para el Aire	26
2.14. Alternativas Eco-Tecnológicas.....	27
2.15. Modelación Atmosférica	28
3. ANTECEDENTES Y ESTADO DEL ARTE.....	30
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	37
1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	37
2. UBICACIÓN	37
3. DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO	39
4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOPIACIÓN DE DATOS	44
4.1. Técnicas	44
4.2. Instrumentos	44
5. METODOLOGÍA	47
5.1. Monitoreo de las emisiones de gases (CO, NOX) generados por los hornos de pollerías	47
5.2. Elaboración del mapa de concentraciones atmosféricas generadas por los hornos de las pollerías	49
5.3. Formulación de la propuesta de plan acción para mitigar las emisiones de gases (CO, NOX)	50
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	51
1. MONITOREO DE LAS EMISIONES DE GASES (CO, NO _x).....	51
1.1. Monitoreo de emisiones.....	51
1.2. Presentación de resultados	54
1.3. Comparación de resultados.....	61
2. MAPA DE CONCENTRACIONES ATMOSFÉRICAS GENERADAS POR LOS	

HORNOS DE POLLERIAS	69
2.1. Monóxido de Carbono (CO)	72
2.2. Óxidos de Nitrógeno (NOx)	72
2.3. Monóxido de Nitrógeno (NO)	73
2.4. Material Particulado (PM)	74
2.5. Material particulado y Monóxido de carbono.	76
2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	76
2.1. Monitoreo de emisiones de contaminantes atmosféricos	76
2.2. Mapa de concentraciones atmosféricas generadas por los hornos.....	81
2.3. Propuesta de plan acción para mitigar las emisiones de gases (CO, NOx)	81
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	89
CONCLUSIONES	89
RECOMENDACIONES	90
CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	92
ANEXOS	101
ANEXO N° 1. CADENA DE CUSTODIA AEMO	102
ANEXO N° 2. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL ANALIZADOR DE GASES ..	104
ANEXO N° 3. MAPA DE ESTACIONES DE MONITOREO	112
ANEXO N° 4. FICHA TÉCNICA DE HORNO SEMIECOLÓGICO	113
ANEXO N° 5. PROTOCOLO NACIONAL MONITOREO CALIDAD AMBIENTAL DS 010-2019	116
ANEXO N° 6. PROTOCOLO NACIONAL DE SISTEMAS DE MONITOREO CONTINUO DE EMISIONES	116
ANEXO N° 7. PLAN DE MITIGACIÓN AMBIENTAL	116

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Lista de Pollerías y similares de la Avenida Lima y Plaza Umachiri	40
Tabla 2 Características del Equipo TESTO 350-S.....	45
Tabla 3 Parámetros establecidos en Resolución Ministerial N° 026-2000- ITINCI-DM.....	48
Tabla 4 Estación de monitoreo PO1	51
Tabla 5 Resumen de Resultados de monitoreo en estación PO1, PO2 y PO3.	55
Tabla 6 Resultados de monitoreo en estación PO1, PO2 y PO3.....	56
Tabla 7 Conversión aplicada a resultados de monitoreo.....	58
Tabla 8 Resultados de monitoreo en estación PO1, PO2 y PO3 en ppm	60
Tabla 9 Resultados de Emisiones.....	70
Tabla 10 Actividades del proyecto con potencial de causar impactos ambientales	82
Tabla 11 Potenciales Impactos Ambientales por Componentes y Actividad	83
Tabla 12 Evaluación de los Potenciales Impactos	84
Tabla 13 Obligaciones y Compromisos Ambientales	86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Características de metodologías de estimación de emisiones</i>	14
Figura 2 <i>Esquema del método de análisis: Cadena causal de la contaminación</i>	19
Figura 3 <i>Valor del INCA para PM_{10}</i>	23
Figura 4 <i>Valor del INCA para SO_2</i>	24
Figura 5 <i>Valor del INCA para CO</i>	24
Figura 6 <i>Valor del INCA para H_2S</i>	24
Figura 7 <i>Valor del INCA para $PM_{2,5}$</i>	24
Figura 8 <i>Valor del INCA para O_3</i>	25
Figura 9 <i>Valor del INCA para NO_2</i>	25
Figura 10 <i>ECA's para aire</i>	26
Figura 11 <i>Ubicación de Av. Lima en el distrito de Mariano Melgar</i>	38
Figura 12 <i>Ubicación Pollerías en la Av. Lima en el distrito de Mariano Melgar</i>	39
Figura 13 <i>Pollería el Pollo Leal</i>	43
Figura 14 <i>Logo – Publicidad de la Pollería El Brasero</i>	43
Figura 15 <i>Logo de Restaurant Candela</i>	44
Figura 16 <i>Medición de la chimenea en estación de monitoreo POI</i>	52
Figura 17 <i>Monitoreo en estación de monitoreo POI</i>	53
Figura 18 <i>Horno ecológico adjunto a chimenea en estación de monitoreo POI</i>	53
Figura 19 <i>Concentración de CO</i>	61
Figura 20 <i>Concentración de NO_x</i>	62
Figura 21 <i>Concentración de Material particulado PM_{10}</i>	63
Figura 22 <i>Concentración de CO</i>	64
Figura 23 <i>Concentración de NO_x</i>	65
Figura 24 <i>Concentración de Material particulado PM_{10}</i>	66
Figura 25 <i>Concentración de CO</i>	67
Figura 26 <i>Concentración de NO_x</i>	68

Figura 27 <i>Concentración de Material particulado PM₁₀</i>	69
Figura 28 <i>Mapa de Concentración de Monóxido de Carbono por pollería en la Avenida Lima, distrito de Mariano Melgar</i>	72
Figura 29 <i>Mapa de Concentración de Óxidos de Nitrógeno por pollería en la Avenida Lima, distrito de Mariano Melgar</i>	73
Figura 30 <i>Mapa de Concentración de Monóxido de Nitrógeno por pollería en la Avenida Lima, distrito de Mariano Melgar</i>	74
Figura 31 <i>Mapa de Concentración de Material Particulado por pollería en la Avenida Lima, distrito de Mariano Melgar</i>	75
Figura 32 <i>Mapa de Concentración de material particulado y monóxido de carbono. por pollería en la Avenida Lima, distrito de Mariano Melgar.</i>	76



INTRODUCCIÓN

En el estudio realizado, el tema de investigación se refiere a la evaluación de emisiones de gases (CO, NO_x) generados por hornos de pollería para formular una propuesta de plan de mitigación, ubicados en la Avenida Lima, distrito de Mariano Melgar, Arequipa 2022, tomando muy en cuenta que el humo emanado por los hornos de pollería producto de la combustión de la grasa de los pollos con el carbón encendido, provocan una serie de partículas contaminantes que se concentran en el aire; como: CO, SO₂, NO_x, NO₂ e hidrocarburos aromáticos policíclicos (García, 2019).

La problemática atendida se trata sobre el deterioro en la calidad del aire en el distrito de Mariano Melgar y en la provincia de Arequipa revelando que las altas concentraciones de material particulado, óxidos de nitrógeno y monóxido de carbono son gases altamente contaminantes; por ello es considerado como un factor que ha producido el deterioro de la capa de ozono y el calentamiento global. Se resalta como principales fuentes de contaminación el aumento del parque automotor, la actividad industrial, el comercio, entre otros (Machaca, 2019)

El presente estudio es de tipo básica, porque se está indagando la concentración en la emisión de gases por las chimeneas de las pollerías. Las técnicas empleadas son: el monitoreo de emisiones, la observación y la recopilación documental: Documentos y Planes de la Municipalidad Distrital de Mariano Melgar; el instrumento considerado es la Cadena de custodia AEMO, también el uso del Software QGIS Documentation para el desarrollo de mapas e interpolaciones donde se pueda representar la concentración generada por la emisión de contaminantes atmosféricos.

El proyecto busca formular una propuesta gestión de las emisiones de gases (CO, NO_x) y PM10, generados por uso de carbón en los hornos de las pollerías, por lo cual se plasman acciones que pueden aplicarse con relativa sencillez, sin generar un gasto económico considerable a los dueños de estas.



CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL

La contaminación atmosférica generada por diversas actividades antropogénicas, están siendo consideradas de gran importancia a nivel global por sus impactos ambientales como a la salud y a la calidad del paisaje.

En lo referente al contexto nacional, se realizó un estudio de las ciudades más contaminadas del Perú—Arequipa, Trujillo, Cusco y Lima—el Programa Regional de Mejoramiento de la Calidad del Aire (Programa Regional de Aire Limpio), financiado por la Cooperación Suiza, encontró que el humo de los hornos de las pollerías, emanan combustión de grasa, la quema de carbón vegetal es uno de los principales contribuyentes a la contaminación del aire. Los estudios realizados sobre 32 de estos compuestos encontraron que al menos 15 se clasificaron como carcinógenos.

En nuestro país las actividades socioeconómicas son generadoras de emisiones gaseosas, estas se encuentran reguladas por un marco legal que establece el cumplimiento de LMP. Esta norma proporciona los criterios de calidad exigidos para las fuentes puntuales de emisión de contaminantes atmosféricos, con la finalidad de prevenir riesgos a la salud y el ambiente. Actualmente, los sectores regulados son: cerveza, cemento, curtiembre, papel y pesquería (Ministerio de la Producción); minero-metalúrgica, hidrocarburos (Ministerio de Energía y Minas); así como las emisiones del parque automotor (Ministerio de Transportes y Comunicaciones) (MINAM,2015).

El crecimiento económico que tiene el país en los últimos años demanda un mayor uso de energía, recursos y servicios por parte de la población e industrias, significando la liberación de contaminantes atmosféricos y gases que alteran la calidad del aire afectando la salud de la

población expuesta, produce daños en el ambiente (flora, fauna y ecosistemas) y el deterioro de bienes como los edificios, monumentos y otras estructuras (MINAM, 2019).

Existiendo diversos rubros que no vienen siendo estudiados o tomados en cuenta como es el rubro de las pollerías el cual actualmente no está siendo tomado con la importancia debida, siendo esta una gran fuente de gases. Diversos estudios demuestran que la combustión del carbón u otros combustibles fósiles utilizados en los hornos, generan una gran cantidad de contaminantes los cuales son direccionados a la atmósfera mediante sus chimeneas (Spedding, 2017).

Mientras tanto, el Ministerio de Agricultura y Ganadería de Perú reveló que la demanda de papa diaria ha aumentado a más de 2,9 toneladas métricas, o T. (Midagri). Juan Miguel Quevedo, técnico del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (Midagri), explicó que existen tres tamaños de granjas avícolas: pequeñas, medianas y grandes. El consumo diario de fincas pequeñas es de aproximadamente 50 kilogramos, fincas medianas 80 kilogramos y fincas grandes más de 100 kilogramos. (ANDINA, 2021).

En Arequipa, este rubro está presentando un crecimiento en los últimos años, esto se debe al aumento de consumidores, también a la fácil implementación de este negocio y la gran demanda de estos productos siendo este uno de los principales platos consumidos por peruanos y extranjeros en el Perú. El INEI (Instituto Nacional de estadística e informática) informa que en el Perú se viene registrando un crecimiento del 7.3% de este rubro.

La calidad del aire de Arequipa ha empeorado durante los últimos cinco años. Un estudio realizado por la División de Salud Ambiental encontró que las concentraciones de partículas son más altas que las permitidas por los estándares de calidad del aire (ECA). Se presentaron los resultados del monitoreo y mostraron que el PM₁₀ contiene más monóxido de carbono y otros gases nocivos que las áreas de control de emisiones atmosféricas (ECA). La investigación

se desarrolló a lo largo de seis meses y evaluó los desplazamientos ocurridos entre 2014 y 2018. Se señala como principales causas de contaminación el crecimiento del parque automotor, la producción industrial y la actividad comercial (Machaca, 2019).

El nivel de contaminación del aire es moderado, el ICA es de 53 y el contaminante principal es el $PM_{2.5}$ con una concentración de $13.1\mu g/m^3$ (IQAir, 2021).

Actualmente en la ciudad de Arequipa solo se vienen realizando evaluaciones de la calidad del aire, pero no sobre fuentes de contaminación y mucho menos modelamientos en las que se demuestren como es el comportamiento de los gases emitidos por las pollerías.

En el distrito de Mariano Melgar, se ha identificado un aproximado de 50 pollerías, de las cuales la mayoría utilizan combustibles fósiles como son el carbón y la leña, generando una gran cantidad de contaminantes atmosféricos.

2. OBJETIVO

2.1. Objetivo General

Evaluar las emisiones de gases (CO , NO_x) generados por hornos de pollería para formular una propuesta de plan de mitigación, ubicados en la Avenida Lima, distrito de Mariano Melgar, Arequipa 2022.

2.2. Objetivos Específicos

- Realizar el monitoreo de las emisiones de gases (CO , NO_x) generados por los hornos de pollerías en la Avenida Lima, Distrito de Mariano Melgar.
- Elaborar un mapa de concentraciones atmosféricas generadas por los hornos de las pollerías en la Avenida Lima, Distrito de Mariano Melgar.
- Formular una propuesta de plan acción para mitigar las emisiones de gases (CO , NO_x) generados por los hornos de pollerías en la Avenida Lima, Distrito de Mariano Melgar.

3. JUSTIFICACIÓN

3.1. Justificación ambiental

La presente investigación se enfoca en el estudio de la contaminación atmosférica en la ciudad de Arequipa, derivado de las pollerías que emplean carbón como combustible; los gases resultantes de esta actividad económica generan daños medioambientales, pues dichas emisiones conllevan a la producción de gases tóxicos y elevados niveles de PM_{10} y $PM_{2.5}$ en la atmosfera, desencadenando así en la acidificación y eutrofización de ecosistemas, la intensificación de afecciones metabólicas en flora y fauna, la limitación del crecimiento vegetal, la destrucción del ozono estratosférico, y la aparición de la conocida niebla fotoquímica (smog); además que al estar en contacto con el agua fomenta la corrosión de materiales en edificios y estructuras, y acrecienta el efecto invernadero cuando reacciona con los compuestos orgánicos volátiles (COV), elevando las probabilidades la ocurrencia de lluvia ácida.

En tal escenario, este trabajo permite mostrar propuestas con un buen nivel de eficacia como: programar monitoreos de la calidad del aire con una frecuencia mensual para la evaluación de comportamiento y la dispersión de los contaminantes atmosféricos y la búsqueda de alternativas eco-tecnológicas, con las cuales se pueda mitigar generación de estos gases (CO y NO_x) generados por la combustión de carbón en el distrito de Mariano Melgar. Además, se plantea realizar charlas de concientización a la población y a los empresarios.

3.2. Justificación social

El presente estudio se orienta en formular un tratamiento a mediano y largo plazo con la finalidad de mitigar las emisiones de contaminantes atmosféricos, particularmente los gases como CO y NO_x provenientes de las pollerías y los gases de efecto invernadero (GEI), producto de las actividades antropogénicas habituales e industriales. Este trabajo pretende brindar una herramienta de gestión ambiental que desafíe dicha problemática y se pueda mejorar la salud de la población, ya que estudios afirman que tales emisiones son

perjudiciales para los principales sistemas de órganos del cuerpo al ser de naturaleza carcinogénica y conlleven a accidentes cerebro-vasculares y enfermedades crónicas; sobre todo a los grupos más vulnerables como adultos mayores y niños, los cuales están expuestos a contraer enfermedades respiratorias como asma y bronquitis, experimentar irritación ocular, o desencadenar en enfermedades cardiovasculares; además que al reducir las emisiones, los daños ecológicos no se reflejarán en la calidad de vida, y se reducirá la intensidad de los impactos colaterales del efecto invernadero.

3.3. Justificación económica

La presente investigación examina las repercusiones económicas en los empresarios sobre el empleo de hornos tradicionales en las pollerías y las repercusiones en su salud al no adoptar medidas que controlen las emisiones de gases contaminantes; frente a la adopción de tecnología ecoamigable referida a hornos utilizados en pollerías. Este trabajo permite demostrar la viabilidad económica de la tecnología responsable con el medioambiente. Asimismo, impulsar y concientizar a los empresarios sobre la necesidad de invertir en monitoreos ambientales de la calidad del aire periódicos con asistencia de las entidades municipales. De ese modo se mejoraría su calidad de vida y por ende no tendrían que realizar gastos en caso tengan que contrarrestar los daños a la salud causados por el constante contacto con contaminantes atmosféricos.

3.4. Justificación tecnológica

En el presente estudio, se expone la realidad de nuestro país, y en el contexto regional de la ciudad de Arequipa, relativo a la falta la conciencia ambiental y al compromiso por parte del empresariado en la adopción de tecnologías eco amigables y eco sostenibles para reducir los niveles de contaminación atmosférica provocados por el desarrollo de sus comercios. Este trabajo exhibe las ventajas sobre el conjunto de técnicas en las pollerías y restaurantes similares que han adoptado tecnologías de producción limpia.

CAPÍTULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO

1. MARCO LEGAL

Se está jerarquizando el marco legal relacionado al tema de investigación según el orden cronológico de promulgación de la normativa.

- **Decreto Supremo N° 010-2019-MINAM. – Aprueban el Protocolo de Monitoreo de la Calidad del Aire**

“En su Artículo 1, se aprueba el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire Apruébese el Protocolo Nacional de Monitoreo de Calidad Ambiental del Aire, el mismo que, en calidad de Anexo, forma parte integrante del presente Decreto Supremo”.

- **Decreto supremo N° 003-2017- MINAM. – Aprueban Estándares de Calidad de Aire y establecen Disposiciones Complementarias.**

En su Artículo 1 se aprueban los Estándares de Calidad Ambiental para Aire: “Apruébese los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire, que como Anexo forman parte integrante del presente Decreto Supremo.”

En su Artículo 2 indica que los Estándares de Calidad Ambiental para Aire como referente obligatorio, específicamente en los puntos: “2.1. Los ECA de Aire de los propietarios de las instalaciones y los servicios de producción, extracción y prestación son responsables de desarrollar e implementar los instrumentos de gestión ambiental y 2.2. Los ECA para Aire, Aire sirve como referencia obligatoria, para aquellos parámetros que definen las emisiones de las actividades de producción, extracción y servicios”.

- **Resolución Ministerial N° 181-2016- MINAM. – Índice de Calidad del Aire –INCA y crear el Sistema de Información de Calidad del Aire – INFO AIRE PERÚ**

“Establece conforme a su artículo 1 el Índice de Calidad del Aire, así como la creación del

Sistema de Información de Calidad del Aire – INFO AIRE PERÚ, como parte del Sistema Nacional de Información Ambiental”.

- **Decreto Supremo N° 023-2021-MINAM. – Aprueban la Política Nacional del Ambiente al 2030.**

Objetivo prioritario 8: Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) del país. Este objetivo responde a la causa directa “Aumento de procesos productivos de bienes y servicios no ecoeficientes ni sostenibles”. A través de este objetivo, se busca promover tecnologías y acciones que contribuyan a disminuir la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI) hacia la atmósfera, a fin de cumplir con los compromisos internacionales del Perú en la materia.

El indicador que explica la necesidad de este Objetivo es que las emisiones de GEI para nuestro país se sitúan alrededor de 170 000 GgCO₂e con una tendencia al incremento. El año de mayores emisiones fue el 2010 con cerca de 200 000 GgCO₂e.

- **Guías Generales sobre Medio Ambiente, Salud y Seguridad: Guías sobre emisiones en pequeñas instalaciones de combustión de la Corporación Financiera Internacional (IFC, por sus siglas en inglés) perteneciente al Grupo del Banco Mundial (2007).**
- **Ley N° 28611-2005-MINAM. – Ley General del Ambiente**

“El objeto de la presente Ley se expresa en el artículo 1, la cual organiza el marco legislativo peruano para la gestión ambiental. Este documento establece los principios y normas fundamentales necesarios para asegurar el pleno y efectivo ejercicio del derecho a un medio ambiente sano, equilibrado y apropiado para el desarrollo humano, así como el cumplimiento del deber de contribuir a la gestión ambiental eficaz y de proteger los medios ambientes y todos sus componentes para mejorar la calidad de vida de las personas”.

“En su Artículo 13, menciona el concepto. de la gestión ambiental, de forma detallada en el punto 13.1 Una mejor calidad de vida y el desarrollo integral de la población, así como la expansión de las actividades económicas, son posibles gracias a una gestión ambiental eficaz. Esta gestión es un proceso interminable compuesto por un conjunto de principios rectores, normas técnicas, procedimientos y acciones que están encaminadas a lograr este objetivo”.

“En su Artículo 31 sobre el Estándar de Calidad Ambiental, con exactitud en el punto 31.1 El Estándar de Calidad Ambiental - ECA es la medida que establece la concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos existentes en el aire, el agua o el suelo en su condición de cuerpo receptor, y que no representan un riesgo significativo para la salud humana o el medio ambiente. ambiente. Se pueden usar valores máximos, mínimos o de rango para expresar la concentración o el grado, según la métrica específica que se discuta”.

- **DVD N°24-2005 CONAM/CD Plan a Limpiar el Aire de Arequipa- 2005**

“Se elaboró la Guía de buenas prácticas Ambientales para las pollerías. Donde Propone el uso de Hornos de bajas emisiones y se otorgara certificaciones de pollerías saludables”.

- **Resolución Directoral N° 1424-2005-DIGESA-SA, Protocolo de Monitoreo de Calidad del Aire y Gestión de los datos**

“Tiene como objetivo la vigilancia de calidad ambiental mediante la aplicación de estrategias nacionales con fines de protección a la salud y del entorno natural. Este protocolo se basa en la determinación de concentraciones de contaminantes y sus impactos negativos, el cumplimiento de los 11 ECAs del aire, la aplicación del reglamento de los niveles de estados de alerta y validar los inventarios de emisiones y modelos de dispersión de los contaminantes” (DIGESA, 2005)

- **Norma de concentraciones de emisión al aire desde fuentes fijas de combustión – Ecuador (2012)**

Los objetivos principales de la regulación actual son proteger la salud pública, la calidad ambiental, la salud del ecosistema y el medio ambiente natural. Para lograr este objetivo, la norma establece límites de concentración permisibles para la contaminación del aire causada por actividades de combustión en fuentes estacionarias como centrales eléctricas, calderas, turbinas, motores de combustión interna, crematorios, incineradores de desechos médicos y funerarias, así como ciertos procesos industriales como fundición y siderurgia. También se establecen alternativas de gestión para facilitar la consecución de los objetivos de calidad del aire especificados en la norma correspondiente.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Composición química de la atmósfera

Los gases constantes y más abundantes en atmósfera son: el nitrógeno (78,1%), el oxígeno (20,95) y el argón (0,9%). Los gases variables son los que cambian en mayor proporción son; vapor de agua y el CO₂. Otros gases como óxido nitroso, el metano y el ozono, se encuentran en mucho menor proporción. Estos gases permanecen en la atmósfera porque son atraído por la gravedad de la Tierra (Echeverri, 2019).

2.2. Contaminación del aire

La acumulación de uno o más contaminantes en la atmósfera como: polvo, humos, gases, olores, neblinas o vapores; en cantidades considerables y con periodos de duración relativamente moderados o altos; pueden causar daño a la salud humana originando el desarrollo de ciertas enfermedades como: problemas pulmonares, bronquitis química, enfisema pulmonar, alergias, cáncer pulmonar, problemas neurológicos, gripe y entre otros

padecimientos; daños a los bienes, daño a la flora y fauna endémica de la zona afectada; daño al ambiente en general; también se contempla desde un enfoque económico como impactos negativos a: los daños producidos en las cosechas y/o a la propiedad (Arellano, 2018).

2.3. Fuentes de contaminación atmosférica

2.3.1. Fuentes naturales

“Que incluye erupciones volcánicas, polvo levantado por el viento, depósitos de sal marina y emisiones vegetales de compuestos orgánicos volátiles, pero excluye cualquier intervención humana”. (MINAM, 2021).

2.3.2. Fuentes artificiales

“Dentro de las fuentes artificiales se reconoce a la quema de combustibles fósiles en la generación de electricidad, transporte, industria y hogares; Procesos industriales y uso de solventes (industrias químicas y mineras); agricultura; en el tratamiento de desechos; entre otros” (MINAM, 2021).

2.3.3. Fuentes fijas

Son aquellas fuentes que provienen de un área en particular y son causadas por la actividad antropogénica o intervención de ser humano en un ambiente, siendo estas las que generan quemadas abiertas controladas en áreas rurales, industrias, centros urbanos y verederos; así como descargas de humos, gases, vapores, polvos o partículas (CICAM, 2023).

Se pueden distinguir 2 tipos de fuentes fijas de emisión de contaminantes atmosféricos, las fuentes fijas puntuales y las fuentes fijas dispersas; en el caso de la primera esta se caracteriza por la generación de contaminantes en un punto específico como ductos o chimeneas (hornos de fundición), por otro lado, las fuentes dispersas emiten contaminantes,

pero a lo largo de un área, siendo por ejemplo un centro de acopio (Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá, 2023).

2.3.4. Fuentes de área

Corresponden a todas aquellas fuentes, que, por su naturaleza, son de carácter es difuso, donde las emisiones de gases y material particulado pueden ser relativamente bajas, pero al agruparse con otras emisiones provocan daños ambientales (Jorquera, 2015).

2.4. Contaminación atmosférica en el rubro de pollería

El rubro de la venta de comidas rápidas ha ido creciendo por la presencia de una mayor cantidad de consumidores. En el caso de las pollerías el instituto Nacional de estadística e informática registro un crecimiento en un 7.3% en el año 2018. Así que se proyecta a un mayor crecimiento en estos años (McDonald et al., 2003).

En el rubro de pollerías por la combustión de las grasas con el carbón encendido se genera una gran cantidad de humos los cuales contienen partículas contaminantes como monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos aromáticos policíclicos los cuales algunos son cancerígenos. Estos gases son direccionados hacia la atmósfera por medio de chimeneas. (RPP Noticias, 2012).

2.5. Metodología de estimación de emisiones

Se aplican dos metodologías para estimar las emisiones atmosféricas, las cuales son: enfoque desde arriba (top-down) y el enfoque desde abajo (bottom-up). Para la primera se realiza la estimación basándose en datos nacionales o regionales, tomando en cuenta datos específicos como: densidad poblacional, datos demográficos en general, tasa de empleo, volúmenes de venta según categoría de producto o servicio, etc. Por el contrario, en la segunda

para estimar las emisiones atmosféricas se hacen para cada fuente y los resultados se suman para obtener la emisión en toda el área geográfica (Jorquera, 2015).

En la Figura 1 se presenta las características de cada enfoque.

Figura 1

Características de metodologías de estimación de emisiones

Enfoque desde arriba	Enfoque desde abajo
Se usan para fuentes de área. Se necesitan recursos relativamente bajos para agregar todo un tipo de fuentes en una zona dada	Se usan normalmente solo para fuentes puntuales, aunque cuando hay recursos suficientes y la emisión es relevante (caso del sector transporte), entonces se justifica dedicar recursos a estimar esa emisión a partir de datos detallados del tráfico en la zona
Se emplean cuando no hay datos locales y es costoso recopilarlos, o bien el uso final no justifica mucho detalle espacial	Se necesitan más recursos para recopilar información local sobre niveles de actividad, tipos de fuentes de emisión y sus factores de emisión representativos
Se utilizan factores de emisión promedio o totales nacionales de emisiones (ya compilados) para estimar emisiones en una zona, escalando por población total, población empleada, etc.	Los resultados son más precisos debido a que son recolectados para cada fuente individual, sin hacer un proceso de extrapolación espacial.
Un problema potencial es la pérdida de precisión en la estimación debido al proceso de extrapolación	Un problema potencial es que dejen de considerarse algunas fuentes en la recopilación, ya que no se consiguen todos los datos locales específicos (caso de actividades informales como venta de leña)

Fuente: (Jorquera, 2015)

2.6. Contaminantes del aire

A. Hidrocarburos aromáticos policíclicos

“Los HAP naturales se producen mediante el proceso de pirólisis de materiales orgánicos y se encuentran en muchos tipos diferentes de materias primas. En estudios con animales, se demostró que varios hidrocarburos policíclicos aromáticos son cancerígenos. Hasta ahora se han estudiado treinta y tres compuestos, y la evidencia sugiere que quince de ellos, incluidos

el benzo (a) pireno y el benzo (a) antraceno, pueden causar cáncer o mutaciones genéticas en humanos” (Majumdar et al., 2013).

B. COVs

“Los compuestos orgánicos químicos a base de carbono que se evaporan a temperatura ambiente y presión atmosférica pueden actuar como precursores del ozono en la atmósfera; estos compuestos se conocen como volátiles. Son inflamables, venenosas y un vapor, y se disuelven en grasa. Ciertos compuestos, como el tetracloruro de carbono, pueden afectar la degradación de la capa de ozono” (Kabir et al., 2010).

C. PM_{2.5} y PM₁₀

La materia particulada o PM, consiste en partículas suspendidas en el aire con un diámetro de 2,5 a 10 micrómetros o menos. Eso es menos que el diámetro de un cabello humano. Las PM₁₀ suelen estar relacionadas con componentes y orígenes naturales, mientras que las PM_{2.5} están más directamente relacionadas con la actividad humana, como la emisión de gases contaminantes. Esta contaminación se compone de muchas cosas diferentes, como ácidos (incluidos nitratos y sulfatos), amoníaco, cloruro de sodio, subproductos químicos orgánicos, partículas de polvo y alérgenos y agua. (Lizárraga-Isla et al., 2019).

D. Monóxido de carbono (CO)

“La combustión incompleta produce este gas incoloro e inodoro, que luego se escapa de los automóviles y camiones. Se sabe que las concentraciones más altas existen en áreas urbanas y rurales de alto tráfico durante los meses de invierno. Es muy peligroso ya que puede unirse a la hemoglobina y desencadenar asfixia química, lo que lleva a niveles bajos de oxígeno en la sangre y daño potencial a los órganos.” (Arellano, 2018).

E. Dióxido de carbono (CO₂)

“La atmósfera contiene una pequeña cantidad de dióxido de carbono (CO₂), a veces conocido como gas de dióxido de carbono o dióxido de carbono anhidro (ppms). El dióxido de carbono se produce principalmente por la combustión de combustibles fósiles y otra materia orgánica, así como por la respiración aeróbica de los animales. Los fenómenos naturales, como los volcanes, también contribuyen al aumento de la concentración de CO₂, pero en mucha menor medida” (Soler Palau, 2017)

F. Dióxido de Azufre (SO₂)

“La transformación atmosférica de este gas con olor a azufre en ácido sulfúrico es la principal causa de la lluvia ácida. Es causado por la combustión de combustibles fósiles como la gasolina y el diésel en industrias como el transporte, la fundición y la refinación de metales” (MINAM, 2021).

G. Dióxido de Nitrógeno (NO₂)

“Es un gas tóxico e irritante que se produce cuando se queman combustibles fósiles a altas temperaturas en vehículos, centrales eléctricas y erupciones volcánicas; también es un precursor del ozono y la lluvia ácida”. (MINAM, 2021).

H. Ozono (O₃)

“Es un gas que provoca comezón en los ojos y el sistema respiratorio y reduce los niveles de energía. La reacción de la luz con los gases de efecto invernadero como el óxido nitroso y los hidrofluorocarbonos aumenta el calentamiento global y tiene efectos directos en las plantas” (MINAM, 2021).

I. Óxidos de Nitrógeno (NO_x)

El término NO_x es la abreviatura de la mezcla de gases altamente reactivos de óxido de nitrógeno (NO), dióxido de nitrógeno (NO₂) y óxido nitroso (NO₃) (N₂O). Muchos óxidos de nitrógeno no tienen color ni olor discernibles. Sin embargo, el dióxido de nitrógeno (NO₂) es la forma más dañina de óxidos de nitrógeno. Debido a las altas temperaturas involucradas, se forma como un subproducto de todos los procesos de combustión. Por otro lado, es crucial resaltar los efectos negativos para la salud que tienen estas emisiones de gases. Estos no sólo contribuyen a la contaminación atmosférica, destruyendo la capa de ozono y generando un mayor efecto invernadero, sino que también afecta la función pulmonar de los seres vivos (Scientific Committees, 2022).

2.7. Gases

2.7.1. Propiedades de los Gases

El volumen ocupado por un gas es proporcional al producto de su masa molecular, presión y temperatura, estando estas propiedades relacionadas entre sí. (Echeverri, 2019).

A. Presión

Es la fuerza ejercida sobre un cuerpo por unidad de área. La unidad en el Sistema Internacional de unidades (SI), es el Pascal (Pa) (Echeverri, 2019).

Su fórmula es:

$$P = \frac{F}{A} = \frac{\text{Fuerza (Newtons)}}{\text{Área (m}^2\text{)}}$$

B. Temperatura

La temperatura de una sustancia, que puede ser cualquiera de sus tres posibles estados de agregación (sólido, líquido o gas), es una medida de la energía cinética de sus moléculas. Se aplica la escala Celsius ($^{\circ}\text{C}$) (Echeverri, 2019).

2.7.2. Comportamiento de los Gases

Las liberaciones de estos gases tienden a acumularse o mezclarse con otros, haciéndolos más perjudiciales para el ambiente. Las acumulaciones de estos gases a diversos factores como la luz ultravioleta, pueden generar diferentes consecuencias como creación del smog fotoquímico o la lluvia ácida, también la formación de agujeros de la capa de ozono, o la creación de islas de calor en las ciudades, etc.

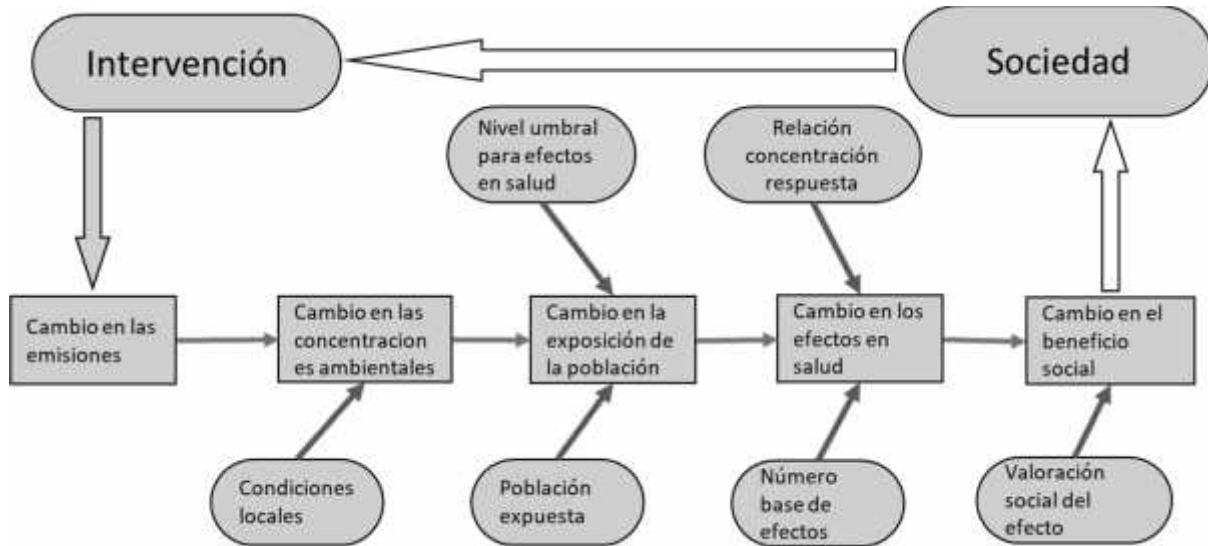
A. Dioxinas y Furanos

Dioxinas y furanos, o simplemente dioxinas, son nombres comunes para dos clases de sustancias organocloradas. Este es el nombre común para los compuestos químicos conocidos como PCDD/PCDF o PCDD/F (dibenzo-p-dioxinas policloradas/dibenzofuranos diclorados). Los éteres policíclicos aromáticos se crean cuando dos anillos de ácido benzoico se unen por uno o dos átomos de oxígeno. Estas clases están formadas por 210 compuestos cuya composición varía según el número de átomos de cloro que contengan. Siendo a la vez contaminantes ambientales altamente tóxicos y tenaces. También son bioacumulativos. La mayor parte proviene de la actividad humana, incluidos los procesos de combustión a gran escala como los que se encuentran en los incineradores y las centrales eléctricas. Las fuentes de menor escala incluyen fábricas individuales, automóviles y hogares.

2.8. Esquema del Método de Análisis: Cadena Causal de la Contaminación

Figura 2

Esquema del método de análisis: Cadena causal de la contaminación



Fuente: (Jorquera, 2015)

En el bosquejo descrito en la Figura 2, se distingue que el problema de la mala calidad del aire puede ser en una zona urbana, industrial o rural. En el caso de esta investigación se refiere a zona urbana. El incremento excesivo de las emisiones de contaminantes provoca mayores concentraciones en la atmósfera, a su vez ocasiona varios efectos negativos al receptor (población, ecosistemas, patrimonio y paisaje).

Se clasifican en los siguientes efectos:

- Efectos en la salud de la población;
- Alteración en los ecosistemas y en la agricultura;
- Daños materiales y en el patrimonio cultural;
- Resultados estéticos (pérdida de visibilidad y deterioro del paisaje) (Jorquera, 2015).

De acuerdo al esquema, la única solución posible que puede mejorar la calidad del aire es:

reduciendo las cantidades de contaminantes liberados a la atmósfera, implementando tecnologías más limpias para la reducción de emisiones, ejecutando con mayor frecuencia monitoreos ambientales para realizar seguimientos eficaces, otorgando recursos y asignando responsabilidad a entidades pertinentes que actúen como fiscalizadores expeditos, fortalecimiento de la normativa ambiental y logrando aplicar óptimas estrategias de educación ambiental para la población y el empresariado (Jorquera, 2015).

2.9. Impactos Ambientales

A. Daños a la salud

Los principales riesgos a la salud asociados a los contaminantes emitidos por las pollerías son:

- Efectos negativos sobre la salud humana y los ecosistemas naturales debido a la toxicidad, los efectos cancerígenos y otros efectos secundarios psicológicos. Varios de estos efectos son causados principalmente por la inhalación, incluidos dolor de cabeza, dificultad para respirar, náuseas, fatiga, etc.

- Efectos negativos sobre el medio ambiente, como materiales imperfectos, olores desagradables, etc. (Cuero, 2020).

La combustión de carbono libera contaminantes que pueden dañar los sistemas corporales vitales y provocar una amplia gama de enfermedades, incluidas las enfermedades cardiovasculares, el cáncer, los accidentes cerebrovasculares y las enfermedades respiratorias crónicas.

B. Impacto Flora y Fauna

Las generaciones de gases pueden afectar los ecosistemas aledaños de forma en que produce estrés en especies tanto flora y fauna, causando la migración de especies de flora.

La emisión de gases afecta y acelera el cambio climático, acelerando la extinción de

plantas y animales. Los cambios en los hábitats de animales y plantas están ocurriendo a un ritmo irreversible debido al aumento de las temperaturas y la desertificación.

Efectos sobre los ecosistemas naturales; causa interferencia con la fotosíntesis, el crecimiento y el metabolismo; hace que los árboles sean más vulnerables al frío, el calor, la sequía y otras tensiones; etc. Todos estos efectos también son causados por sustancias derivadas de COV. (Cuero, 2020).

C. Afectación en la calidad de aire

En las principales ciudades de los países se han ido viendo una disminución en su calidad de aire, evidenciando problemas como el smog fotosintético, el cual trae problemas para la salud. La emisión de Carbono tiene efectos en la calidad del aire, así como también sobre el clima, ya que contribuye a la formación de gases de efecto invernadero.

D. Efecto invernadero

Un fenómeno conocido como "efecto de inversión" ocurre cuando ciertos gases en la atmósfera absorben parte del calor que irradia el suelo después de ser calentado por los rayos del sol. Los gases con efecto refrigerante son los muchos gases en la atmósfera que se originan de la combustión de combustibles fósiles. El dióxido de carbono (CO₂), el óxido de nitrógeno (NO_x) y el metano (CH₄) son tres de los más comunes.

2.10. Combustión

Cuando se queman combustibles fósiles, liberan un cóctel tóxico de sustancias químicas a la atmósfera que contribuyen significativamente al calentamiento global. Si bien es bien sabido que la combustión de carbono contribuye a la generación de smog al liberar óxidos de nitrógeno que reaccionan con compuestos orgánicos volátiles en presencia de la luz solar, es menos conocido que este proceso también libera dioxinas del aluminio y otras sustancias. conocido como nocivo para la salud humana. (Lockwood et al., 2009).

2.11. Funcionamiento de los Hornos Tradicionales

2.11.1. Hornos tradicionales

Desde los inicios de la humanidad se han ido desarrollando nuevos tipos de hornos o instrumentos donde se puede producir la cocción de alimentos. También se fueron implementado no solo para el rubro de la cocina, sino también para la generación de calor. Teniendo en común la generación de gases procedentes de la combustión de tanto la materia que se usa como combustibles. En algunos hornos se distingue la presencia de una chimenea, la cual se encarga de llevar el humo y los gases generados hacia partes altas donde no afecte a las personas que utilizan estos hornos.

2.11.2. Combustibles tradicionales

A. Carbón

Este combustible sólido, poroso y con alto contenido de carbono es ideal para la combustión a alta temperatura. Es un subproducto de la combustión incompleta de la madera, pero aún contiene todos los materiales inflamables que pueden volver a quemarse. La ausencia de aire durante este proceso da como resultado la carbonización. Tiene una densidad calórica entre 2.000 y 7.000 kcal/kg. La combustión del carbono libera dióxido de azufre y óxido de nitrógeno, que, respectivamente, se combinan con el vapor de agua para producir lluvia ácida. (Kabir et al., 2010).

B. Leña

Se llama leña a la madera utilizada para generar fuego en estufas, hornos, cocinas, etc. Es una de las formas más simple de biomasa usada mayormente para calefacción y cocinar. Casi siempre extraída de los árboles, en otras ocasiones pueden ser residuos agrícolas. Las cenizas son los desechos sólidos de su combustión, además de producir gases como dióxido de carbono, vapor de agua, entre otros. (Calderón, 2018)

2.12. Índice de Calidad del Aire

Una puntuación perfecta en el Índice de calidad del aire (INCA) sería 100, lo que significaría que se cumplieron todos los Estándares de calidad del aire. El sistema de clasificación INCA tiene cuatro niveles distintos. La banda verde abarca valores entre 0 y 50, lo que indica que la calidad del aire es buena; la banda amarilla abarca valores entre 51 y 100, lo que indica que la calidad del aire es moderada; la banda naranja abarca valores entre 101 y el VUEC para cada contaminante, lo que indica que la calidad del aire es mala; y finalmente, el color rojo abarca valores entre 201 y el VUEC para cada contaminante, lo que indica que la calidad del aire es extremadamente mala. (MINAM, 2016).

2.12.1. Cálculo del Índice de Calidad del Aire (INCA)

Los valores del Índice de Calidad del Aire (INCA) se determinaron utilizando los Estándares Ambientales de Calidad del Aire (EAQS) como punto de referencia, y el Rango de Aplicabilidad de los Niveles de Advertencia como el límite final. Sobre la base de los datos recopilados en áreas de alta prioridad, se desarrollará la Evaluación Nacional Integrada de la Calidad del Aire (MINAM, 2016).

Se muestran las siguientes figuras de acuerdo al tipo de contaminante:

Figura 3

Valor del INCA para PM_{10}

Material Particulado (PE_{10}) Promedio 24 horas		
Intervalo del INCA	Intervalo de Concentraciones (ug/m^3)	Ecuación
0 – 50	0 – 75	$I (PM_{10}) = [PM_{10}] \times 100/150$
51 – 100	76 – 150	
101 – 167	151 – 250	
> 167	> 250	

Fuente: (MINAM, 2016)

Figura 4

Valor del INCA para SO_2

Material Particulado (SO_2) Promedio 24 horas		
Intervalo del INCA	Intervalo de Concentraciones (ug/m^3)	Ecuación
0 – 50	0 – 10	$I(SO_2) = [SO_2] \times 100/20$
51 – 100	11 – 20	
101 – 625	21 – 500	
> 625	> 500	

Fuente: (MINAM, 2016)

Figura 5

Valor del INCA para CO

Material Particulado (CO) Promedio 8 horas		
Intervalo del INCA	Intervalo de Concentraciones (ug/m^3)	Ecuación
0 – 50	0 – 5049	$I(CO) = [CO] \times 100/10000$
51 – 100	5050 – 10049	
101 – 150	10050 – 15049	
> 150	> 15050	

Fuente: (MINAM, 2016)

Figura 6

Valor del INCA para H_2S

Material Particulado (H_2S) Promedio 24 horas		
Intervalo del INCA	Intervalo de Concentraciones (ug/m^3)	Ecuación
0 – 50	0 – 75	$I(H_2S) = [H_2S] \times 100/150$
51 – 100	76 – 150	
101 – 1000	151 – 1500	
> 1000	> 1500	

Fuente: (MINAM, 2016)

Figura 7

Valor del INCA para $PM_{2.5}$

Material Particulado ($PM_{2.5}$) Promedio 24 horas		
Intervalo del INCA	Intervalo de Concentraciones ($\mu g/m^3$)	Ecuación
0 – 50	0 – 12.5	$I(PM_{2.5}) = [PM_{2.5}] \times 100/25$
51 – 100	12.5 – 25	
101 – 500	25.1 – 125	
> 500	> 125	

Fuente: (MINAM, 2016)

Figura 8

Valor del INCA para O_3

Material Particulado (O_3) Promedio 8 horas		
Intervalo del INCA	Intervalo de Concentraciones ($\mu g/m^3$)	Ecuación
0 – 50	0 – 60	$I(O_3) = c[O_3] \times 100/120$
51 – 100	61 – 120	
101 – 175	121 – 210	
> 175	> 210	

Fuente: (MINAM, 2016)

Figura 9

Valor del INCA para NO_2

Material Particulado (NO_2) Promedio 1 horas		
Intervalo del INCA	Intervalo de Concentraciones ($\mu g/m^3$)	Ecuación
0 – 50	0 – 100	$I(NO_2) = [NO_2] \times 100/200$
51 – 100	101 – 200	
101 – 150	201 – 300	
> 150	> 300	

Fuente: (MINAM, 2016)

2.13. Estándares de Calidad Ambiental para el Aire

En el Anexo del Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM, se especifica los parámetros, el periodo, el valor, los puntos de evaluación y el tipo de análisis a desarrollar según el tipo de contaminante.

Figura 10

ECA's para aire

**Anexo
Estándares de Calidad Ambiental para Aire**

Parámetros	Periodo	Valor [µg/m³]	Criterios de evaluación	Método de análisis ⁽¹⁾
Benceno (C ₆ H ₆)	Anual	2	Media aritmética anual	Cromatografía de gases
Dióxido de Azufre (SO ₂)	24 horas	250	NE más de 7 veces al año	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	1 hora	200	NE más de 24 veces al año	Quimioluminiscencia (Método automático)
	Anual	100	Media aritmética anual	
Material Particulado con diámetro menor a 2.5 micras (PM _{2.5})	24 horas	50	NE más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	Anual	25	Media aritmética anual	
Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM ₁₀)	24 horas	100	NE más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	Anual	50	Media aritmética anual	
Mercurio Gaseoso Total (Hg) ⁽²⁾	24 horas	2	No exceder	Espectrometría de absorción atómica de vapor frío (CVAAS) o Espectrometría de fluorescencia atómica de vapor frío (CVAFS) o Espectrometría de absorción atómica Zeeman. (Métodos automáticos)
Monóxido de Carbono (CO)	1 hora	30000	NE más de 1 vez al año	Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (Método automático)
	8 horas	10000	Media aritmética móvil	
Ozono (O ₃)	8 horas	100	Máxima media diaria NE más de 24 veces al año	Fotometría de absorción ultravioleta (Método automático)
Plomo (Pb) en PM ₁₀	Mensual	1,5	NE más de 4 veces al año	Método para PM ₁₀ (Espectrofotometría de absorción atómica)
	Anual	0,5	Media aritmética de los valores mensuales	
Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S)	24 horas	150	Media aritmética	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)

NE: No Exceder.

⁽¹⁾ o método equivalente aprobado.

⁽²⁾ El estándar de calidad ambiental para Mercurio Gaseoso Total entrará en vigencia al día siguiente de la publicación del Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire, de conformidad con lo establecido en la Séptima Disposición Complementaria Final del presente Decreto Supremo.

Fuente: (MINAM, 2017)

2.14. Alternativas Eco-Tecnológicas

A. HORNOS

a) Horno de lecho fluorizado

Al suspender una corriente de partículas sólidas en un gas o líquido, las partículas sólidas cambian su comportamiento para imitar el de un fluido, un fenómeno conocido como fluidización.

La tecnología de lecho fluorizado es un reemplazo práctico para los métodos tradicionales de quema de carbón, coque de petróleo, basura peletizada y otros materiales similares. (Diaz, 2019)

B. FILTROS

a) Filtro de monolito de carbón

Los monolitos de carbón activado (o "monolitos") son estructuras hechas empaquetando juntas muchas moléculas de carbón monolítico usando aglomerantes de modo que ocupen un volumen pequeño y puedan usarse eficientemente. La obtención de monolitos permite una estructura mecánicamente robusta, pero de sencilla implementación en sistemas de captura de gases. Las ventajas de usar tales estructuras monolíticas incluyen su maleabilidad en términos de tamaño y la capacidad de regular propiedades como el volumen de poro, el área superficial y las propiedades mecánicas. La captación de gases contaminantes, especialmente los producidos por procesos de post-combustión, ha hecho un uso extensivo de este material. (Cruz et al., 2019).

La mayor parte de la captura de gas contaminado involucra gases ácidos que incluyen dióxido de carbono (CO₂), dióxido de azufre (SO₂) y óxidos de nitrógeno (NO_x).

C. CAMBIO DE COMBUSTIBLES

a) Briquetas

Es una materia prima renovable y respetuosa con el medio ambiente, a menudo denominada "biomasa". Dado que las briquetas se pueden fabricar a partir de una amplia variedad de materiales comprimidos, existen muchos tipos diferentes disponibles. Los aserraderos, los residuos de biomasa, los subproductos de la industria agrícola, el carbón vegetal o una combinación de estos pueden usarse como materia prima principal de la briqueta. Sus usos son análogos a los del carbón y el lignito. Debido a lo pequeño y consistente que es, se puede transportar con relativa facilidad. La combustión de las briquetas es constante y silenciosa, y no emite mucho humo. Además, solo genera un 1% de cenizas y tiene un alto rendimiento térmico. (Hijar & Miguel, 2007).

2.15. Modelación Atmosférica

A lo largo de muchas décadas, el modelado ha progresado hasta el punto en que es una herramienta indispensable en una variedad de perspectivas científicas, ya que se utiliza para explicar o reproducir los resultados del estudio. El modelado matemático es un método que ha demostrado ser efectivo para descubrir y comprender los procesos y causas subyacentes en la naturaleza al observar esas partes y sus relaciones (Higashi & Burns, 1991).

Los modelos de dispersión intentan resolver la ecuación de advección-difusión, que describe cómo la concentración de un contaminante cambia con el tiempo en un lugar determinado y se ve afectada por variables como las características de la fuente y el área de estudio. Por lo tanto, el objetivo principal de los modelos de dispersión es calcular la distribución de los contaminantes y su posterior evolución, arrojando una predicción y estimación de la calidad del aire en el área de estudio (CIEMAT, 2016).

Para predecir y analizar la calidad del aire y contribuir así a la política y planificación de la gestión, se emplean modelos de dispersión atmosférica. Estos modelos se utilizan, entre otras cosas, para determinar cómo varía con el tiempo y el espacio la concentración o la relación de mezcla de una sustancia o traza que normalmente se identifica como contaminante primario. La ecuación de continuidad (modelo conceptual) describe este cambio al representar el equilibrio entre los efectos de los flujos de transporte, las fuentes y los sumideros en los cambios de concentración a lo largo de un camino determinado.

Los métodos de interpolación se utilizan para crear una superficie de predicción para ubicaciones donde no existen datos; sin embargo, para tomar decisiones más informadas mientras se desarrolla dicha superficie, primero es necesario investigar los datos disponibles para tener una comprensión más completa de la situación. Al profundizar en sus datos, los analistas buscan señales de alerta tales como valores erróneos que podrían alterar su predicción de salida, los patrones en la distribución de los datos y la presencia o ausencia de influencias generales.

A. METODO DE PONDERACION INVERSO A LA DISTANCIA (IDW)

El modelo predice que a medida que aumenta la distancia entre el punto a evaluar y sus vecinos, el resultado previsto tendrá un impacto menor. Los valores de las celdas se calculan aplicando este algoritmo a una composición ponderada de los datos de la muestra.

El método de distancia o distancia inversa se utiliza porque es sencillo y no necesita parámetros complicados; genera una estimación pesando los valores de las muestras en proporción inversa a su distancia desde el origen, dando mayor peso a las muestras que están más juntas y menos a las que están más separadas.

El método de ponderación inverso a la distancia (IDW) se elige para este estudio debido a

su eficiencia y precisión en la interpolación de datos espaciales. Este método asigna mayor peso a las mediciones más cercanas a la ubicación de interés, lo que resulta en una estimación más fiable de los niveles de contaminantes en áreas no directamente muestreadas. La utilización del IDW es especialmente relevante en contextos donde la distribución de los puntos de muestreo es irregular y se requiere una interpolación precisa de los datos para una correcta evaluación de la calidad del aire.

3. ANTECEDENTES Y ESTADO DEL ARTE

La contaminación atmosférica viene siendo un problema ambiental, el cual afecta de forma negativa a la salud y al medio ambiente, esto se debe a diversos contaminantes, los cuales están presentes en sus diferentes estados y la forma en la que son emitidos al ambiente. Actividades como la industrial vienen emitiendo contaminantes mediante chimeneas como son el Monóxido de carbono, Dióxido de azufre, etc. Se han desarrollado varias técnicas para rastrear la propagación de contaminantes liberados por tales chimeneas. Estos métodos modelan los procesos que conducen a un aumento de la contaminación atmosférica utilizando métodos matemáticos y numéricos. El más popular de estos modelos de dispersión es el modelo gaussiano, que tiene en cuenta la columna de contaminantes liberada y sigue una distribución vertical a medida que se mueven las partículas en el sistema. (Asencio Pacho & Vega Gavilán, 2020).

El consumo de carbohidratos no es solo un problema en los Estados Unidos; también es un problema mundial. Aproximadamente el 40 por ciento de la electricidad mundial se genera en centrales eléctricas de carbón (un poco menos del 20 por ciento en España), lo que da una idea de la importancia presente y futura de esta fuente de energía. Al mismo tiempo, hay un impulso creciente para disminuir su impacto ambiental, particularmente en términos de emisiones de dióxido de carbono (otros contaminantes como los óxidos de nitrógeno y los

óxidos de azufre, la fuente de la lluvia ácida, recibió más atención en el pasado, pero menos ahora que la tecnología los avances en las plantas de energía facilitan el cumplimiento de las regulaciones). (Jiménez S,2012).

La quema ineficiente de los combustibles como el carbón y la biomasa para cocinar o calentarse producen altas emisiones producto de su combustión incompleta como monóxido de carbono, partículas finas de $2,5 \mu\text{m}$, carbón negro e hidrocarburos aromáticos poli cíclicos, los cuales contribuyen de manera significativa a la contaminación del aire ambiental. De igual forma el uso de estos combustibles sólidos han sido reconocidos como principal factor de riesgo a la salud de las personas. Un estudio en la zona rural del sur de China demostró que la concentración diaria promedio de $\text{PM}_{2.5}$ en la cocción en hogares que quemaran combustibles sólidos en estufas de chimenea fue mayor de $101 \pm 56 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Las emisiones fugitivas de las estufas y la Re infiltración de la contaminación del aire exterior son dos fuentes importantes de contaminación del aire dentro de un hogar. La Re infiltración del aire exterior en los hogares se considera a menudo dado el proceso bien reconocido de intercambio de aire interior- exterior (Shen et al., 2020).

Se ha realizado una combustión simulada de carbón en lecho fluidizado utilizando el método de elementos discretos para examinar las propiedades termodinámicas de la combustión de este tipo de carbón y las emisiones de óxidos de nitrógeno. Además, después de un tiempo, se agregó una herramienta de computación numérica en forma de software MATLAB, que permitió la solución de los modelos propuestos y la realización de un análisis de sensibilidad de los muchos parámetros que intervienen.

La composición del gas producido por la quema de carbón ha sido aproximadamente determinada por una serie de estudios sobre la gasificación del lecho fijo piloto. (Cama & Epifanio, 2019).

Por otro lado, Julián Serrano desarrolló un proyecto de grado en 2017 denominado “Efecto de las emisiones de NOX en el proceso de combustión de mezcla de carbón y cascarilla de arroz por el método de co-firing”. En el cual se estudia las emisiones de NOX para siete diferentes porcentajes de cascarilla de arroz y carbón, en los cuales se contempla 100%, 95%, 90%, 85%, 80%, 75% y 70% de mezcla carbón – cascarilla de arroz. En esta instancia es importante resaltar qué Julián hizo un análisis más amplio sobre diferentes porcentajes, pero por cuestión de tiempo y capital no pudo desarrollar réplicas de las anteriores pruebas. Por lo tanto, no se genera un buen porcentaje de confiabilidad sobre las pruebas realizadas por el estudiante.

Según Giraldo y Moreno (2010) en su estudio “Absorción de CO₂ en carbón activado con diferente grado de activación” se estudió la adsorción de CO₂ en varias muestras de carbón activado obtenidas de semillas de *Mucuna mutisiana* al someterlas a agua vaporizada y nitrógeno a 700 grados centígrados durante 1 a 9 horas. Los resultados mostraron que los carbones activados con un área superficial entre 392 y 566 m²/g tenían una alta capacidad de adsorción. La cantidad de CO₂ absorbida es mayor para los carbones que han sido activados durante períodos de tiempo más prolongados, por lo que el tiempo de activación también es un factor en la capacidad de adsorción.

También se vienen realizando estudios, buscando reducir la liberación de gases como son los NO_x al ambiente, uno de estos es el estudio del efecto del bagazo de caña en la reducción de las emisiones de NO_x en la combustión de carbón, en el cual se buscó contrarrestar la producción de NO_x en la atmosfera, se encuentra el bagazo de caña como una opción de biomasa para agregar al carbón y disminuir la producción de estas partículas a partir de la reacción química generada en la combustión (Silva Sánchez, C. M., 2017).

Según Arias (2011), en su tesis: “Diseño del sistema de extracción localizado por el banco

de pruebas de combustión del proyecto carbón, de la Pontificia Universidad Católica Del Perú”, en el cual desarrolla el diseño de un sistema de extracción localizada para el laboratorio de Carbono, sirviendo o permitiendo la extracción de los gases producidos en el momento de realizar los ensayos, ya sea con briquetas de carbono, biomasa (residuos forestales), o cascarilla de arroz.

El rubro de pollerías es un negocio económico, el cual es aceptado por la población, pero de este rubro surgen varios problemas como es la contaminación atmosférica, procedente del combustible que usan estas empresas. Diversos programas de Aire Limpio llevados a cabo en ciudades como Arequipa, Lima, Cusco y Trujillo, mencionan que el humo emitido por los hornos producto de combustibles como carbón vegetal, GLP, leña entre otros, provocan una serie de partículas contaminantes como NO_x, CO y otra variedad de gases, los cuales van directo a la atmosfera. Se han venido desarrollando diversas propuestas para mitigar este impacto como son “La formulación de propuestas de lavado de gases de combustión en las emisiones de chimeneas de pollerías en la ciudad de Trujillo, o La Elaboración de carbón activado a partir de materiales no convencionales, para ser usados como medio filtrante, la Fabricación de monolitos de carbón activado para captura de gases contaminantes”, entre otros (Cruz et al., 2019).

La Municipalidad Provincial de Cajamarca, MPC (2010), reporta que el monóxido de carbono (CO) es el contaminante atmosférico más prevalente en la ciudad, con 1250.79 toneladas liberadas anualmente. Esta cifra representa el 32,81 por ciento del total de emisiones de fuentes fijas, las cuales están compuestas por ceramistas especializados en la elaboración de utensilios de arcilla y el 60 por ciento de material particulado sólido. (Alva, 2019).

Ha habido una falta de planes, especialistas y presupuesto para enfrentar los efectos causados por la contaminación ambiental, especialmente la contaminación atmosférica, en la

ciudad de Arequipa durante las últimas dos décadas. Esto es especialmente cierto en la Dirección Regional de Salud, que es responsable de realizar el monitoreo de la calidad del aire.

Ha habido una falta de planes, especialistas y presupuesto para enfrentar los efectos causados por la contaminación ambiental, especialmente la contaminación atmosférica, en la ciudad de Arequipa durante las últimas dos décadas. Esto es especialmente cierto en la Dirección Regional de Salud, que es responsable de realizar el monitoreo de la calidad del aire.

De acuerdo con el Inventario de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos de Arequipa 2009 realizado por la Dirección de Salud Ambiental del Gobierno Regional, se reconoce que las empresas como polleras y panaderas son los principales establecimientos vinculados a actividades comerciales y de servicios que realizan combustión (emisiones de área fuentes) debido a su uso de la queoa como combustible. Si bien solo otras especies arbustivas como el huarango y el molle han obtenido permiso para su extracción comercial, la prohibición de su aprovechamiento ha provocado una importante disminución de la cobertura forestal, lo que ha tenido un efecto negativo sobre los recursos naturales de la región. El método de evaluación automatizado arrojó resultados para el año 2017 en el monitor ambiental de CO Avenida Parra (con un valor máximo de 3560 g/m³ y un valor mínimo de 1020 g/m³), el monitor de CO Calle Paucarpata (1300 g/m³), y el monitor Miguel Grau CO (3140 g/m³) en la ciudad de Arequipa. Estos valores no superan los límites legales de concentración de CO. En contraste, se registraron mayores concentraciones de SO₂ (69 g/m³) para Cercado durante el mes de septiembre debido al aumento del tráfico y las actividades comerciales (Ordoñez, 2018).

La distribución porcentual de partículas totales en suspensión (PTS), varía según el tipo de fuente (natural o antropogénica), donde se registra un mayor porcentaje en la fabricación de productos cerámicos para construcción con 63.9%, en referencia a los automóviles es de 20.2%. En cuanto a la distribución porcentual de PM₁₀ por fuente, en la fabricación de productos

cerámicos para la construcción con 21.5%, en la industria textil con 13.8%. Referente a la distribución porcentual de SO₂ por fuente, en la fabricación de cemento con 41.7%, en la fabricación de cemento con 19.9%, vehículos automotores como las camionetas pick up con 23.8% [..]. Siendo el PTS el mayor contaminante emitido en la cuenca atmosférica de Arequipa, el segundo el dióxido de azufre. Las fuentes móviles constituyen los principales aportantes de óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, compuestos orgánicos volátiles y plomo. Al haberse realizado una encuesta al personal de 111 establecimientos, los cuales fueron pollerías, se determinó que el 90.1% utiliza como combustible para sus hornos el carbón vegetal con un consumo promedio de 3.9 Ton/año y el 9.9% usa GLP con un consumo promedio de 0.7 Ton/año (Coaquira, 2018).

Las fuentes artificiales de contaminación del aire incluyen la combustión de combustibles fósiles para la generación de electricidad, el transporte, la industria y la calefacción y refrigeración residencial. La quema de carbón en parrillas para preparar pollo asado es una fuente importante de contaminación del aire en la ciudad de Juli. Estos negocios están dispersos por la ciudad. Este componente es un problema de salud pública y ambiental que impacta a la población, incluyendo a las personas que frecuentan estos negocios. (MPCHJ, 2016).

Los gases de combustión liberados por los hornos para asar sobre estufa incluyen un promedio de 12,58 % de monóxido de carbono (CO₂), 13,90 % de compuestos orgánicos volátiles (COV), 8,11 % de cenizas suspendidas en el aire (y, por lo tanto, 56 % de nitrógeno) y sin aceite agregado (de ahí el nombre de "gases para asar a la parrilla"). La cantidad media de gases de combustión producidos por dichas emisiones es de 10,9 kilogramos por kilogramo de carbón vegetal utilizado en una combustión bien conducida. (Iparraguirre, 2016).

La alimentación de carnes en restaurantes o en carnes que han sido coccidas con diferentes combustibles vienen siendo un problema mundial. Estimaciones indican que 31.000

restaurantes en Los Ángeles descargan diariamente 11.6 toneladas de material particulado provenientes de la cocción de carnes, lo cual esta contaminación puede contribuir hasta un 21% del aerosol orgánico y también generando hidrocarburos aromáticos poli cíclicos (HAP) en este estado (McDonald et al., 2003).



CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación es de tipo aplicada, puesto que se centra en la aplicación práctica de conocimientos en temas de ingeniería ambiental; ya que se evaluaron las emisiones de gases generadas por los hornos de pollería, y se obtuvieron datos procedentes del monitoreo con los cuales se graficaron mapas de la concentración de contaminantes atmosféricos (NO_x, CO, NO₂ y Material particulado), para luego desarrollar una propuesta de plan de gestión en las pollerías del distrito, de tal modo que se estaría buscando aplicar soluciones prácticas y útiles para abordar un problema específico.

Asimismo, de acuerdo a la naturaleza del estudio, esta investigación vendría a ser de nivel descriptivo, ya que implica medir y describir las características de las emisiones de gases (CO, NO_x) generadas por los hornos de pollería, proporcionando una visión detallada de la situación actual antes de proponer un plan de gestión para dicha problemática.

2. UBICACIÓN

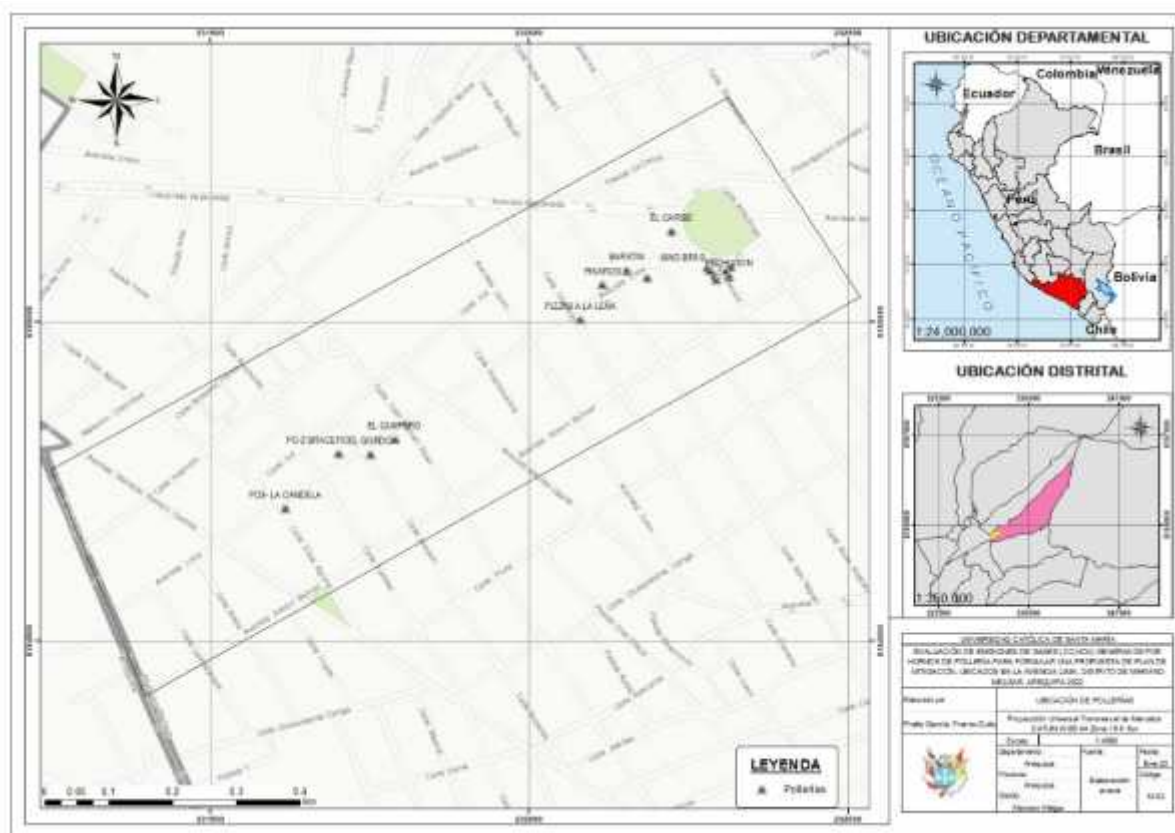
Las coordenadas en UTM de la Av. Lima en el distrito de Mariano Melgar son: 536335.027419238 N, 7877696.583455513 E.

La avenida mencionada, es considerada como una de las principales vías del distrito, al ser un sector comercial, con alta afluencia de vehículos de transporte público y privado.

En la Figura 11 se señala una de las avenidas principales del distrito de Mariano Melgar, la cual es la Avenida Lima, se inicia desde la intersección con la Avenida Jesús y culmina en la Plaza Umachiri.

Figura 12

Ubicación Pollerías en la Av. Lima en el distrito de Mariano Melgar



Fuente: Elaboración propia.

3. DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO

De acuerdo a la Municipalidad distrital de Mariano Melgar del año 2019, resalta que hay 30 restaurantes entre pollerías, locales de comida rápida, pizzerías y snacks.

Tabla 1*Lista de Pollerías y similares de la Avenida Lima y Plaza Umachiri*

Nº	Denominación de la Pollería y/o similar	Ubicación	Coordenadas UTM ZONA 19K		Tipo de Combustible Empleado
1	Restaurante Candela	Avenida Lima	231619	8184708	Carbón
2	Brasero	Avenida Lima	231702	8184794	Carbón
3	El Gordo	Avenida Lima	231752	8184793	Carbón
4	El Campero	Avenida Lima	231790	8184816	Carbón
5	El Baratín – Brostería	Avenida Lima	232153	8185081	Carbón
6	Pollos Pikaro´s	Avenida Lima	232115	8185058	Carbón
7	Pizzas a la Leña	Avenida Lima	231976	8184937	Carbón
8	Pollo Plus	Plaza Umachiri	232280	8185084	Carbón
9	El Pollo Leal	Plaza Umachiri	232317	8185085	Carbón
10	Don Nico	Plaza Umachiri	232309	8185080	Carbón
11	Kings Brass	Plaza Umachiri	232284	8185079	Carbón
12	Chicken Bambú	Plaza Umachiri	232294	8185065	Carbón
13	El Pechugón Pollería	Plaza Umachiri	232314	8185071	Carbón
14	Pollería El Caribe	Plaza Umachiri	232224	8185142	Carbón
15	King Chicken Brass	Plaza Umachiri	232291	8185072	Carbón
16	El Leño Parrillas	Plaza Umachiri	232186	8185069	Carbón

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Para la determinación de la muestra se ejecutó mediante el método no probabilístico por conveniencia, la cual es considerada como una técnica de muestreo no probabilístico y no aleatorio; habiéndose elegido de las 16 Pollerías; a la Pollería el Pollo Leal, ubicada en la Plaza Umachiri como se observa en la Figura 13; en la Figura 14 y Figura 15 se muestran los logos del Restaurant Candela y la Pollería el Brasero.

Los criterios que fueron tomados en cuenta para elegir estas estaciones de monitoreo de las emisiones de gases (CO, NOx y PM10) son: En primer lugar, los años de antigüedad en funcionamiento, ya que hasta el momento se han cumplido 13 años, por haber iniciado sus actividades 14 / Abril / 2009 en el caso del Pollo Leal, el Restaurant Candela y la Pollería el Brasero cumplen 10 años; también como segundo criterio el volumen de la emisión de gases por haberse visualizado en varias oportunidades un volumen alto por realizar sus actividades los 7 días de la semana; y el tercer criterio es el tipo de horno empleado, la Pollería el Pollo Leal cuenta con dos hornos ecológico. Por otro lado, el Restaurant Candela y la Pollería el Brasero cuentan con los mismos hornos ecológicos.

De igual manera, la elección del tamaño de muestra se basó en el diseño experimental, específicamente elección de muestras por intervalo de confianza, donde se tiene el número de monitoreos que se desea practicar (k), previas revisiones de las consideraciones para una propuesta del número de réplicas por monitoreo (n0), cabe resaltar que se fijó una posible desviación estándar del error aleatorio (s) y de la magnitud de las diferencias dentro de los monitoreos a realizar (dT).

Teniendo en cuenta que para las comparaciones o pruebas de rangos múltiples se considera que la diferencia mínima significativa entre tratamientos se encuentra basada en la expresión:

$$LSD = t_{(\alpha/2, N-k)} \sqrt{2CM_E/n}$$

Al despejar n se obtendrá una nueva ecuación la cual brindará un valor idea sobre el número de réplicas por tratamiento, de ese modo se incluirán las consideraciones iniciales (k , n_0 , s , dT), junto con el número total de corridas experimentales ($N = k \times n$), para evaluar costos y tiempos, y revisar algunas consideraciones y determinar el número menor de tratamientos.

Asimismo, se consideró lo descrito en el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire, el cual menciona que para el diseño de cualquier sistema de monitoreo se debe considerar un método que determine eficaz y eficientemente las concentraciones de contaminantes del aire en un área determinada, y por consiguiente se cuente con información fidedigna que permita la formulación de medidas de control y correctivas, y la toma de decisiones.

De tal manera que el diseño de la red de muestreo y la selección de los puntos de muestreo, así como su ubicación deben estar basadas según criterios, objetivos y tipo de procedimientos, teniendo en cuenta el sotavento y una altura adecuada desde la fuente principal de emisiones.

El punto de monitoreo (PO1) corresponde a la evaluación de la emisión de gases por la chimenea procedente de la usanza del horno ecológico.

Figura 13

Pollería el Pollo Leal



Fuente: Elaboración propia, 2021.

Figura 14

Logo – Publicidad de la Pollería El Brasero



Fuente: Pollería el Brasero, 2022.

Figura 15

Logo de Restaurant Candela



Fuente: Restaurant Candela, 2022.

4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOPIACIÓN DE DATOS

4.1. Técnicas

- Observación
- Recopilación documental: Documentos y Planes de la Municipalidad Distrital de Mariano Melgar

4.2. Instrumentos

- **Cadena de Custodia**

Esta fue llenada al término del monitoreo ambiental a fin de llenar información relacionada a los parámetros medidos, método realizado, condiciones in situ, entre otros. Revisar Anexo “Cadena de custodia AEMO”.

- **Analizador de Gases Testo 350-S**

Equipo con el cual se realizó la medición, además de los cambios de partículas por millón de los óxidos nitrosos, el exceso de aire presente en la combustión, la cantidad de dióxido u monóxido de carbono presente en ella y otras variables que pueden ser útiles para validar la eficiencia de la combustión. Este instrumento, consta de una pistola que debe ser previamente calibrada con el ambiente, en el cual, calcula los valores iniciales que serán iguales a cero. Posteriormente, se debe ingresar la punta de la pistola por un agujero que permita llegar hasta la generación de gases por la combustión y medir, respecto de los datos del ambiente, cuáles son las cantidades de partículas presentes en la combustión. Los gases medidos por este dispositivo son: NO_x, NO₂, SO₂, H₂S, CO, Metano, Propano, Butano, Flujo, Velocidad.

Así mismo este equipo tiene como metodología el estudio de Material Particulado (PM₁₀), el cual se utilizó en este estudio.

Tabla 2

Características del Equipo TESTO 350-S

GENERALIDADES	
INSTRUMENTO	Analizador de Gases
FABRICANTE	Testo SE & Co. KGaA
MODELO	Testo 350-S
N° DE SERIE	01940550
FECHA DE CALIBRACIÓN	2022-02-10
LUGAR DE CALIBRACIÓN	Instruments Lab S.A.C.
CALIBRACIÓN	
PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN	IL-PCG-001: "Procedimiento de Calibración de Analizadores de Gases"
MÉTODO DE CALIBRACIÓN	Comparación Directa con un Material de Referencia Certificado
INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN	La incertidumbre expandida de la medición fue calculada de acuerdo las regulaciones de la GUM, con un factor de cobertura k=2, la cual contiene los procedimientos de incertidumbre de la medición y la incertidumbre del sistema

de medición.

CONDICIONES AMBIENTALES			
Temperatura	29,9 °C	Humedad	61,1 %HR

ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO

PATRÓN DE REFERENCIA				
Material de Referencia	Concentración	Incertidumbre del MRC (k=2)	N° Cilindro	Fecha de Exp. Cilindro
Oxígeno (O ₂)	21,13 %	0,06 %	EB0138214	2028-10-14
Monóxido de Carbono (CO)	1003 ppm	10,03 ppm	EB0138214	2028-10-14
Monóxido de Nitrógeno (NO)	997,4 ppm	7,97 ppm	EB0138219	2028-10-21
Dióxido de Azufre (SO ₂)	1019 ppm	7,13 ppm	EBO125058	2027-03-04
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	193,4 ppm	2,51 ppm	CC512093	2023-10-16

ESPECIFICACIONES DEL INSTRUMENTO			
Parámetro	Alcance de Medición	Resolución	Exactitud
Oxígeno (O ₂)	0 a 25 %	0,01 %	0,2 %
Monóxido de Carbono (CO)	0 a 10000 ppm	1 ppm	50 ppm
Monóxido de Nitrógeno (NO)	0 a 3000 ppm	1 ppm	50 ppm
Dióxido de Azufre (SO ₂)	0 a 5000 ppm	1 ppm	50 ppm
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	0 a 500 ppm	0,1 ppm	10 ppm

RESULTADOS				
Parámetro	Valor de Referencia	Valor del Instrumento	Corrección	Incertidumbre de la Medición (k=2)
Oxígeno (O ₂)	21,13 %	20,94 %	0,19 %	0,11 %
Monóxido de Carbono (CO)	1003,0 ppm	999 ppm	4,0 ppm	12,5 ppm
Monóxido de Nitrógeno (NO)	997,4 ppm	994 ppm	3,4 ppm	9,1 ppm
Dióxido de Azufre (SO ₂)	1019,0 ppm	1014 ppm	5,0 ppm	8,1 ppm
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	193,4 ppm	194,2 ppm	-0,8 ppm	2,6 ppm

Fuente: (InstrumentsLAB, 2023)

- **Software QGIS**

Consiste en un Sistema de Información Geográfica (SIG) de Código Abierto y con la

licencia bajo la GNU - General Public License QGIS, que brinda a sus usuarios una extensa gama de capacidades con sus funciones y complementos, ayudando a visualizar combinaciones de datos vectoriales y ráster 2D y 3D; y a crear, editar, administrar y exportar datos como capas vectoriales y ráster, a fin de poder componer y diseñar mapas imprimibles. Herramientas las cuales serán de ayuda para el desarrollo de la presente investigación.

- **QGIS Documentation**

Es una extensión del Software QGIS que se caracteriza por albergar una amplia gama de documentación, en su mayoría en inglés, la cual servirá como guía a los usuarios para la correcta ejecución del programa.

5. METODOLOGÍA

5.1. Monitoreo de las emisiones de gases (CO, NOX) generados por los hornos de pollerías

Se designaron 3 pollerías ubicadas en la Avenida Lima, distrito de Mariano Melgar, tomando en consideración el tipo de horno que usan, la cantidad de carbón empleada y su ubicación en la avenida.

Para la realización del monitoreo se utilizaron los siguientes métodos: Se efectuó conforme a lo establecido en el Protocolo de Monitoreo de Emisiones Atmosféricas (Resolución Ministerial N° 026-2000- ITINCI-DM), en el cual se estandariza los métodos de muestreo y análisis, asegurando la calidad de los datos y su compatibilidad, además de asistir en el diseño e implementación de los programas de monitoreo de emisiones a la industria, entes gubernamentales y empresas consultoras.

Adicional al contar con el equipo testo 350S el cual tiene la facilidad de evaluar en

parámetro de Material Particulado menor a 10 micras, se incluyó en el análisis, con el fin de obtener datos representativos de la cantidad de emisión de este contaminante. Así mismo no tomamos en cuenta la evaluación del Material Particulado menor a 2.5 micras al no contar con un equipo el cual pueda desarrollar este parámetro en el monitoreo de emisiones atmosféricas.

Es importante mencionar que para la actividad comercial de pollerías no existe protocolo de monitoreo por ello se toma como referencia dicha Resolución Ministerial. Como también los lineamientos definidos en el Protocolo Nacional de monitoreo de la calidad ambiental el aire. Cuyos parámetros son:

Tabla 3

Parámetros establecidos en Resolución Ministerial N° 026-2000- ITINCI-DM

PARÁMETRO	METODOLOGÍA	L.D.	UNIDAD
GASES DE COMBUSTIÓN			
DÍOXIDO DE CARBONO (CO ₂)	Utilizando unidad de control de productos de la combustión marca Testo	---	%
OXÍGENO (O ₃)		0.2	%
MONÓXIDO DE CARBONO (CO)	EPA CTM 030 Revisión 7. 1997. Determination of Nitrogen Oxides, Carbon Monoxide, and Oxygen Emissions from Natural Gas-Fired Engines, Boilers and Process Heaters Using Portable Analyzers	10	mg/Nm ³
MONÓXIDO DE NITRÓGENO (NO)		5	mg/Nm ³
PARÁMETRO	METODOLOGÍA	L.D.	UNIDAD
GASES DE COMBUSTIÓN			
ÓXIDOS DE NITRÓGENO (NO _x)	EPA CTM 030 Revisión 7. 1997. Determination of Nitrogen Oxides, Carbon Monoxide, and Oxygen Emissions from Natural Gas-Fired Engines, Boilers and Process Heaters Using Portable Analyzers./ EPA CTM 022.1995.	---	mg/Nm ³
	Determination of Nitric Oxide, nitrogen dioxide and NOX emissions from stationary combustion sources by electrochemical analyzer		
DÍOXIDO DE NITRÓGENO	EPA CTM 022.1995. Determination of Nitric Oxide, nitrogen dioxide and NOX emissions from stationary combustion sources by electrochemical analyzer	5	mg/Nm ³
MATERIAL PARTICULADO	EPA AP 42. Fifth Edition. 1995. Compilation of Air pollutant Emission Factors. Voll Stationary point and area Sources	---	mg/Nm ³

Fuente: (Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería, 2000).

Al obtener los resultados de laboratorio del punto de emisión se realizó una recopilación de información en 3 pollerías, guiándonos de su ubicación en el área de estudio, estas pollerías contaron con el mismo horno, esta recopilación de datos se basa en su cantidad de carbón utilizado y la cantidad de pollos a la brasa generados por día

5.2. Elaboración del mapa de concentraciones atmosféricas generadas por los hornos de las pollerías

El paso inicial del proceso de Modelación del Mapa de Concentraciones atmosféricas fue la recopilación de información sobre las cantidades de carbón utilizado en las pollerías presentes en la Av. Lima.

Posterior se elaboró una base de datos con las coordenadas, cantidad de carbón, una relación de la generación de contaminantes, a base de los resultados de laboratorio del monitoreo realizado, con la cantidad de carbón utilizada en cada pollería de la Avenida Lima por día.

Se consideró una Área de Estudio la cual considera la Plaza Umachiri y la Avenida Lima. Las Variables Ambientales seleccionadas fue la concentración de NO₂, CO, NO_x y Material Particulado. Estas variables se consideraron en cada una de las Pollerías de la Avenida Lima.

Como cartografía digital se usó bases geográficas del Instituto Nacional de Estadística e Informática.

Metodología para la interpolación espacial de la concentración de contaminantes atmosféricos. De Cara a los objetivos planteados se diseñó un procedimiento de varias etapas. En la primera se realizó la ubicación de las estaciones (pollerías) en el área de estudio con el Software QGIS Documentation Versión 3.28. Al Ubicar las estaciones se ingresaron a la base de datos junto con sus concentraciones de las siguientes variables: NO_x, NO₂, CO Y PM.

Al ya contar con todos los datos necesarios para la interpolación espacial. Se realizó mediante el método Inverso de la Distancia o Distancia Inversa (IDW) para cada variable. Considerando una Clasificación de 5 Colores: Verde, Verde claro, Amarillo, Naranja y Rojo. En los cuales los colores verdes representan las concentraciones generadas que no superan los límites establecidos en la Guías Generales sobre Medio Ambiente, Salud y Seguridad: Guías sobre emisiones en pequeñas instalaciones de combustión de la Corporación Financiera Internacional (IFC, por sus siglas en inglés) perteneciente al Grupo del Banco Mundial (2007) y la Norma de concentraciones de emisión al aire desde fuentes fijas de combustión –Ecuador (2012). El color amarillo de considera valores cercanos a los límites anteriormente nombrados, el color naranja considera las concentraciones que superan los límites nombrados, por último, el color Rojo considera una concentración mucho mayor a los límites establecidos.

Por último consideramos los Parámetros en los cuales se superaron los límites, para unirlos y reclasificarlos con las mismas categorías de colores. Con el fin de conocer las pollerías que generan una concentración mayor a los límites permitidos.

5.3. Formulación de la propuesta de plan acción para mitigar las emisiones de gases (CO, NOX)

Se elaboró un plan de acción para la mitigación de emisiones de gases, tomando en consideración la viabilidad y accesibilidad de las pollerías.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. MONITOREO DE LAS EMISIONES DE GASES (CO, NO_x)

1.1. Monitoreo de emisiones

Al encontrar 16 pollerías, se tomaron la cuenta la accesibilidad de las chimeneas y la viabilidad del monitoreo.

Se eligió de las 16 Pollerías; a la Pollería el Pollo Leal, ubicada en la Plaza Umachiri como se observa en la Figura 13; y las pollerías El brasero y la Candela en la Figura 14 y Figura 15 se muestran los logos del Restaurant Candela y la Pollería el Brasero.

Para la definición de las estaciones de monitoreo, sólo se pudo acceder a una la cual se denomina como PO1. Las estaciones PO2 Y PO3 se consideraron por contar con el mismo tipo de horno y al usar el mismo combustible.

Tabla 4

Estación de monitoreo PO1

Pollería	Estación de monitoreo	Coordenadas UTM WGS84	Descripción	Tipo de Combustible Empleado
• Pollo Leal	PO1	E 0232316 N 8185084	Chimenea del horno de pollería	Carbón
• El Brasero	PO2	E 231702 N 8184794	Chimenea del horno de pollería	Carbón
• La Candela	PO3	E 231619 N 8184708	Chimenea del horno de pollería	Carbón

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Se adjunta fotografías del proceso de monitoreo en la estación PO1, donde se emplearon

los materiales y equipos mencionados anteriormente y el responsable de realizar el monitoreo también se tomaron en cuenta las medias de seguridad y usando los EPPs adecuados como: casco de seguridad, guantes, chaleco de seguridad, zapatos de seguridad y mascarilla Kn95. No se pudo realizar la toma de fotos en las estaciones PO2 y PO3 por requerimiento de los administradores.

Figura 16

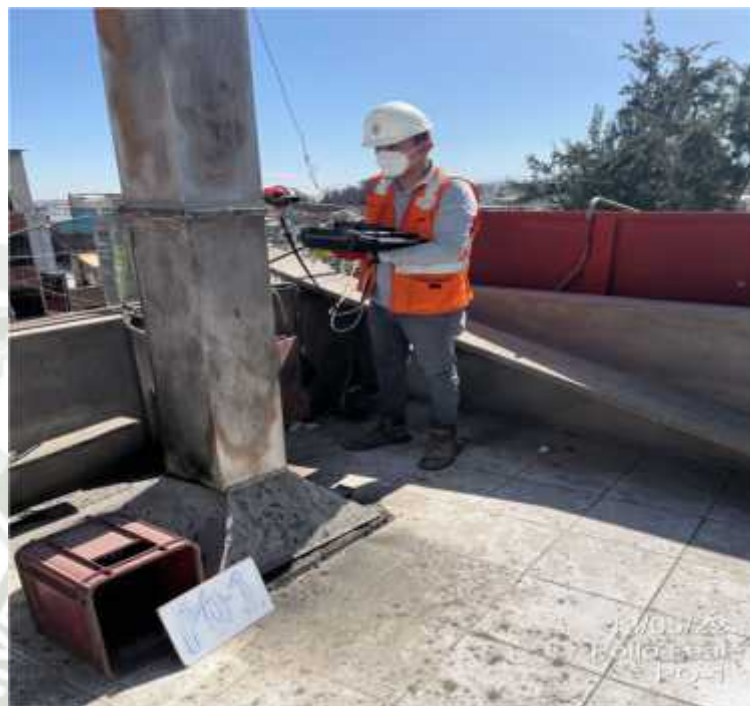
Medición de la chimenea en estación de monitoreo PO1



Fuente: Elaboración propia, 2022.

Figura 17

Monitoreo en estación de monitoreo PO1



Fuente: Elaboración propia, 2022.

Figura 18

Horno ecológico adjunto a chimenea en estación de monitoreo PO1



Fuente: Elaboración propia, 2022.

Como se observa en la Figura 18 los hornos evaluados presentan las siguientes características:

- Estructura de acero inoxidable con plancha de 0.9 mm de espesor
- Interior con plancha de 1.2 mm de espesor
- 6 espadas interiores regulables en acero
- Puerta con sistema de pesas de fácil elevación
- 4 garruchas giratorias de alto tránsito
- Vidrio templado en puerta para mejor visión
- Desfogue de vapor en la parte superior de horno
- Caja reductora en fierro fundido
- Bandeja recolectora de residuos
- Funcionamiento carbón o leña

1.2. Presentación de resultados

Los resultados del monitoreo se describen en la Tabla 4:

Tabla 5.

Resumen de Resultados de monitoreo en estación PO1, PO2 y PO3.

EMISIONES GASEOSAS				
Estación de Monitoreo		PO-01	PO-02	PO-03
Fecha de monitoreo		13/05/2022	13/05/2022	13/05/2022
Hora de monitoreo		11:45	13:00	14:00
PARÁMETROS ATMOSFÉRICOS	UND	RESULTADO		
• Temperatura ambiente	°C	26.00	26.00	26.00
• Presión atmosférica	mBar	746	746	746
PARÁMETROS DE LA FUENTE	UND	RESULTADO		
• Altura de la chimenea	M	14.50	5.50	7.50
• Diámetro interno	M	0.25	0.25	0.25
• Área de la chimenea	M2	0.049	0.040	0.046
• Velocidad de gases	m/s	5.35	5.15	5.25
• Temperatura de salida	°C	161	160	158
• Temperatura de salida	K	434	431	432
• Caudal volumétrico en la chimenea	M3/s	0.26	0.24	0.23
• Caudal volumétrico en condiciones normales	M3/s	0.12	0.12	0.11

Fuente: Informe de ensayo N° 2-00413/22. (CERPER, 2022)

Tabla 6.

Resultados de monitoreo en estación PO1, PO2 y PO3.

PARÁMETROS ANALIZADOS (EMISIONES)	UND	CONCENTRACIÓN												Valor Guía (mg/Nm ³)	Caudal Másico (mg/s)	
		NO CORREGID A			CORREGID A 6%O ₂			CORREGID A 7%O ₂			CORREGIDA 11%O ₂					
		PO1	PO2	PO3	PO1	PO2	PO3	PO1	PO2	PO3	PO1	PO2	PO3			
Oxígeno (O ₂)	%	7.0	6.8	7.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Dióxido de Carbono (CO ₂)	%	3.3 6	3.2 0	3.3 2	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Monóxido de Carbono (CO)	mg/N m ³	50 41	25 20. 5	33 60. 7	54 03. 66	25 22. 3	33 63. 1	50 41	25 20. 5	33 60. 7	35 91	17 95	23 94	1800 (1)	436	
Óxido de Nitrógeno (NO _x)	mg/N m ³	30. 8	15. 10 5	20. 2	33. 02	18. 5	23. 2	30. 8	15. 10 5	20. 2	21. 9	10. 95	14. 6	900 (1) / 460 (2)	266	
Monóxido de Nitrógeno (NO)	mg/N m ³	20. 1	10. 1	13. 4	21. 55	10. 6	14. 5	20. 1	10. 1	13. 4	14. 3	8.1	9.5 3	---	1.74	
Material Particulado	mg/N m ³	11 9.4 6	59. 73	80. 2	---	---	---	---	---	---	---	---	---	200 (1) / 50 (2)	---	

Fuente: Informe de ensayo N° 2-00413/22. (CERPER, 2022)

La altura de la chimenea es 14.5 m, el diámetro interno es de 0.25, el área de la chimenea es 0.049 m². La velocidad de los gases emanados en la chimenea es de 5.35 m/s; la temperatura de salida es de 161°C.

La temperatura ambiente cuando se realizó el monitoreo fue de 26 °C con una presión atmosférica de 746 mbar, siendo la presión atmosférica regular por encontrarse la provincia de Arequipa a una altura de 2335 msnm.

Cabe resaltar que la unidad tomada en cuenta para el monitoreo de emisiones es mg/Nm³, siendo la “N” una afirmación que indica que el valor de la concentración de una sustancia en la atmósfera se encuentra en Condiciones Normales, es decir a una temperatura ambiente de

aproximadamente 25° C y una presión de 1 atmósfera. Por lo que se llevó a cabo una conversión de los valores a la unidad de Partes por Millón (ppm), y poder compararlo según lo establecido en normativa nacional vigente.

Dicha conversión fue aplicando un método simple, donde las concentraciones de las emisiones evaluadas en masa de sustancias químicas (miligramos) por volumen de aire (metros cúbicos), se expresaron en partes por millón (ppm); siendo el factor de conversión esencial el peso molecular independiente de cada sustancia química.



Tabla 7.

Conversión aplicada a resultados de monitoreo

Sustancia Química	Conversión a Concentración (ppm)	Factor 24,45	Concentración (mg/m ³)	Peso Molecular
Monóxido de Carbono (CO)	4400.30	24.45	5041.00	28.01
	2200.15	24.45	2520.50	28.01
	2933.56	24.45	3360.70	28.01
	4716.87	24.45	5403.66	28.01
	2201.72	24.45	2522.30	28.01
	2935.66	24.45	3363.10	28.01
	4400.30	24.45	5041.00	28.01
	2200.15	24.45	2520.50	28.01
	2933.56	24.45	3360.70	28.01
	3134.59	24.45	3591.00	28.01
Óxido de Nitrógeno (NO _x)	1566.86	24.45	1795.00	28.01
	2089.73	24.45	2394.00	28.01
	25.09	24.45	30.80	30.01
	12.31	24.45	15.105	30.01
	16.46	24.45	20.20	30.01
	26.90	24.45	33.02	30.01
	15.07	24.45	18.50	30.01
	18.90	24.45	23.20	30.01
	25.09	24.45	30.80	30.01
	12.31	24.45	15.105	30.01
Monóxido de Nitrógeno (NO)	16.46	24.45	20.20	30.01
	17.84	24.45	21.90	30.01
	8.92	24.45	10.95	30.01
	11.90	24.45	14.60	30.01
	16.38	24.45	20.10	30.01
	8.23	24.45	10.10	30.01
	10.92	24.45	13.40	30.01
	17.56	24.45	21.55	30.01
	8.64	24.45	10.60	30.01
	11.81	24.45	14.50	30.01
Monóxido de Nitrógeno (NO)	16.38	24.45	20.10	30.01
	8.23	24.45	10.10	30.01
	10.92	24.45	13.40	30.01
	11.65	24.45	14.30	30.01
	6.60	24.45	8.10	30.01
	7.76	24.45	9.53	30.01

Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la tabla 7 se puede visualizar los valores utilizados para el cálculo de conversión, empleando la siguiente formula:

$$\text{Concentracion (ppm)} = 24,45 \times \text{Concentracion (mg/m}^3\text{)} \div \text{Peso Molecular}$$

Con ello se obtuvieron los resultados expresados en una nueva concentración, la cual se puede visualizar en la siguiente tabla.



Tabla 8.

Resultados de monitoreo en estación PO1, PO2 y PO3 en ppm

PARÁMETROS ANALIZADOS (EMISIONES)	UND	CONCENTRACIÓN											
		NO CORREGIDA			CORREGIDA 6%O ₂			CORREGIDA 7%O ₂			CORREGIDA 11%O ₂		
		PO1	PO2	PO3	PO1	PO2	PO3	PO1	PO2	PO3	PO1	PO2	PO3
Oxígeno (O ₂)	%	7.0	6.8	7.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Dióxido de Carbono (CO ₂)	%	3.36	3.20	3.32	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Monóxido de Carbono (CO)	pmm	4400. .30	2200. 15	2933. 56	4716. 87	2201. 72	2935. 66	4400. 30	2200. 15	2933. 56	3134. 59	1566. 86	2089. 73
Óxido de Nitrógeno (NO _x)	ppm	25.0 9	12.31	16.46	26.9.	15.07	18.90	25.09	12.31	16.46	17.84	8.92.	11.90
Monóxido de Nitrógeno (NO)	ppm	16.3 8	8.23	10.92	17.56	8.64	11.81	16.38	8.23	10.92	11.65	6.60	7.76
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	ppm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Monóxido de Nitrógeno (NO)	ppm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Material Particulado	mg/m ³	119. 46	59.73	80.2	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Fuente: Elaboración propia, 2023.

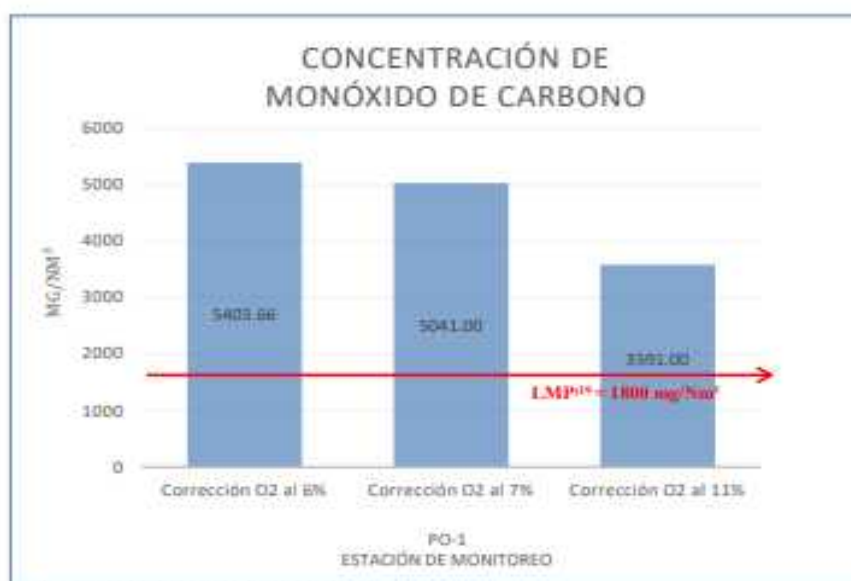
1.3. Comparación de resultados

- **POLLO LEAL**

“En la Figura 19 se detalla la concentración de Monóxido de Carbono registrada en la estación de monitoreo PO-1 se encuentra por encima del Límite Máximo Permisible para este parámetro; por lo tanto, no cumple con lo establecido en la normativa de referencia: Norma de concentraciones de emisión al aire desde fuentes fijas de combustión” – Ecuador (2012), siendo el límite de 10 mg/Nm^3 .

Figura 19

Concentración de CO

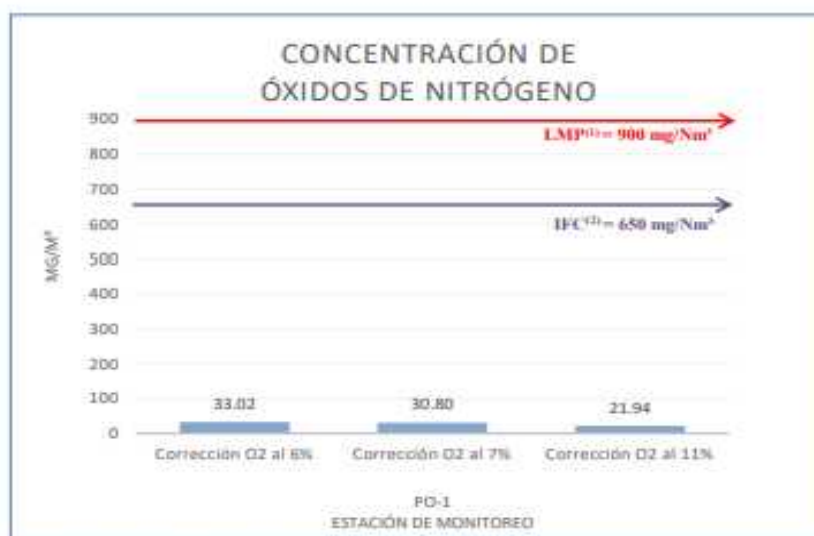


Concentración de Monóxido de Carbono.

(1) Norma de concentraciones de emisión al aire desde fuentes fijas de combustión – Ecuador (2012)

Fuente: Elaboración propia, 2022.

En la Figura 20 se precisa la concentración de Óxidos de Nitrógeno registrada en la estación de monitoreo PO-1 se encuentra por debajo del Límite Máximo Permisible para este parámetro; por lo tanto, cumple con lo establecido en la normativa de referencia: Norma de concentraciones de emisión al aire desde fuentes fijas de combustión – Ecuador (2012) y en las Guías sobre Emisiones en Pequeñas Instalaciones de Combustión (IFC, 2007).

Figura 20*Concentración de NOx*

Concentración de Óxidos de Nitrógeno.

(1) Norma de concentraciones de emisión al aire desde fuentes fijas de combustión – Ecuador (2012)

(2) Guías Generales sobre Medio Ambiente, Salud y Seguridad: Guías sobre emisiones en pequeñas instalaciones de combustión de la Corporación Financiera Internacional (IFC, por sus siglas en inglés) perteneciente al Grupo del Banco Mundial (2007).

Fuente: Elaboración propia, 2022.

En la Figura 21 se señala la concentración de Material Particulado PM₁₀ registrada en la estación de monitoreo PO-1 se encuentra por debajo del Límite Máximo Permisible para este parámetro establecido en la Norma de concentraciones de emisión al aire desde fuentes fijas de combustión – Ecuador (2012), por lo tanto, cumple con lo establecido en la normativa de referencia. Pero por encima de lo indicado para el parámetro según las Guías sobre Emisiones en Pequeñas Instalaciones de Combustión (IFC, 2007), por lo tanto, no cumple con lo dispuesto para esta normativa de referencia.

Siendo una chimenea de tipo general, forma parte del horno utilizado para la elaboración de pollos a la brasa utilizando carbón (quema de madera); para controlar el PM₁₀ en primera instancia no se puede realizar un control primario.

Figura 21

Concentración de Material particulado PM_{10}



Concentración de Material Particulado:

(1) Norma de concentraciones de emisión al aire desde fuentes fijas de combustión – Ecuador (2012)

(2) Guías Generales sobre Medio Ambiente, Salud y Seguridad: Guías sobre emisiones en pequeñas instalaciones de combustión de la Corporación Financiera Internacional (IFC, por sus siglas en inglés) perteneciente al Grupo del Banco Mundial (2007).

Fuente: Elaboración propia, 2022.

- **EL BRASERO**

La altura de la chimenea es 5.5 m, el diámetro interno es de 0.25, el área de la chimenea es 0.04 m². La velocidad de los gases emanados en la chimenea es de 5.15 m/s; la temperatura de salida es de 160°C.

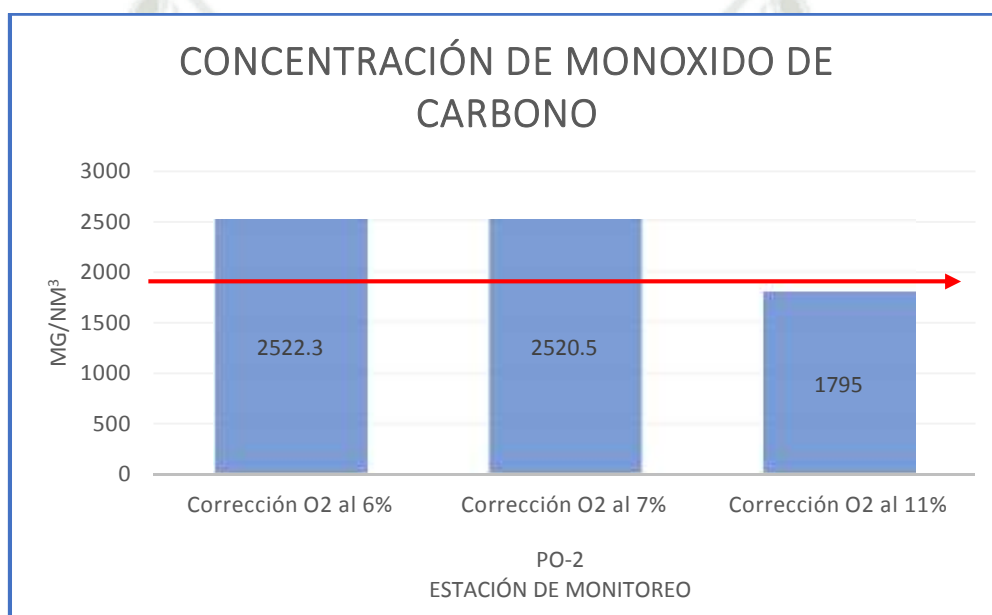
La temperatura ambiente cuando se realizó el monitoreo fue de 26 °C con una presión atmosférica de 746 mbar, siendo la presión atmosférica regular por encontrarse la provincia de Arequipa a una altura de 2335 msnm.

En la Figura 22 se detalla concentración de Monóxido de carbono registrado en la estación de monitoreo PO-2, para lo cual el único valor que cumple con el Límite Máximo permisible

es la corrección de O₂ al 11%, teniendo un valor de 1795 mg/Nm³ y estando dentro del LMP, para el caso de los demás valores todos se encuentran por encima del LMP, por tanto no cumple con lo establecido en la normativa de referencia: Norma de concentraciones de emisión al aire desde fuentes fijas de combustión – Ecuador (2012), siendo el límite de 1800 mg/Nm³.

Figura 22

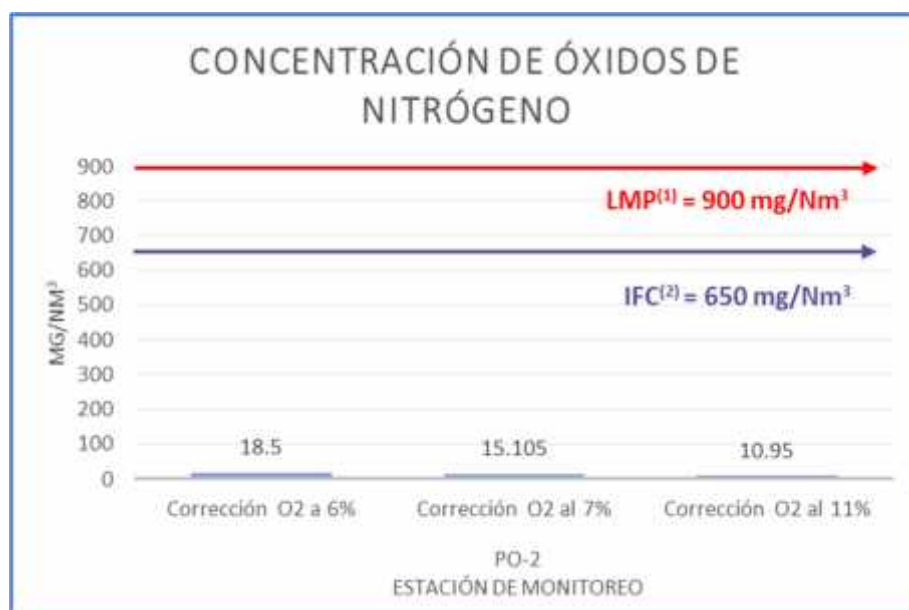
Concentración de CO



(1) Norma de concentraciones de emisión al aire desde fuentes fijas de combustión – Ecuador (2012)

Fuente: Elaboración propia, 2022.

“En la Figura 23 se puede ver la concentración de Óxidos de Nitrógeno registrado en la estación de monitoreo PO-2, para lo cual los valores se encuentran por debajo del Límite Máximo Permissible y por tanto cumple con lo establecido en la normativa de referencia: Norma de concentraciones de emisión al aire desde fuentes fijas de combustión – Ecuador (2012), así mismo, también cumpliría con lo establecido en las Guías sobre Emisiones en Pequeñas Instalaciones de Combustión” (IFC, 2007).

Figura 23*Concentración de NO_x*

(1) Norma de concentraciones de emisión al aire desde fuentes fijas de combustión - Ecuador (2012)

(2) Guías Generales sobre Medio Ambiente, Salud y Seguridad: Guías sobre emisiones en pequeñas instalaciones de combustión de la Corporación Financiera Internacional (IFC, por sus siglas en inglés) perteneciente al Grupo del Banco Mundial (2007)

Fuente: Elaboración propia, 2022.

En la Figura 24 se señala la concentración de Material Particulado PM₁₀ registrada en la estación de monitoreo PO-2, la cual se encuentra por debajo del Límite Máximo Permissible para este parámetro establecido en la Norma de concentraciones de emisión al aire desde fuentes fijas de combustión – Ecuador (2012), por lo tanto, cumple con lo establecido en la normativa de referencia, sin embargo, el valor se encuentra por encima de lo indicado para el parámetro según las Guías sobre Emisiones en Pequeñas Instalaciones de Combustión (IFC, 2007), por lo tanto, no cumple con lo dispuesto para esta normativa de referencia.

Siendo una chimenea de tipo general, forma parte del horno utilizado para la elaboración de pollos a la brasa utilizando carbón (quema de madera); para controlar el PM₁₀ en primera instancia no se puede realizar un control primario.

Figura 24

Concentración de Material particulado PM₁₀



(1) Norma de concentraciones de emisión al aire desde fuentes fijas de combustión –Ecuador (2012)

(2) Guías Generales sobre Medio Ambiente, Salud y Seguridad: Guías sobre emisiones en pequeñas instalaciones de combustión de la Corporación Financiera Internacional (IFC, por sus siglas en inglés) perteneciente al Grupo del Banco Mundial (2007)

Fuente: Elaboración propia, 2022.

- **LA CANDELA**

La altura de la chimenea es 7.5 m, el diámetro interno es de 0.25, el área de la chimenea es 0.046 m². La velocidad de los gases emanados en la chimenea es de 5.25 m/s; la temperatura de salida es de 158°C.

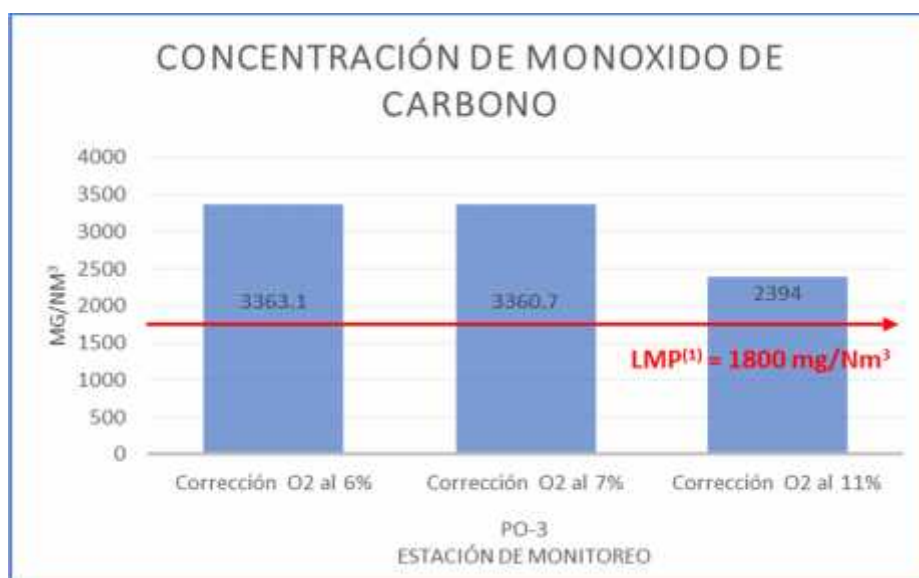
La temperatura ambiente cuando se realizó el monitoreo fue de 26 °C con una presión atmosférica de 746 mbar, siendo la presión atmosférica regular por encontrarse la provincia de Arequipa a una altura de 2335 msnm.

En la Figura 25 se detalla la concentración de Monóxido de Carbono registrada en la estación de monitoreo PO-3, la cual se encuentra por encima del Límite Máximo Permissible para este parámetro; y por tanto no cumple con lo establecido en la normativa de referencia:

Norma de concentraciones de emisión al aire desde fuentes fijas de combustión – Ecuador (2012), siendo el límite de 1800 mg/Nm^3 .

Figura 25

Concentración de CO



(1) Norma de concentraciones de emisión al aire desde fuentes fijas de combustión –Ecuador (2012)

Fuente: Elaboración propia, 2022

En la Figura 26 se puede observar la concentración de Óxidos de Nitrógeno registrada en la estación de monitoreo PO-3, la cual se encuentra por debajo del Límite Máximo Permissible para este parámetro; por lo tanto, cumple con lo establecido en la normativa de referencia: Norma de concentraciones de emisión al aire desde fuentes fijas de combustión – Ecuador (2012) y también en el parámetro de referencia según las Guías sobre Emisiones en Pequeñas Instalaciones de Combustión (IFC, 2007).

Figura 26*Concentración de NOx*

(1) Norma de concentraciones de emisión al aire desde fuentes fijas de combustión Ecuador (2012)

(2) Guías Generales sobre Medio Ambiente, Salud y Seguridad: Guías sobre emisiones en pequeñas instalaciones de combustión de la Corporación Financiera Internacional (IFC, por sus siglas en inglés) perteneciente al Grupo del Banco Mundial (2007)

Fuente: Elaboración propia, 2022

En la Figura 27 se señala la concentración de Material Particulado PM₁₀ registrada en la estación de monitoreo PO-3, la cual se encuentra por debajo del Límite Máximo Permisible para este parámetro establecido en la Norma de concentraciones de emisión al aire desde fuentes fijas de combustión – Ecuador (2012), por lo tanto, cumple con lo establecido en la normativa de referencia, sin embargo el valor se encuentra por encima de lo indicado para el parámetro según las Guías sobre Emisiones en Pequeñas Instalaciones de Combustión (IFC, 2007), por lo tanto, no cumple con lo dispuesto para esta normativa de referencia.

Siendo una chimenea de tipo general, forma parte del horno utilizado para la elaboración de pollos a la brasa utilizando carbón (quema de madera); para controlar el PM₁₀ en primera instancia no se puede realizar un control primario.

Figura 27

Concentración de Material particulado PM₁₀



(1) Norma de concentraciones de emisión al aire desde fuentes fijas de combustión –Ecuador (2012)

(2) Guías Generales sobre Medio Ambiente, Salud y Seguridad: Guías sobre emisiones en pequeñas instalaciones de combustión de la Corporación Financiera Internacional (IFC, por sus siglas en inglés) perteneciente al Grupo del Banco Mundial (2007)

Fuente: Elaboración propia, 2022.

2. MAPA DE CONCENTRACIONES ATMOSFÉRICAS GENERADAS POR LOS HORNOS DE POLLERIAS

De las 16 pollerías registradas en la Avenida Lima se tomaron los datos del monitoreo de emisiones del punto PO-01 el cual corresponde a la Pollería El Pollo leal, el cual consume una mayor cantidad de carbón que las demás pollerías.

Para poder realizar el mapa de concentraciones atmosféricas necesitamos la cantidad de carbón utilizada por las otras 15 pollerías y de esta forma calcular su generación de emisiones de cada pollería con el resultado de laboratorio del monitoreo de emisiones del punto PO-01.

Tabla 9

Resultados de Emisiones

N°	Denominación de la Pollería y/o similar	Ubicación	Coordenadas UTM ZONA 19K		Carbón	CO	NOX	NO	PM
					kg/día	mg/Nm ³	mg/Nm ³	mg/Nm ³	mg/Nm ³
1	Restaurante Candela	Avenida Lima	231619	8184708	53	3339.6	20.4	13.4	80.2
2	Brasero	Avenida Lima	231702	8184794	40	2520.5	15.4	10.1	59.7
3	El Gordo	Avenida Lima	231752	8184793	35	2205.4	13.4	8.7	52.2
4	El Campero	Avenida Lima	231790	8184816	40	2520.5	15.4	10.0	59.7
5	El Baratín – Brostería	Avenida Lima	232153	8185081	15	945.1	5.7	3.7	22.4
6	Pollos Pikaro´s	Avenida Lima	232115	8185058	18	1134.2	6.9	4.52	26.8
7	Pizzas a la Leña	Avenida Lima	231976	8184937	15	945.1	5.7	3.7	22.4
8	Pollo Plus	Plaza Umachiri	232280	8185084	65	4095.8	25.0	16.3	97.0
9	El Pollo Leal	Plaza Umachiri	232317	8185085	80	5041	30.8	20.1	119.5
10	Dn Nico	Plaza Umachiri	232309	8185080	60	3780.7	23.1	15.0	89.6
11	Kings Brass	Plaza Umachiri	232284	8185079	80	5041.0	30.8	20.1	119.5
12	Chicken Bambú	Plaza Umachiri	232294	8185065	40	2520.5	15.4	10.0	59.7
13	El Pechugón Pollería	Plaza Umachiri	232314	8185071	35	2205.4	13.4	8.79	52.2
14	Pollería El Caribe	Plaza Umachiri	232224	8185142	55	3465.6	21.1	13.8	82.1
15	King Chicken Brass	Plaza Umachiri	232291	8185072	70	4410.8	26.9	17.5	104.5
16	El Leño Parrillas	Plaza Umachiri	232186	8185069	40	2520.5	15.4	10.0	59.7

Fuente: Elaboración propia, 2022.

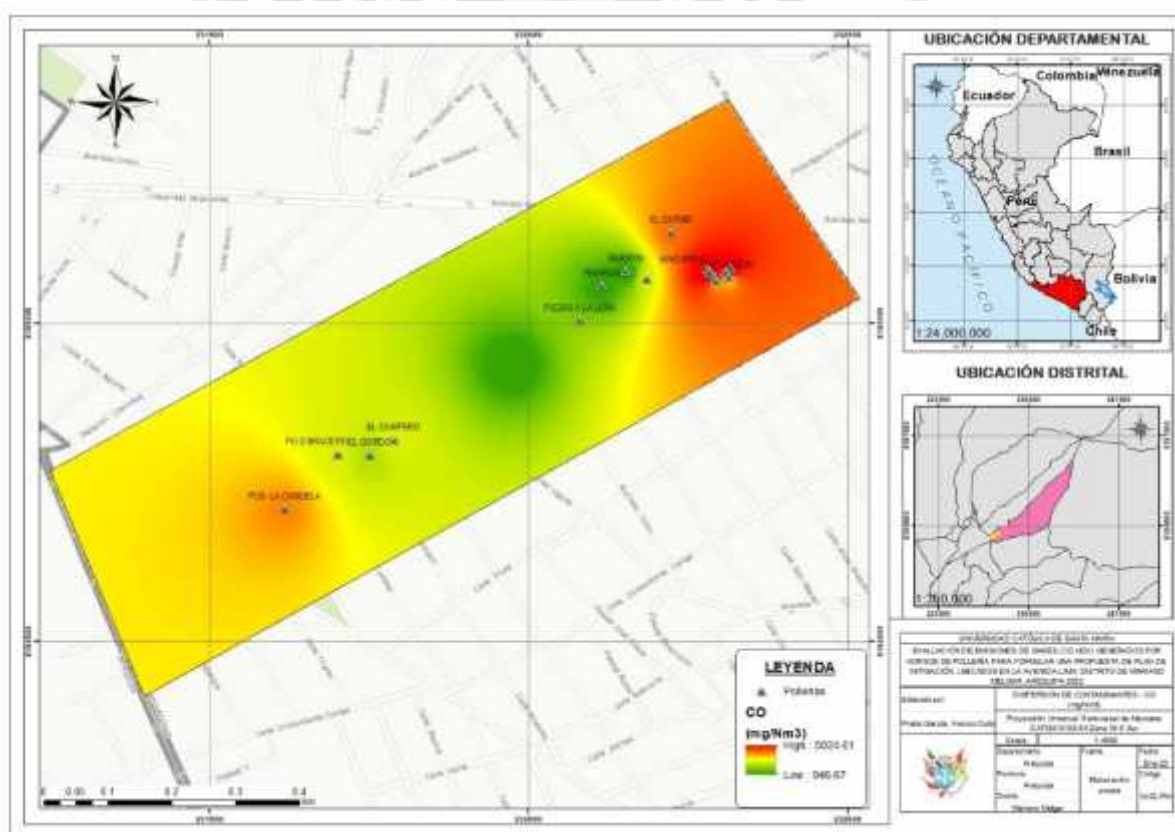
Se elaboró un mapa de concentración, mediante la interpolación con la herramienta IDW en el Software QGIS Documentation Versión 3.28, de todos los parámetros como son el NO, NOX, CO Y PM10. Donde se tomo como referencia los limites que sobrepasaban las concentraciones de las partículas evaluadas. En el caso del Monóxido de Carbono se tomo como referencia la concentración de 1800 mg/Nm³ establecido en la Norma de concentraciones de emisiones al aire desde fuentes fijas de combustión- Ecuador, luego en el caso del Material Particulado se tomo como referencia la concentración de 50 mg/Nm³ Establecido en las Guías Generales sobre Medio Ambiente, Salud y Seguridad: Guías sobre emisiones en pequeñas instalaciones de combustión de la Corporación Financiera Internacional (IFC, por sus siglas en inglés) perteneciente al Grupo del Banco Mundial (2007). Por último en el caso de Óxidos de nitrógeno se tomó en consideración las zonas de mayor generaciones de este contaminante, clasificando como referencia la concentración de 10 mg/Nm³.

2.1. Monóxido de Carbono (CO)

En la Figura 28 se muestra la Concentración de emisiones de Monóxido de Carbono generadas por las pollerías a lo largo de la Avenida Lima. Así mismo se puede diferenciar las concentraciones en la leyenda, evidenciándose la mayor cantidad de concentración en las zonas donde las pollerías usan una cantidad de carbón.

Figura 28

Mapa de Concentración de Monóxido de Carbono por pollería en la Avenida Lima, distrito de Mariano Melgar.



Fuente: Elaboración propia.

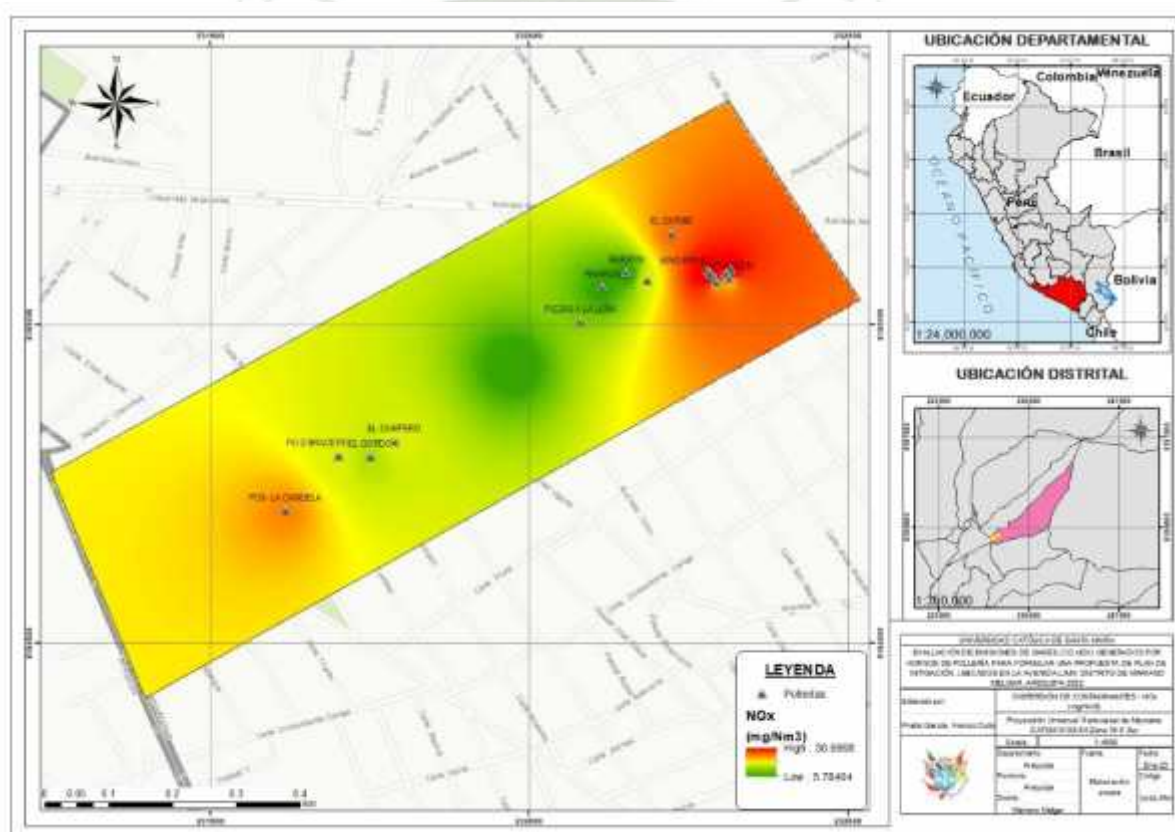
2.2. Óxidos de Nitrógeno (NO_x)

En la Figura 29 se muestra la Concentración de emisiones de Óxidos de Nitrógeno generadas por las pollerías a lo largo de la Avenida Lima. Así mismo se puede diferenciar las

concentraciones en la leyenda, evidenciándose la mayor cantidad de concentración en las zonas donde las pollerías usan una cantidad de carbón.

Figura 29

Mapa de Concentración de Óxidos de Nitrógeno por pollería en la Avenida Lima, distrito de Mariano Melgar



Fuente: Elaboración propia.

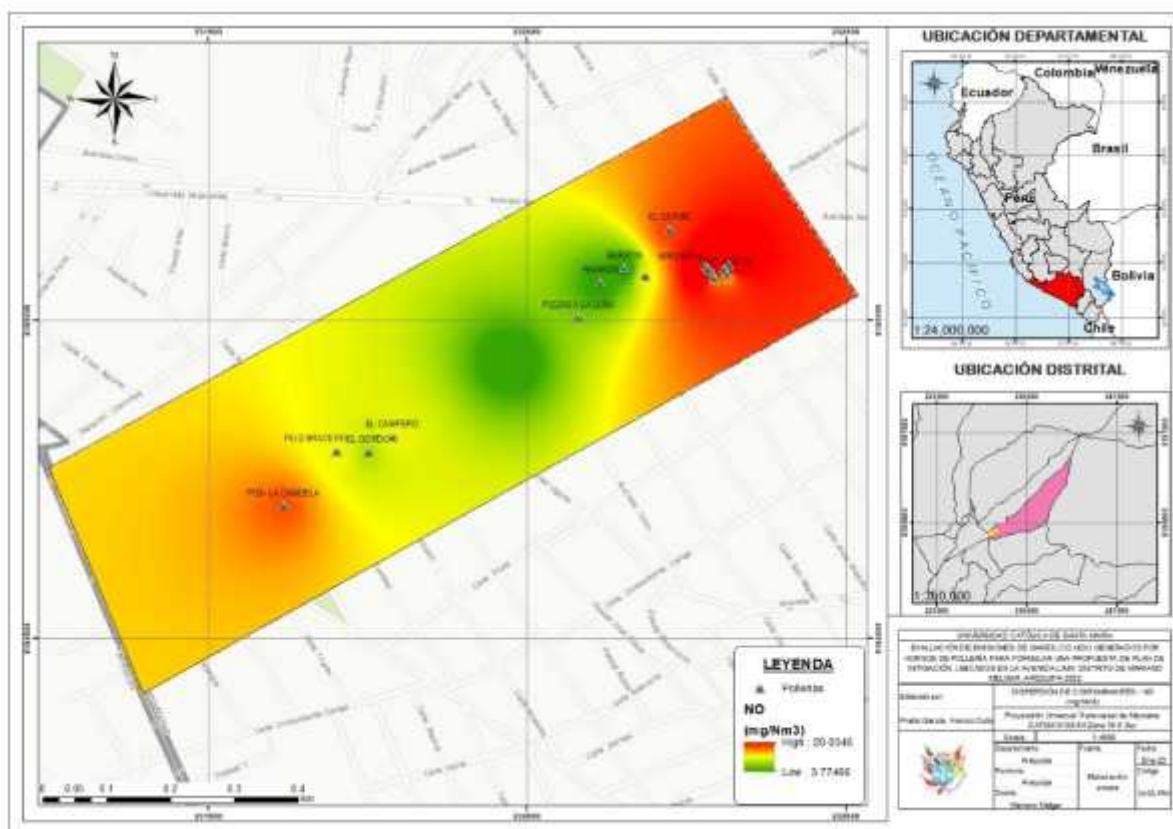
2.3. Monóxido de Nitrógeno (NO)

En la Figura 30 se muestra la Concentración de emisiones de Monóxido de nitrógeno generadas por las pollerías a lo largo de la Avenida Lima. Así mismo se puede diferenciar las concentraciones en la leyenda, evidenciándose la mayor cantidad de concentración en las zonas

donde las pollerías usan una cantidad de carbón.

Figura 30

Mapa de Concentración de Monóxido de Nitrógeno por pollería en la Avenida Lima, distrito de Mariano Melgar



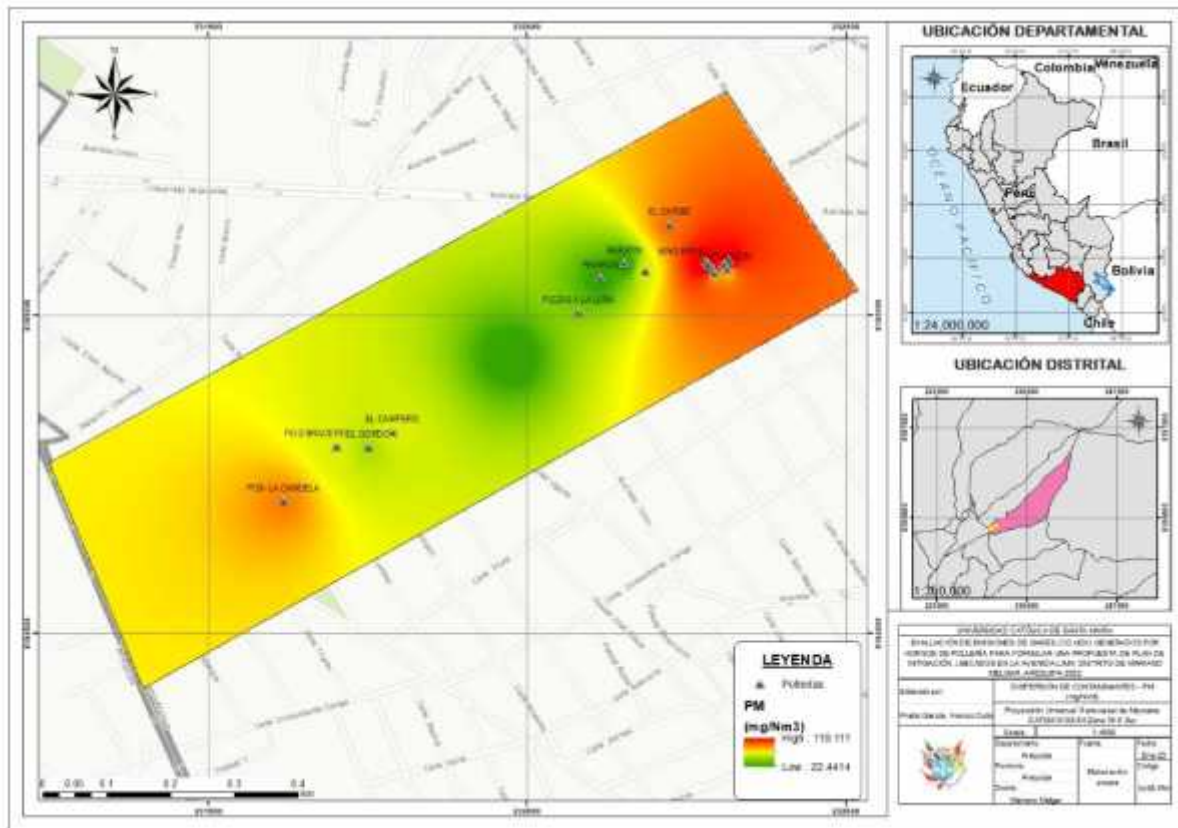
Fuente: Elaboración propia.

2.4. Material Particulado (PM)

En la Figura 31 se muestra la Concentración de emisiones de Material Particulado generadas por las pollerías a lo largo de la Avenida Lima. Así mismo se puede diferenciar las concentraciones en la leyenda, evidenciándose la mayor cantidad de concentración en las zonas donde las pollerías usan una cantidad de carbón.

Figura 31

Mapa de Concentración de Material Particulado por pollería en la Avenida Lima, distrito de Mariano Melgar



Fuente: Elaboración propia.

Al contar con todos los mapas de concentraciones por cada parámetro, se consideró los parámetros los cuales superaron límites como la Norma de concentraciones de emisión al aire desde fuentes fijas de combustión –Ecuador (2012) en el caso del Monóxido de Carbono y Guías Generales sobre Medio Ambiente, Salud y Seguridad: Guías sobre emisiones en pequeñas instalaciones de combustión de la Corporación Financiera Internacional (IFC, por sus siglas en inglés) perteneciente al Grupo del Banco Mundial (2007) en el caso del material particulado.

Se realizó una clasificación con estos parámetros, donde las pollerías que superaron estos límites se les considero como color naranja y rojo dependiendo la cantidad el grado de valor

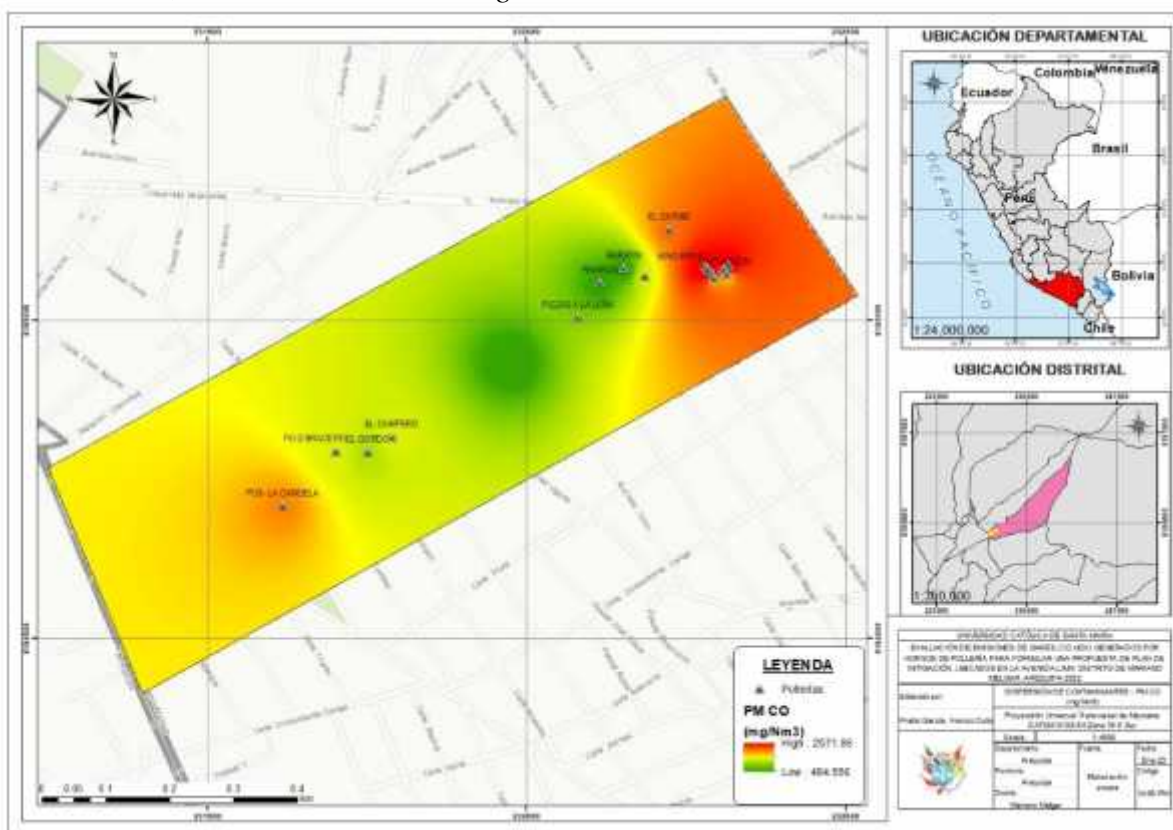
que se obtuvo.

2.5. Material particulado y Monóxido de carbono.

En la Figura 32 se muestra la clasificación de la concentración de los contaminantes en las pollerías que superan los límites establecidos.

Figura 32

Mapa de Concentración de material particulado y monóxido de carbono, por pollería en la Avenida Lima, distrito de Mariano Melgar.



Fuente: Elaboración propia.

2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

2.1. Monitoreo de emisiones de contaminantes atmosféricos

Si bien es cierto, existe normativa peruana que regula las emisiones gaseosas en diversos sectores de producción, como la fabricación de cemento y cal; sector pesquero, sector hidrocarburos, hasta sectores relacionados con el funcionamiento de vehículos automotores;

sin embargo, no existe normativa para el rubro de la empresa objeto de estudio.

Debido a esto, se usó normativa internacional como referencia, tal como, la Norma de Concentraciones de Emisión al Aire desde Fuentes Fijas de Combustión – Ecuador (2012) y las Guías sobre Emisiones en Pequeñas Instalaciones de Combustión (IFC, 2007). Cabe resaltar que trabajos similares como los de García (2022) o Abanto & Villoslada (2022) comparan sus resultados con los Estándares de Calidad Ambiental para aire; sin embargo, en cuestión de emisiones, es más factible usar Límites Máximos permisibles, en este caso de normativa internacional, como ya se mencionó líneas arriba.

Los autores Abanto & Villoslada (2022), mencionan en su estudio que la elección de los puntos de muestreo establecidos se deben a la ubicación geoespacial y distribución de las pollerillas a lo largo de una avenida en la zona urbana, pues permitió una mayor diferenciación del comportamiento del contaminante en la atmosfera. De igual forma los resultados derivados del análisis de datos en un programa digital resaltan la importancia de los Sistemas de Información Geográfica en diversas áreas de evaluación ambiental.

Es por ello que la presente investigación muestra resultados de monitoreos de la calidad de aire, proporcionando valores de las concentraciones de las emisiones de contaminantes de una serie de pollerías ubicadas a lo largo de la Avenida Lima en el distrito de Mariano Melgar, en la ciudad de Arequipa.

Con respecto a la comparación de resultados obtenidos, se determinó que los gases de combustión incompleta junto con el material particulado son los contaminantes clave. En el caso de la concentración de Material Particulado identificada en la estación de monitoreo PO-1 presenta un valor por debajo del Límite Máximo Permisible establecido en la Norma de Concentraciones de Emisión al Aire desde Fuentes Fijas de Combustión – Ecuador (2012); en tan caso, cumple con lo establecido en la normativa de referencia. Sin embargo, se observa que

dicho valor se encuentra por encima de lo indicado para el parámetro según las Guías sobre Emisiones en Pequeñas Instalaciones de Combustión (IFC, 2007), por lo que, no cumple con lo dispuesto para esta normativa de referencia.

Así mismo, Lizarraga et. al (2019) reportan valores bajos en emisiones atmosféricas de pollerías en la ciudad de Ayacucho, los cuales son mucho menor a los límites de referencia y menor al reportado en el presente trabajo, así mismo esto se justifica en el tipo de combustible que se usa; concordando con Lango-Reynoso et al. (2018), que indica que el uso de la leña genera muchas más emisiones en comparación con el uso de carbón vegetal; también Díaz-Nigenda et. al (2022) menciona que el material particulado es de los contaminantes más predominantes en este tipo de actividades, por lo que es normal que sus valores sean altos.

Cabe resaltar que, Lizarraga et. al (2019) mencionan que su estudio proporcionaría una idea muy general del estado de la calidad de aire, considerando como factores determinantes a la dirección y velocidad del viento, ya que dichas variables meteorológicas se encuentran asociadas a la dispersión material particulado. Es así que, los resultados de su mapa calculado según el modelo AERMOD indicarían que el punto máximo de concentraciones de $PM_{2.5}$ corresponde a zonas de vientos estables.

No obstante, el estudio de Chávez et. al (2022) mostró que en el Inventario de emisiones atmosféricas en la calidad de aire de la ciudad de Huánuco efectuado, el Material Particulado ocupaba el segundo lugar en la lista de contaminantes, siendo el PM_{10} producto de la gran cantidad de vehículos automotores presentes y la ineficiente infraestructura vial, seguido del $PM_{2.5}$ cuyo efecto se debe al desgaste de frenos y neumáticos de los vehículos.

De igual manera, Oscategui (2020), también hace énfasis en la relación de las concentraciones del PM_{10} y su interacción con los factores meteorológicos, pues menciona en su estudio que durante los meses de verano la capa de inversión térmica suele presentar una

altura base menor en comparación con la superficie del suelo, lo que resulta en una reducción en la dispersión y transporte de contaminantes, con un consiguiente aumento en su concentración. Esto puede indicar que el monitoreo realizado para el presente trabajo de tesis se vería influenciado por fuentes ajenas a las chimeneas de las pollerías, como: las horas de mayor actividad antropogénica, el parque automotor, condiciones climáticas (temperatura, humedad, estación del año).

Por otro lado, para la presente investigación las concentraciones para los gases de Monóxido de Carbono (CO), Óxidos de Nitrógeno (NO_x) y Dióxido de Azufre (SO₂) fueron corregidas a porcentajes de Oxígeno de acuerdo a la exigencia normativa usando también la corrección brindada por el laboratorio contratado.

En el caso de la evaluación de Monóxido de Carbono, la concentración registrada para las estaciones de monitoreo PO-1, PO-2 y PO-3, indican que se encuentran por encima del Límite Máximo Permisible para este parámetro; destacando la estación PO-1 por su elevado resultado, esto puede deberse en gran parte al efecto de combustión incompleta de los compuestos químicos producto del uso de combustibles fósiles; y al igual que la ubicación de dichas estaciones, pues la acumulación del monóxido de carbono en las zonas urbanas se debe también al tránsito de vehículos automotores, ya que al tratarse de una avenida concurrida, los resultados también dependerán de la intensidad del tráfico (Chávez, et. al, 2022).

Esto quiere decir que no cumple con lo establecido en la normativa de referencia: Norma de concentraciones de emisión al aire desde fuentes fijas de combustión – Ecuador (2012) ni a las Guías sobre Emisiones en Pequeñas Instalaciones de Combustión (IFC, 2007), esto debido a que este gas es el que más se genera en este tipo de actividades, valores similares presentan Díaz-Nigenda et. al (2022) que señalan a este gas como el más predominante en actividades del rubro, obteniendo grandes concentraciones en sus estudios, superando las 200 T/año, y

asociándola también a la deforestación de la zona.

De igual forma, López et. al (2018) mencionan que el monóxido de carbono es el contaminante que más se emite por pollerías en la ciudad de Trujillo, sobre todo los fines de semana donde se incrementa la producción, llegando hasta valores de 159 ton/año, los cuales oscilan entre los 756 y 1068.75 ppm., cabe resaltar que supera por mucho a los valores de NO, NOx y SO₂. Asimismo, García (2022), menciona que debido al continuo abastecimiento de materia prima (carbón vegetal) en los hornos de pollerías durante la etapa de producción / cocción, tiene como consecuencia elevar la temperatura, y por consiguiente se incrementan las concentraciones de monóxido de carbono (CO); es así que se evidencian emisiones de CO con un valor de 29.5 ppm, superando lo establecido en el ECA aire. No obstante, según los registros del estudio de Iparraguirre (2016), tras la evaluación las chimeneas de tres pollerías diferentes se observaron concentraciones de CO que varían desde 16.2 a 17.2 ppm.

Con respecto a los Óxidos de Nitrógeno, la concentración registrada en la estación de monitoreo PO-1 se encuentra por debajo del Límite Máximo Permissible para este parámetro; por lo tanto, cumple con lo establecido en la normativa de referencia: Norma de concentraciones de emisión al aire desde fuentes fijas de combustión – Ecuador (2012) y en las Guías sobre Emisiones en Pequeñas Instalaciones de Combustión (IFC, 2007) lo cual indica que esta actividad no tiene una gran incidencia en la generación de Óxidos de nitrógeno, por lo que sus valores no son significativos, cumpliendo con las normas de referencia.

Estos resultados son similares a los reportados por García (2022) los cuales presentan valores menores a sus normas de referencia, indicando que se debe a que las emisiones de dióxido de nitrógeno presenta una baja incidencia en generar mayor impacto en contra del medio ambiente en estos establecimientos comerciales; de igual forma según la información expuesta en la investigación de Inca (2016), los valores de NOx desde una fuente fija como

pollerías en la ciudad de Pisco tampoco muestra que se haya infringido la normativa nacional.

2.2. Mapa de concentraciones atmosféricas generadas por los hornos.

En base a los resultados de la modelación se registró las zonas con una mayor concentración de gases principalmente Monóxido de carbono y Material Particulado por la combustión de carbón vegetal, ya que estos gases son los más predominantes en el rubro del objeto de estudio, tal y como se reporta en diversos estudios como los de Cruz et. al (2018), Abanto & Villoslada (2022) o Díaz-Nigenda (2022) los cuales reportan al Monóxido de carbono y al Material Particulado PM₁₀ como los contaminantes más predominantes en el rubro del objeto de estudio.

Cabe resaltar que en la actualidad, los modelos empleados para evaluar la calidad del aire utilizan técnicas y métodos matemáticos y numéricos a fin de simular y replicar los procesos físicos y químicos que influyen en la dispersión y transformación de contaminantes en la atmósfera, empleando datos meteorológicos y detalles sobre las fuentes de emisión, con ello se pueden elaborar mapas que demuestren de manera más gráfica y realista el comportamiento de los contaminantes en entornos ambientales y su influencia en el medio (Alva, 2019).

2.3. Propuesta de plan acción para mitigar las emisiones de gases (CO, NOx)

Para mayor detalle del Plan de Manejo Ambiental propuesto se recomienda ir al Capítulo de Anexos, *ANEXO N° 5.*, donde podrá visualizar con mayor profundidad las medidas propuestas, cuadros y matrices.

A continuación, se muestra un resumen del plan elaborado, dando a conocer las principales

actividades del proyecto con potencial de causar impactos ambientales en su área de influencia.

Estas actividades se presentan según el orden de las etapas del proyecto.

Tabla 10

Actividades del proyecto con potencial de causar impactos ambientales.

ETAPA	COMPONENTE DEL PROYECTO	ACTIVIDADES SUSCEPTIBLES DE PRODUCIR IMPACTOS	ASPECTO	CÓDIGO
Operación	ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Preparación de pollos a la brasa	Generación de gases y material particulado, Generación de ruido, Generación de empleo	OM-01

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11

Potenciales Impactos Ambientales por Componentes y Actividad

ETAPA			Operación	
ACTIVIDADES			OM-01	
COMPONENTE	IMPACTO			
Medio Físico	Suelo	Topografía y Fisiografía		
		Calidad del suelo		
	Agua	Calidad de agua superficial		
		Aire	Calidad de aire	X
			Ruido y vibraciones	X
Medio Biológico	Flora	Ecosistema		
		Flora terrestre		
	Fauna	Hábitat		
		Especies terrestres		
Medio Socioeconómico	Aspectos económicos y culturales	Generación de ingresos		
		Empleo	X	
		Salud		
Medio transversal	Aspectos transversales	Servicios eco sistémicos		
		Paisaje		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12

Evaluación de los Potenciales Impactos Ambientales

ETAPA		Operación y mantenimiento											
ACTIVIDADES		Parámetro											T
COMPONENTE	IMPACTO	C	I	E	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	
Medio físico	Calidad de aire	+	8	2	4	2	2	1	1	1	4	2	45
	Ruido	+	2	2	2	1	1	1	1	1	2	2	21
Medio Socioeconómico	Aspectos económicos y culturales	+	2	2	2	1	1	1	1	1	2	2	21

Fuente: Elaboración propia.

El medio físico se verá afectado por el uso de carbón vegetal el cual al ser usado para la preparación de pollos a la brasa genera gases tales como CO y NOx por la combustión incompleta de la reacción de oxidación, además podría generarse niveles de ruido molestos en caso no se haga un mantenimiento adecuado a las chimeneas.

Así mismo, se genera la necesidad de contratación de personal destinado a la preparación de dicho producto de manera poco recurrente teniendo un impacto muy leve sobre el medio socioeconómico local. Para lo cual se propone las siguientes medidas de manejo ambiental:

Si bien los gases y material particulado generado puede ser ocasionado por la alta confluencia de vehículos los establecimientos comerciales identificados, del rubro

Pollerías deberán implementar hornos ecológicos de manera progresiva a fin de reducir el consumo de carbón natural.

Se deberá humedecer los residuos de carbón y leña utilizados para su transporte, evitando la dispersión de material particulado y polvo.

Se deberá mantener apagado los equipos y/o maquinarias cuando no se encuentre realizando labores.

Se realizará el mantenimiento preventivo de los hornos y chimeneas utilizadas para la preparación de Pollos a la brasa de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Así mismo, se verificará que las chimeneas no presenten fugas previas a la descarga a fin de implementar filtros de partículas. El apropiado funcionamiento dentro de los parámetros de diseño reducirá la cantidad de contaminantes emanados durante la operación de los hornos.

Planificar un programa de monitoreo que permita evaluar que la concentración de los diferentes gases contaminantes y material particulado emitido por las chimeneas no sea superior al ECA.

Implementar en las chimeneas filtros que permitan reducir la emisión de material particulado al ambiente. Así mismo, se debe realizar el mantenimiento continuo de estos filtros para mantener la eficiencia en su funcionamiento.

Realizar mantenimiento periódico de la campana extractora y otros ductos de aire que se utilicen en la cocina.

Tabla 13

Obligaciones y compromisos ambientales

Etapa	Actividad	Impacto ambiental	Obligaciones y/o compromisos ambientales	Presupuesto	Fecha o frecuencia	Indicador a ser monitoreado
Operación y mantenimiento	Preparación de pollos a la brasa	Baja calidad de aire por contaminación producto de gases y material particulado	Plan de Manejo Ambiental	2,000.00	Implementación de hornos ecológicos y filtro de aire en chimenea por única vez.	Nº de tecnologías adquiridas (hornos ecológicos)
			Plan de Vigilancia	500.00	Plan de vigilancia ambiental anual.	Nº de monitoreos ambientales realizados
		Daños a la salud humana	Plan de Contingencias	500.00	Plan de contingencias	Nº de compra de artículos para plan de contingencia

Fuente: Elaboración propia.

A. PROGRAMA DE MEDIDAS DE MANEJO PARA ÁREAS CRÍTICAS

De acuerdo con la evaluación de impactos ambientales realizada para el Proyecto, la preparación del producto propio de estos establecimientos comerciales ocasiona una alteración de la calidad de aire por gases y material particulado.

Para poder evaluar y establecer medidas que permitan reducir el impacto a la calidad de aire es necesario considerar que el mapa de concentración de Monóxido de Carbono y Monóxido de Nitrógeno por pollería en la Avenida Lima del distrito de Mariano Melgar muestra una dispersión de contaminantes con dirección de viento SW esto en concordancia con data de la estación meteorológica de la pampilla SENAMHI (2022) y con velocidad de viento promedio 7.09 m/s.

B. MEDIDAS DE INGENIERÍA

Todas las medidas serán de implementación progresiva en concordancia con los ingresos brutos de dichas pollerías, llegando en un plazo no mayor a 5 años a la eliminación del uso de carbón vegetal.

Implementar hornos ecológicos de manera progresiva a fin de reducir el consumo de carbón natural.

Se deberá humedecer los residuos de carbón y leña para su transporte, evitando la dispersión de material particulado y polvo.

Se realizará el mantenimiento preventivo de los hornos y chimeneas utilizadas para la preparación de Pollos a la brasa de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Así mismo, se verificará que las chimeneas no presenten fugas previas a la descarga a fin de implementar Filtros de Partículas. El apropiado funcionamiento dentro de los parámetros de diseño reducirá la cantidad de contaminantes emanados durante la

operación de los hornos. Así mismo, se realizará el mantenimiento periódico de la campana extractora y otros ductos de aire que se utilicen en la cocina.

Se realizará el mantenimiento continuo de estos filtros para mantener la eficiencia en su funcionamiento para lo cual se elaborará un programa de mantenimiento con frecuencia anual.

Se deberá mantener apagado los equipos y/o maquinarias cuando no se encuentre realizando labores.

Uso de ladrillos refractarios para mantener el calor y reducir el consumo de carbón y por consiguiente la emisión de gases contaminantes.

Planificar un programa de monitoreo que permita evaluar que la concentración de los diferentes gases contaminantes y material particulado emitido por las chimeneas.

C. MEDIDAS PROSPECTIVAS

Si bien durante la evaluación se determinó las mayores concentraciones en los extremos del área de estudio pudiendo ser determinada por la confluencia vehicular de la Plaza Umachiri y Avenida Lima, se observa también que en dichas áreas están ubicadas pollerías que utilizan como materia prima carbón vegetal, por lo que la hipótesis de que dichos establecimientos comerciales guardan relación con la ubicación de zonas donde se superan los estándares evaluados.

A partir de ello se plantea como medida prospectiva la creación de normativa ambiental tanto para la implementación progresiva de hornos ecológicos y la eliminación del carbón vegetal como comburente para dicha actividad; así también, la creación de Límites Máximos Permisibles como regulación para las chimeneas de estos establecimientos.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. En primer lugar, se evaluaron los niveles de concentración de gases (CO, NO_x) generados por hornos de pollerías ubicados en la Avenida Lima, distrito de Mariano Melgar, Arequipa 2021; los resultados mostraron concentraciones del CO en 6% (mg/Nm³) el O₂ es 5403.66, en 7% (mg/Nm³) es 5041 y en 11% (mg/Nm³) es 3591. Por otra parte, en lo referente a NO_x en 6% (mg/Nm³) el O₂ es 33.02, en 7% (mg/Nm³) es 30.8 y en 11% (mg/Nm³) es 21.9. Tocante a PM₁₀ el nivel de concentración es 119.46 mg/Nm³. Cabe resaltar que para dicho monitoreo; se seleccionó la Pollería el Pollo Leal como única muestra por aplicar el método no probabilístico por conveniencia, y se contó con una sola estación de monitoreo catalogada como PO1, siguiéndose las directrices definidas en el Protocolo de Monitoreo de Emisiones Atmosféricas (Resolución Ministerial N° 026-2000- ITINCI-DM) y del Protocolo Nacional de monitoreo de la calidad ambiental el aire. Se incluye también el monitoreo de PM₁₀.

2. Posteriormente, se compararon los resultados obtenidos del monitoreo de los niveles de concentración de los gases (CO, NO_x) generados por hornos de pollería ubicados en la Avenida Lima, Distrito de Mariano Melgar., se ingresaron los datos obtenidos en un software de análisis e información geografía, y se obtuvo una serie gráficas y mapas donde se puede observar el comportamiento de los contenidos de Monóxido de Carbono, Óxidos de Nitrógeno, Monóxido de Nitrógeno, y Material Particulado. En el caso del CO monitoreado en PO1 supera el Límite Máximo Permisible establecido en la normativa de referencia: Norma de concentraciones de emisión al aire desde fuentes fijas de combustión. En consideración a los NO_x se encuentran dentro del rango instituido en la normativa de referencia. Concerniente al PM₁₀ está por encima de las Guías Generales sobre Medio Ambiente, Salud y Seguridad: Guías sobre emisiones en pequeñas instalaciones de combustión de la Corporación Financiera

Internacional (IFC, por sus siglas en inglés) perteneciente al Grupo del Banco Mundial (2007)

3. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el monitoreo y el mapa de dispersión, se entiende que los gases generados por el uso de carbón generan problemas a la salud a las personas y del medio ambiente, por lo que se formuló un Plan de Mitigación con el fin de reducir la emisión de estos gases generados por los hornos de pollerías en la Avenida Lima, Distrito de Mariano Melgar, para lo cual se tomó en cuenta un formato estándar que fue adjuntado en Anexos, incluyendo lineamientos generales, medidas de manejo ambiental, un plan de contingencias, planes de vigilancia, y los costos que involucraría el poner en marcha dicho Plan.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar monitoreos de la calidad ambiental del aire de los distritos así mismo el monitoreo emisiones de gases de combustión generados por los diferentes rubros como el parque automotor, parque industrial y sectores comerciales. De esta forma Impulsar el estudio e interés en este sector, demostrado que es una fuente de contaminación.
- Se sugiere impulsar el estudio de las emisiones de diferentes gases emitidos por la combustión de carbón como los Hidrocarburos, los cuales incluyen compuestos como el metano y Compuestos orgánicos volátiles, los cuales contribuyen a la formación de ozono troposférico y smog fotoquímico. También mencionar Óxidos de azufre el cual tiene como principales características la formación de lluvia acida.
- Se sugiere suscribir un convenio con la Municipalidad distrital de Mariano Melgar y el Ministerio del Ambiente para planificar capacitaciones en general relacionadas al cuidado del medio ambiente y a la adopción de tecnologías limpias y eco-amigables para el personal.

CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Alva, H. D. A. (2019). *“Concentración de Material Particulado, Monóxido de Carbono, Dióxido de Azufre y Dióxido de Nitrógeno en la Planta de Producción de Óxido de Calcio Puylucana, Cajamarca 2018”*. [Tesis de grado académico de maestro, Universidad Nacional de Cajamarca]. Recuperado de <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/3523#:~:text=La%20concentraci%C3%B3n%20promedio%20de%20material,m3%20de%20material%20particulado%20PM2.>

Arellano, D. J., & Guzmán, P. J. E. (2018), *“Ingeniería Ambiental”*. Bogotá, Colombia: Alfaomega.

Arévalo, H. J. Miguel, J. (2007). *“Diseño de un sistema integrado para la producción de briquetas de biomasa a partir del aprovechamiento de la cascarilla de arroz en el distrito de San Hilarión, San Martín”* [Tesis de grado profesional, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Recuperado de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/623483/AR%c3%89VALO_hj.pdf?sequence=5&isAllowed=y

Asencio, J. D., & Vega, (2020). *“Análisis de dispersión de contaminantes utilizando el Modelo Gaussiano en chimeneas”* [Tesis de grado profesional, Universidad Peruana Unión]. Recuperado de https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/3183/Juan_Trabajo_Bachiller_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Braga, L. (s.f.). *“Enciclopedia de término del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas Dióxido de carbono”*. Recuperado de

<https://www.mendoza.conicet.gov.ar/portal/enciclopedia/terminos/DioxiCar.htm>

Cama, D., & Epifanio, A. (2019). “*Simulación de la Combustión el Carbón Mineral en horno de Lecho Fluidizado como una alternativa en la Reducción de Contaminantes Gaseosos*” [Tesis de grado académico de doctor, Universidad Nacional de San Agustín]. Recuperado de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/9140>

Chávez, B. M., Estela, E. & Estacio, D. J. (2022). “*Inventario de Emisiones Atmosféricas en la Calidad del Aire de la Ciudad de Huánuco*”. Huánuco. Perú. Ministerio del Ambiente.

Coaquira, Q. J. M. (2018). “*Factores Determinantes de la Calidad Ambiental del Aire de la Provincia de Arequipa en las Enfermedades Respiratorias como Causas Primarias de Morbilidad y Mortalidad (Asis 2016), 2018*” [Tesis de grado profesional, Universidad Nacional de San Agustín]. Recuperado de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/7065/BIcoqujm.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Consejo Nacional del Ambiente (CONAM). (2005). “*Plan a limpiar el aire: Gesta zonal de aire Arequipa*”. Recuperado de <https://repositoriodigital.minam.gob.pe/handle/123456789/281>

Cruz, K., López, J., Saldaña, K., & Valderrama, I. (2019). “*Disminución de CO mediante un filtro de monolito de carbón de las emisiones generadas por pollerías del Centro Histórico de Trujillo*” [Tesis de grado profesional, Universidad César Vallejo]. Recuperado de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/32023>

Cuero, M. L. V. (2020). “Combustión de carbón vegetal, enemigo latente del medio ambiente”.

Sabia

Revista

Científica,

6(1).

<http://ediciones.unipacifico.edu.co/index.php/sabia/article/view/41>

De Assunção, J. V., & Pesquero, C. R. (1999). “Dioxinas e furanos: origens e riscos”. *Revista de Saúde Pública*, 33(5), pp. 523-530.

DIGESA. (2005). “*Protocolo de monitoreo de la calidad del aire y gestión de los datos*”. Perú.

Echeverri, L. C. A. (2019). “*Contaminación Atmosférica*”. Bogotá. Colombia. Ediciones de la U.

CICAM, CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y CONTROL AMBIENTAL. (2023). “*Emisiones en fuentes fijas*”. Obtenido de CICAM EPN: <https://cicam.epn.edu.ec/servicios/emisiones-en-fuentes-fijas#:~:text=Se%20pueden%20considerar%20fuentes%20fijas,minera%20a%20cielo%20abierto%2C%20se>

CIEMAT. (2016). “*Modelización de la contaminación atmosférica*”. Obtenido de CIEMAT: <http://www.ciemat.es/MCAportal/portal.do?IDM=123&NM=3>

García, R. E. (2019). La combustión de carbón vegetal y sus emisiones en las chimeneas de las pollerías: una revisión de la literatura científica (Trabajo de investigación). Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Recuperado de <https://hdl.handle.net/11537/26220>

Higashi, M., & Burns, T. P. (1991). “*Enrichment of ecosystem theory. Theoretical Studies of Ecosystems. The network perspective*. London: Cambridge University Press”.

IFC Corporación Financiera Internacional. (2007). “*Guías Generales sobre Medio Ambiente, Salud y Seguridad: Guías sobre emisiones en pequeñas instalaciones de combustión*”. <https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/eb6fddc1-a3e3-4be5-a3da->

bc3e0e919b6e/General%20BEHS%20-%20Spanish%20-
%20Final%20Brev%20Bcc.pdf?MOD=AJPERES&CVID=nPtgG11

Inca N. C. K. (2016). “Modelo Gaussiano de Dispersión y la Estimación de la Tasa de Emisión de Material Particulado en la Zona Costera de la Panamericana Sur en el Distrito de Paracas Provincia Pisco” [Tesis de grado profesional, Universidad Alas Peruanas]. Recuperado de https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/1644/Tesis_Modelo%20Gaussiano_Dispersi%C3%B2n%20Estimaci%C3%B2n_Tasa%20Emisi%C3%B2n.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (06 de junio del 2017). “Perú - Censo de Infraestructura Educativa 2013”. Recuperado de http://webinei.inei.gob.pe/anda_inei/index.php/catalog/265/vargrp/VG25

Iparraguirre, L. A. (2016). “Formulación de propuesta de lavado de gases de combustión en las emisiones de las chimeneas de pollerías de la ciudad de Trujillo, Perú” [Tesis de grado académico de maestro, Universidad Nacional de Trujillo]. Recuperado de <https://1library.co/document/8ydnxdgq-formulacion-propuesta-lavado-combustion-emisiones-chimeneas-pollerias-trujillo.html>

IQAir. (04 de noviembre del 2011). “Calidad del aire en Arequipa”. Recuperado de <https://www.iqair.com/es/peru/arequipa>

Jorquera, G. H. (2015). “Introducción a la Contaminación Atmosférica”. Santiago, Chile. Ediciones Universidad Católica de Chile. Recuperado de <https://books.google.com.pe/books?id=y-tTDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=contaminaci%C3%B3n+atmosf%C3%A>

9rica&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjewLmO1dz1AhXNJUQIHcp8A1MQ6AF6B
AgGEAI#v=onepage&q&f=false

Kabir, E., Kim, K.-H., Ahn, J.-W., Hong, O.-F., & Sohn, J. R. (2010). “Barbecue charcoal combustion as a potential source of aromatic volatile organic compounds and carbonyls”.

Lizarraga, I. J., Pomalaya, J. E., Suarez, L. F., Bendezu, Y., Lizarraga, I. J., Pomalaya, J. E., Suarez, L. F., & Bendezu, Y. (2019). “Dispersion of particulate material 2.5 emitted by roasted chicken restaurants using the AERMOD model in Huancayo Metropolitan, Peru”. *Revista DYNA*, 86(211), pp. 346-353 Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/78812>

Lockwood, A. H., Welker-Hood, Rauch, M., & Gottlieb, B. (2009). “*El impacto del carbón sobre la salud humana*. Greenpeace”. Recuperado de https://www.ocmal.org/wp-content/uploads/2013/01/www.greenpeace.org_argentina_Global_argentina_report_2010_4_impacto-carbon-salud-humana.pdf

Machaca, I. (6 de Junio del 2019). “Contaminación del aire en Arequipa se compara con grandes ciudades de América Latina”. *El Búho*. Recuperado de: <https://elbuho.pe/2019/06/contaminacion-del-aire-en-arequipa-se-compara-con-grandes-ciudades-de-america-latina/>

Majumdar, D., Chintada, A., Sahu, J., & Rao, C. V. C. (2013). “Emissions of greenhouse and non- greenhouse air pollutants from fuel combustion in restaurant industry. *Int. J. Environ. Sci. Technol*, 10, pp. 995–1006”. Recuperado de <http://www.bioline.org.br/pdf?st13095>

McDonald, J. D., Zielinska, B., Fujita, E. M., Sagebiel, J. C., Chow, J. C., & Watson, J. G.

(2003). “Emissions from Charbroiling and Grilling of Chicken and Beef. *J Air Waste Manag Assoc.*, 53(2), pp.185-94”. Recuperado de <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10473289.2003.10466141>

MINAM. (2005). *Ley N° 28611 – “Ley General del Ambiente”*. Recuperado de <https://sinia.minam.gob.pe/normas/ley-general-ambiente#:~:text=Ley%20N%C2%B0%2028611%20.,%2D%20Ley%20General%20del%20Ambiente.&text=La%20presente%20Ley%20N%C2%B0,gesti%C3%B3n%20ambiental%20en%20el%20Per%C3%BA>

MINAM. (2008). “*Decreto Supremo N° 003-2008-MINA - Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Aire*”. Recuperado de <https://sinia.minam.gob.pe/normas/estandares-nacionales-calidad-ambiental-aire>

MINAM. (2009). “*Decreto Supremo N° 012-2009-MINAM - Aprueban la Política Nacional del Ambiente*”. Recuperado de https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/ds_012-2009-minam.pdf

MINAM. (2015). “*Estudio de Desempeño Ambiental*”. Recuperado de: <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/estudio-desempeno-ambiental>

MINAM. (2016). “*Índice de Calidad del Aire*”. Recuperado de <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/07/RM-N%C2%B0-181-2016-MINAM.pdf>

MINAM. (2017). “*Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM - Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias*”. Recuperado de <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-aire-establecen-disposiciones>

MINAM. (2019). “*Decreto Supremo N° 010-2019-MINAM - Decreto Supremo que aprueba el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire*”. Recuperado de <https://sinia.minam.gob.pe/normas/decreto-supremo-que-aprueba-protocolo-nacional-monitoreo-calidad>

MINAM. (s.f.). “*Fuentes y contaminantes*”. Recuperado de <https://infoaireperu.minam.gob.pe/calidad-de-aire/fuentes-y-contaminantes/>

Ministerio del Ambiente de la República del Ecuador. (2012). “*Norma de concentraciones de emisión al aire desde fuentes fijas de combustión*”. <https://www.cip.org.ec/attachments/article/401/Anexo%203%20Emisiones%20al%20Aire.pdf>

MINSA. (2005). “*Resolución Directoral N° 1424-2005-DIGESA-SA - Aprueban Protocolo de Monitoreo de la Calidad de Aire y Gestión de los Datos*”. Recuperado de <https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/252225-1424-2005-digesa-sa>

Municipalidad Provincial Chucuito Juli (MPCHJ). (2016). “*Plan de Desarrollo Urbano de La ciudad de Juli 2016-2025*”. Recuperado de <https://pdfcookie.com/documents/diagnostico-pdu-juli-mlxpz5zjqpv7>

Ordoñez, M. N. (2018). “*Plan de Gestión para el Mejoramiento de la Calidad del Aire en la Ciudad de Arequipa*” [Tesis de grado académico de maestro, Universidad Nacional de San Agustín]. Recuperado de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/7061/QUMorman.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Perú tiene 13,000 pollerías que consumen al día más de 2.9 toneladas de papa. (18 de Julio del 2021). “*Agencia Peruana de Noticias (ANDINA)*”. Recuperado de

<https://andina.pe/agencia/noticia-peru-tiene-13000-pollerias-consumen-al-dia-mas-29-toneladas-papa-853778.aspx>

Oscategui, A. H. (2020). “*Análisis de las concentraciones del PM₁₀ en su interacción con los factores meteorológicos en el distrito de Ate – provincia de Lima, durante los años 2014 al 2018*”. [Tesis de grado académico de maestro, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Recuperado de http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/2115/1/T026_47047329_T.pdf

Revelan que pollerías contaminan el aire. (21 de Marzo del 2012). RppNoticias. Recuperado de <https://rpp.pe/lima/actualidad/revelan-que-pollerias-contaminan-el-aire-noticia-463626>

Rojano, R., Mendoza, Y., Arregoces, H., & Restrepo, G. (2016). “Dispersión de Contaminantes del Aire (PM₁₀, NO₂, CO, COV y HAP) emitidos desde una Estación Modular de Compresión, Tratamiento y Medición de Gas Natural. *Información Tecnológica*, 27(5)”. Recuperado de https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642016000500012

Scientific Committees. (s.f.) Óxidos de nitrógeno (NO_x). https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/opinions_layman/es/contaminacion-aire-interior/glosario/mno/oxidos-nitrogeno-nox-oxido-nitrico-no-dioxido-nitrogeno-no2.htm#:~:text=Definici%C3%B3n%3A,nitr%C3%B3geno%20son%20incolores%20e%20inodoros

Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá. (2023). “Fuentes de emisiones fijas”. Obtenido

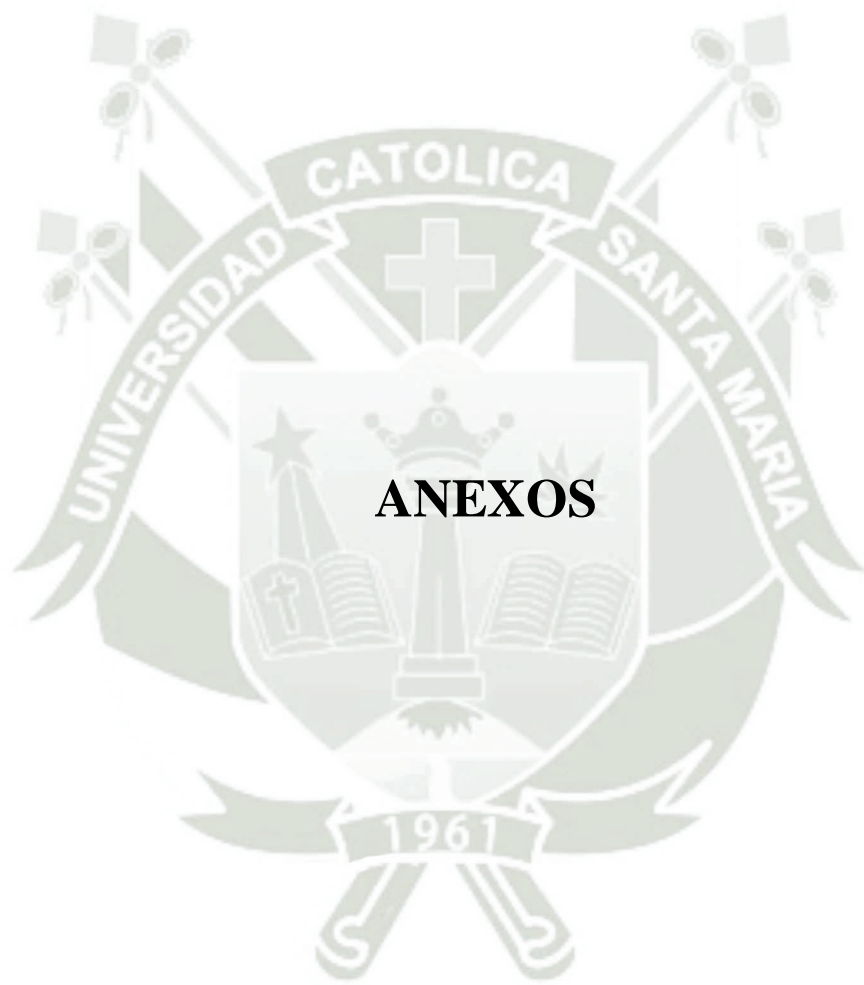
de

GOC.CO:

https://www.ambientebogota.gov.co/search?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_returnToFullPageURL=https%3A%2F%2Fambientebogota.gov.co%2Fsearch%3Fp_auth%3DDDTQ7pvHI%26p_p_id%3D3%26p_p_lifecycle%3D1%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_state_rcv%3D1&_101_assetEntryId=313575&_101_type=content&_101_urlTitle=fuentes-fijas&inheritRedirect=true

Shen, G., Du, W., Luo, Z., Li, Y., Cai, G., Lu, C., Qiu, Y., Chen, Y., Cheng, H., & Tao, S. (2020). “Fugitive Emissions of CO and PM 2.5 from Indoor Biomass Burning in Chimney Stoves Based on a Newly Developed Carbon Balance Approach. *Environ. Sci. Technol. Lett.*, 7(3), pp. 128–134”. Recuperado de <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.estlett.0c00095>

Spedding, D. J. (2017). “Contaminación Atmosférica”. Barcelona, España. Editorial Reverté S.A. Recuperado de <https://books.google.com.pe/books?id=TdMfEAAAQBAJ&pg=PR11&dq=contaminaci%C3%B3n+atmosf%C3%A9rica&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwigp-Xlit31AhX1JkQIHAYSCOQ4ChDoAXoEAcQA#v=onepage&q=contaminaci%C3%B3n%20atmosf%C3%A9rica&f=false>



LABORATORIO AMBIENTAL		DETERMINACIÓN DE EMISIONES GASEOSAS EN FUENTES ESTACIONARIAS Y/O ESTACIONARIAS		Equipo: Analizador de gases	
OE	06386-2022	Estación de Monitoreo	PO-1	Producto	Emisiones Atmosféricas
			Fecha de Inicio		13/05/2022
			Fecha de Término		13/05/2022

Parámetros Atmosféricos	Método de Referencia	Unidad	Valor
Temperatura a nivel del suelo		°C	28.0
Presión atmosférica		mmHg	749.6
Humedad relativa		%	65.0

Parámetros de Efluencia	Unidad	Valor	Método de referencia
Área del conducto	m ²	14.50	
Diámetro interno	m	0.25	
Área del conducto	m ²	0.049	
Velocidad de gases	m/s	5.35	
Temperatura de salida	°C	181.30	
Temperatura de salida	%	434.45	
Caudal volumétrico en conducto	m ³ /s	0.20	
Caudal volumétrico en condiciones estándar *	m ³ /s	0.12	

LECTURAS			
1"	2"	3"	
Velocidad	8.33	1.75	0.82
Temperatura	181.3	186.3	157.6

LECTURAS			
1"	2"	3"	
CO ₂	1.41	3.38	8.27
O ₂	1.88	2.08	5.88

Parámetros Específicos	Límite de emisión	Unidad	Conc. de emisión	Conc. corregida 11% O ₂	Caudal Baseo (mg/s)	Método de Referencia
Óxido de Carbono (CO)		%	3.26	7.00	—	
Óxido de Nitrógeno (NOx)		%	7.00	7.00	—	
Monóxido de Carbono (CO)		mg/m ³	0.04125	3.6615	438.00	EPA 4761-02-0310
Óxido de Nitrógeno (NOx)		mg/m ³	30.00	21.94	2.68	
Monóxido de Nitrógeno (NO)		mg/m ³	20.00	14.31	1.74	
Óxido de Nitrógeno (NO ₂)		mg/m ³	0.00	0.00	0.00	
Dióxido de Azufre (SO ₂)		mg/m ³	0.00	0.00	0.00	
Hidrocarburo		mg/m ³	0.00	0.00	0.00	
Sulfuro de hidrógeno		mg/m ³	0.00	0.00	0.00	

LECTURAS			
1"	2"	3"	
CO ₂	1.41	3.38	8.27
O ₂	1.88	2.08	5.88

LECTURAS			
1"	2"	3"	
CO	0.11	0.07	0.03
NO	0.1	0.1	0.15
NO ₂	0.2	0	0.00
NO _x	0.1	0.18	0.15
SO ₂	0	0	0.00
H ₂ S	0	0	0.00
H ₂ O	0	0	0.00

Observaciones

PC-10
Analista Campo

Vicente Pineda
Vulvo Supervisor

20/05/22
Fecha de entrega

MÉTODOS DE ENSAYO

- CTM - 022. Determination of Nitric Oxide, Nitrogen Dioxide and Nitric Oxidation from diluents combustion samples by electrochemical analyzer
- CTM - 030 Determination of Nitrogen Oxides Carbon Monoxide, and Oxygen. Emission from Natural Gas Fired Engines, Boilers and Process Heaters Using Portable Analyzers
- LE-ME-EFE 2018. Emisiones en fuentes estacionarias (SO₂/NO₂/CO₂ e Hidrocarburos) (Wallabo)

ANEXO N° 2.
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL ANALIZADOR DE GASES
TESTO 350-S



Certificado de Calibración **G-0023-22**

Ciiente: CONSULTORIA & MONITOREO PERU S.A.C.
Dirección de Cliente: Coop. Banco Del Sur B-2 Urb. Santo Domingo Quinta Estancia J.L.B. y Rivero - Arequipa
Instrumento: Analizador de gases
Fabricante: Testo SE & Co. KGaA
Modelo: Testo 350-S
N° de serie: 01940550
Código Cliente: CYM-AG-01
Alcance de medición: Ver especificaciones del instrumento (*)
Resolución: Ver especificaciones del instrumento (*)
Exactitud: Ver especificaciones del instrumento (*)
N° de Orden de trabajo: OT-22-0089
Fecha de Calibración: 2022-02-10
Lugar de Calibración: Instruments Lab S.A.C.

Instruments Lab S.A.C. cuenta con un laboratorio de calibración que trabaja bajo el sistema de gestión NTP ISO/IEC 17025. Los patrones usados en las calibraciones son calibrados regularmente y son trazables a estándares nacionales e internacionales. Los documentos que se han generado como resultado del presente certificado de calibración, son estrictamente confidenciales y por ninguna causa serán exhibidos ni divulgados por el personal de Instruments Lab S.A.C., obligándose a guardar la confidencialidad de la información que se genere o desarrolle. El servicio de calibración es trazable al Sistema Internacional de Unidades de medida (SI).

(*) Las especificaciones del instrumento se encuentran detalladas en las hojas de resultados por cada parámetro.

Este certificado de calibración no puede ser reproducido total ni parcialmente, excepto con la autorización del Laboratorio. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Emisión Certificado

2022-02-11

Supervisor

Daniel Pizarro

Técnico

Pedro Fernández

INSTRUMENTS LAB S.A.C.
 IL-FCG-001

Pasejo Colonial N° 800
 Urb. Los Pinos - Lima 01

+51 1 3803085
 +51 1 3803086

www.instrumentslab.com.pe
 info@instrumentslab.com.pe

Página

Procedimiento de Calibración

IL-PCG-001: "Procedimiento de calibración de analizadores de gases".

Método de Calibración

Comparación directa con un Material de Referencia Certificado.

Incertidumbre de la medición

La incertidumbre expandida de la medición, fue calculada de acuerdo a las regulaciones de la GUM, con un factor de cobertura $k=2$, la cual contiene los procedimientos de incertidumbre de la medición y la incertidumbre del sistema de medición.

Condiciones Ambientales**Temperatura**

23,9 °C

Humedad

61,1 %HR

Patrón de referencia

Material de referencia	Concentración %	Incertidumbre del MRC (k=2) %	N° Cilindro	Fecha de exp. Cilindro
Oxígeno	21,13	0,06	EB0138214	2028-10-14

Especificaciones del instrumento

Parámetro	Alcance de medición %	Resolución %	Exactitud %
Oxígeno	0 a 25	0,01	0,2

Resultados

Parámetro	Valor de referencia %	Valor del instrumento (*) %	Corrección %	Incertidumbre de la medición (k=2) %
O ₂	21,13	20,94	0,19	0,11

(*) Promedio de 3 mediciones

Hasta aquí los resultados del parámetro de Oxígeno

Patrón de referencia

Material de referencia	Concentración ppm	Incertidumbre del MRC (k=2) ppm	N° Cilindro	Fecha de exp. Cilindro
Monóxido de Carbono	1003	10,03	EB0138214	2028-10-14

Especificaciones del instrumento

Parámetro	Alcance de medición ppm	Resolución ppm	Exactitud ppm
Monóxido de Carbono	0 a 10000	1	50

Resultados

Parámetro	Valor de referencia ppm	Valor del instrumento (*) ppm	Corrección ppm	Incertidumbre de la medición (k=2) ppm
CO	1003,0	999	4,0	12,5

(*) Promedio de 3 mediciones

Hasta aquí los resultados del parámetro de Monóxido de Carbono

Patrón de referencia

Material de referencia	Concentración ppm	Incertidumbre del MRC (k=2) ppm	N° Cilindro	Fecha de exp. Cilindro
Monóxido de Nitrógeno	997,4	7,97	EB0138219	2028-10-21

Especificaciones del instrumento

Parámetro	Alcance de medición ppm	Resolución ppm	Exactitud ppm
Monóxido de Nitrógeno	0 a 3000	1	50

Resultados

Parámetro	Valor de referencia ppm	Valor del instrumento (*) ppm	Corrección ppm	Incertidumbre de la medición (k=2) ppm
NO	997,4	994	3,4	9,1

(*) Promedio de 3 mediciones

Hasta aquí los resultados del parámetro de Monóxido de Nitrógeno

Patrón de referencia

Material de referencia	Concentración ppm	Incertidumbre del MRC (k=2) ppm	N° Cilindro	Fecha de exp. Cilindro
Dióxido de Azufre	1019	7,13	EB0125058	2027-03-04

Especificaciones del instrumento

Parámetro	Alcance de medición ppm	Resolución ppm	Exactitud ppm
Dióxido de Azufre	0 a 5000	1	50

Resultados

Parámetro	Valor de referencia ppm	Valor del instrumento (*) ppm	Corrección ppm	Incertidumbre de la medición (k=2) ppm
SO ₂	1019,0	1014	5,0	8,1

(*) Promedio de 3 mediciones

Hasta aquí los resultados del parámetro de Dióxido de Azufre

Patrón de referencia

Material de referencia	Concentración ppm	Incertidumbre del MRC (k=2) ppm	N° Cilindro	Fecha de exp. Cilindro
Dióxido de Nitrógeno	193,4	2,51	CC512093	2023-10-16

Especificaciones del instrumento

Parámetro	Alcance de medición ppm	Resolución ppm	Exactitud ppm
Dióxido de Nitrógeno	0 a 500	0,1	10

Resultados

Parámetro	Valor de referencia ppm	Valor del instrumento (*) ppm	Corrección ppm	Incertidumbre de la medición (k=2) ppm
NO ₂	193,4	194,2	-0,8	2,6

(*) Promedio de 3 mediciones

Hasta aquí los resultados del parámetro de Dióxido de Nitrógeno

NOTAS

- El instrumento fue calibrado cumpliendo los requisitos de la NTP ISO/IEC 17025, bajo un Sistema de Gestión y competencia técnica. El procedimiento de calibración ha sido diseñado en base a las publicaciones técnicas realizadas por el CEM de España vigente en el tiempo en que se realizó la calibración.
- El presente certificado ampara únicamente al instrumento sometido a calibración. Los resultados presentados son válidos para el instrumento en su estado y bajo las condiciones que prevalecieron en la calibración.
- Para dar cumplimiento a la NTP ISO/IEC 17025 en la etiqueta del equipo no se coloca la fecha de vencimiento de la calibración.
- Las recomendaciones, opiniones y/o declaraciones de cumplimiento o incumplimiento a una conformidad son declaradas por el laboratorio previa solicitud por parte del cliente, mediante la consideración de los resultados obtenidos en la medición.
- Como parte del servicio de atención a los clientes, favor de enviarnos sus comentarios del servicio de calibración, dudas o aclaraciones del certificado al siguiente correo: info@instrumentslab.com.pe.

Fin del documento

ANEXO N° 3. MAPA DE ESTACIONES DE MONITOREO



Fuente. Elaboración Propia

ANEXO N° 4.

FICHA TÉCNICA DE HORNO SEMIECOLÓGICO



Características:

Horno pollero para 70 pollos diarios.

- Empresa de fabricación: El Cristo Metal Mecánico EIRL.
- Denominación: Horno Semiecológico.
- Temperatura máxima de 15 °C.
- Tiempo de cocción de 1 hora.
- Vida útil de 10 años.
- Cuenta con chumaceras de pared, aislamiento térmico en los costados con lana de vidrio, el techo y la parte posterior cuentan con ladrillo refractario de alta temperatura, motor de 1Hp, cadena y catalina de moto, varillas en acero inoxidable, portapollo en acero inoxidable, tablero de mando de temperatura del horno.
- Puerta panorámica de vidrio templado con marco de acero inoxidable.
- Dimensiones aprox.: 190 (a) x 100 (p) x 200(h) cm.



ANEXO N°5.

PROTOCOLO NACIONAL MONITOREO CALIDAD AMBIENTAL DS 010-2019



PERÚ

**Ministerio
del Ambiente**

MINISTERIO DEL AMBIENTE

**PROTOCOLO NACIONAL DE MONITOREO
DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL AIRE**



NOVIEMBRE 2019

ANEXO N°6
PROTOCOLO NACIONAL DE SISTEMAS DE MONITOREO CONTINUO DE
EMISIONES



ANEXO N° 7.

PLAN DE MITIGACIÓN AMBIENTAL

1.1 INTRODUCCIÓN

El Plan de Mitigación Ambiental representa una herramienta fundamental para la gestión ambiental, el cual que será implementado por los propietarios de múltiples diversas pollerías ubicadas en la Avenida Lima, en el Distrito de Mariano Melgar. El presente PMA medidas de índole preventiva, correctiva y mitigante, con el propósito de reducir los efectos e impactos ambientales derivados de las actividades de cocina durante la operación de los hornos polleros.

El PMA precisaría las obligaciones ambientales por parte de los dueños de las pollerías; la cual consiste en aplicar medidas orientadas a la minimización de emisiones de gases contaminantes por las chimeneas de los hornos, para garantizar el cumplimiento de los estándares de calidad ambiental de Aire y apuntar a la mejora continua en relación a las prácticas ambientales.

Con el fin de determinar el contenido y otros aspectos del Plan de Mitigación Ambiental (PMA), se han tomado como referencia los criterios establecidos por la normativa ambiental nacional actualmente en vigor, detallándose de manera específica en la sección de Marco Legal del PMA.

Las medidas sugeridas en el Plan de Mitigación Ambiental se originan a partir del proceso de identificación de los impactos ambientales generados durante la operación de los hornos. Por lo que, la aplicación de las medidas de control y gestión ambiental pretenden constituir un tipo de compromiso tanto con las autoridades ambientales correspondientes como con la población local.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General

- Establecer un sistema integral de gestión ambiental sostenible mediante la aplicación de medidas de control para la etapa de la operación de múltiples pollerías, con el propósito de minimizar y controlar las emisiones de contaminantes, reducir el impacto ambiental asociado a dicha actividad económica, contribuyendo al bienestar de la comunidad y al cumplimiento de las normativas ambientales vigentes.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Proponer medidas de prevención, corrección y mitigación para los efectos ambientales negativos resultantes durante la operación de los hornos de diferentes pollerías ubicadas en la Avenida Lima, Distrito de Mariano Melgar.
- Introducir protocolos de emergencia y/o establecer acciones de respuesta rápida y oportuna ante la posible ocurrencia de cualquier contingencia o situaciones de riesgos y accidentes durante el horario de trabajo y funcionamiento de los hornos de las pollerías.
- Establecer las medidas para la prevención y mitigación de los potenciales impactos ambientales y sociales.

1.3 ALCANCE DEL PMA

El presente PMA incluye múltiples planes y programas orientados a ser una guía para la implementación de medidas y acciones que busquen minimizar los impactos al medio ambiente durante la ejecución de las actividades de operación de diferentes pollerías ubicadas en la Avenida Lima, Distrito de Mariano Melgar.

1.4 MARCO LEGAL

1.4.1 NORMAS GENERALES

1.4.1.1 Constitución Política del Perú de 1993

Los logros normativos en el ámbito ambiental en nuestro medio se inician formalmente con la Constitución Política del Perú de 1993, la cual establece en el Capítulo II: Del ambiente y los recursos naturales, Artículo 66°: Los recursos naturales, renovables y no renovables, son patrimonio de la Nación. El Estado es soberano en su aprovechamiento. Por ley orgánica se fijan las condiciones de su utilización y de su otorgamiento a particulares. La concesión otorga a su titular un derecho real, sujeto a dicha norma legal. Artículo 67°: El Estado determina la política nacional del ambiente. Promueve el uso sostenible de sus recursos naturales. Artículo 68°: El Estado está obligado a promover la conservación de la diversidad biológica y de las áreas naturales protegidas.

1.4.1.2 Decreto Legislativo N° 1013 que Aprueba la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente

Se establece como objetivo primordial de la creación de este Ministerio, el Control y Uso sostenible de los Recursos Naturales y la Protección Ambiental, y se manifiesta como obligaciones de este portafolio las actividades conducentes al cumplimiento de las normas ambientales que se generen a partir del ejecutivo.

1.4.1.3 Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, Aprobado por el Congreso de la República el 13 octubre 2005.

Señala que toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el desarrollo de la vida, y el deber de contribuir a una efectiva

gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del Perú.

1.4.2 MARCO LEGAL AMBIENTAL

1.4.2.1 Ley N° 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental – y Decreto Legislativo N° 1078 que modifica la Ley N° 27446, los artículos 2, 3, 4, 5, 6, 10, 11, 12, 15, 16, 17 y 18.

Este dispositivo legal establece un sistema único y coordinado de identificación, prevención, supervisión, control y corrección anticipada de los impactos ambientales negativos derivados de las acciones humanas expresadas a través de los proyectos de inversión. La ley ha creado el Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA), como el marco legal general aplicable a la evaluación de impactos ambientales. Esta norma se encuentra vigente en la actualidad; sin embargo, la propia ley señala que las normas sectoriales respectivas seguirán siendo aplicables en tanto no se opongan a esta nueva norma.

1.4.2.2 Decreto Supremo N° 019-2009, Reglamento de la Ley N° 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental.

El reglamento tiene por objeto lograr la efectiva identificación, prevención, supervisión, control y corrección anticipada de los impactos ambientales negativos derivados de las acciones humanas expresadas por medio de proyectos de inversión, así como de políticas, planes y programas públicos, a través del establecimiento del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental – SEIA.

1.4.2.3 Ley N° 29325, Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental.

El Sistema tiene por finalidad asegurar el cumplimiento de la legislación ambiental por parte de todas las personas naturales o jurídicas, así como supervisar y garantizar que las funciones de evaluación, supervisión, fiscalización, control y potestad sancionadora en materia ambiental, a cargo de las diversas entidades del Estado, se realicen de forma independiente, imparcial, ágil y eficiente.

1.4.2.4 Decreto Legislativo N° 1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos

La gestión integral de los residuos sólidos en el país tiene como primera finalidad la prevención o minimización de la generación de residuos sólidos en origen, frente a cualquier otra alternativa. En segundo lugar, respecto de los residuos generados, se prefiere la minimización, recuperación y la valorización material y energética de los residuos, entre otras alternativas siempre que se garantice la protección de la salud y del medio ambiente.

1.4.2.5 D.S. N°014-2017, Reglamento de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos

El dispositivo normativo tiene como objeto reglamentar el D.L. N°1278, a fin de asegurar la maximización constante de la eficiencia en el uso de materiales, y regular la gestión y manejo de residuos sólidos, que comprende la minimización de la generación de residuos sólidos en la fuente, la valorización material y energética de los residuos sólidos, la adecuada disposición final de los mismos y la sostenibilidad de los servicios de limpieza pública.

1.4.2.6 Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM, Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias

El ECA para aire es un referente obligatorio para el diseño y aplicación de los instrumentos de gestión ambiental, a cargo de los titulares de actividades productivas, extractivas y de servicios. Los ECA para aire, son aplicables para aquellos parámetros que caracterizan las emisiones de las actividades productivas, extractivas y de servicios.

1.5 ÁREAS DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

El Área de Influencia Ambiental del proyecto corresponde al área ubicada alrededor de la Avenida Lima en un radio de 200 m correspondiente a la distribución de pollerías en dicha avenida y verificado mediante modelación de dispersión de contaminantes en Software QGIS Documentation V. 3.28 y la herramienta IDW.

1.6 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS

1.6.1 Metodología para la Identificación de Impactos Ambientales

El proceso de identificación de alteraciones tiene por objetivo generar un grupo de indicadores de impacto de utilidad en el Estudio de Impacto ambiental surgiendo de dicho proceso factores ambientales susceptibles de percibir impacto por las actividades del proyecto de inversión tanto negativas como positivas. Es conveniente realizar la identificación de impactos de manera sistemática por ello en el presente estudio se aplicó el método de Matriz de doble entrada o Matriz de identificación de impactos ambientales.

Dicha matriz está constituida por una lista de actividades precisas para el desarrollo del proyecto enfrentada con componentes ambientales en los que podrían causar algún efecto.

Se forma así una matriz que permite la detección de relaciones causa-efecto. Así mismo, esta matriz tiene por finalidad no solo facilitar la identificación de impactos sí que además, ilustra de manera resumida los impactos esperados permitiendo una adecuada toma de decisiones preliminar.

1.6.2 Metodología para Evaluación de Impactos Ambientales

La metodología para la valoración de los impactos ambientales producidos por las actividades del proyecto es la matriz de interacción de actividades-componentes, Matriz de CONESA.

Esta matriz consta de un método analítico por el cual se le puede asignar la importancia (I) a cada impacto ambiental posible en cada etapa del proyecto. Esta metodología fue desarrollada por Vicente Conesa Fernandez-Vitora (2010) teniendo por ecuación para el cálculo de la importancia (I) la siguiente:

$$I = C (3i + 2E + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

Donde:

C: Carácter

i: Intensidad

E: Extensión

MO: Momento

PE: Persistencia

RV: Reversibilidad

SI: Sinergia

AC: Acumulación

EF: Relación causa-efecto

PR: Periodicidad

MC: Recuperabilidad

1.6.3 Criterios para la Evaluación de Impactos Ambientales Potenciales

Tabla 1. Criterios de Matriz de Conesa

ABREVIACIÓN	ATRIBUTO	CRITERIO	VALOR	DESCRIPCIÓN
C	CARÁCTER	Se produce impacto	-	Hace referencia al carácter beneficioso o perjudicial del Impacto.
		No se produce impacto	+	
i	INTENSIDAD	Baja	1	Por la intensidad o grado de destrucción del factor ambiental se clasifican los impactos en total si la destrucción del factor es completa, muy alta o alta si es elevada media y mínima si es muy pequeña.
		Media	2	
		Alta	4	
		Muy Alta	8	
		Total	12	
E	EXTENSIÓN	Puntual	1	Representa el área de influencia esperada en relación con el entorno del proyecto, que puede ser expresada en términos porcentuales. Si el área está muy localizada el impacto será puntual, mientras que si el área corresponde a todo el entorno el impacto será total.
		Parcial	2	
		Extenso	4	
		Total	8	
		Crítico	E+4	
MO	MOMENTO	Largo plazo (+5 a)	1	Se refiere al tiempo que transcurre entre el inicio de la acción y el inicio del efecto que ésta produce. Puede expresarse
		Medio plazo (1 - 5 a)	2	

		Inmediato (-1 a)	4	en unidades de tiempo, generalmente años, y suele considerarse que el Corto Plazo (corresponde a menos de un año, el Medio Plazo entre uno y cinco años, y el Largo Plazo a más de cinco años)
		Crítico	MO+4	
PE	PERSISTENCIA	Fugaz (-1 a)	1	Se refiere al tiempo que se espera que permanezca el efecto desde su aparición Puede expresarse en unidades de tiempo, generalmente años, y suele considerarse que es Fugaz si permanece menos de un año, el Temporal si lo hace entre uno y diez años, y el Permanente si supera los diez años
		Temporal (1 - 10 a)	2	
		Permanente (+10 a)	4	
RV	REVERSIBILIDAD	Corto plazo (- 1 a)	1	Se refiere a la posibilidad de reconstruir el factor afectado por medios naturales, y en caso de que sea posible, al intervalo de tiempo que se tardaría en lograrlo que si es de menos de un año se considera el Corto plazo entre uno y diez años se considera el Medio plazo y si se superan los diez años se considera Irreversible
		Medio plazo (1 - 10 a)	2	
		Irreversible (+10 a)	4	
SI	SINERGIA	Sin sinergismo	1	Se dice que dos efectos son sinérgicos si su manifestación conjunta es superior a la suma de las manifestaciones que se obtendrían si cada uno de ellos actuase por separado (la manifestación no es lineal respecto a los efectos) Puede visualizarse como el
		Sinérgico	2	
		Muy Sinérgico	4	

				reforzamiento de dos efectos simples si en lugar de reforzarse los efectos se debilitan, la valoración de la sinergia debe ser negativa
AC	ACUMULACIÓN	Simple	1	Si la presencia continuada de la acción produce un efecto que crece con el tiempo, se dice que el efecto es acumulativo
		Acumulado	4	
EF	RELACIÓN CAUSA - EFECTO	Indirecto (Secundario)	1	La relación causa efecto puede ser directa o indirecta es directa aquél que tiene una incidencia inmediata en algún aspecto ambiental, mientras que es indirecta aquél que no supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia, o, en general, respecto a la relación de un sector ambiental con otro
		Directo (Primario)	4	
PR	PERIODICIDAD	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	Se refiere a la regularidad de la manifestación del efecto, pudiendo ser periódico, continuo, o irregular
		Periódico	2	
		Continuo	4	
MC	RECUPERABILIDAD	De manera inmediata	1	Se refiere a la posibilidad de reconstruir el factor afectado por medio de la intervención humana (la reversibilidad se refiere a la reconstrucción por medios naturales)
		A medio plazo	2	
		Mitigable	4	
		Irrecuperable	8	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Escala de valoración

Escala de valoración	Valor del impacto
Compatible	20 - 24
Moderado	25 - 49
Severo	50 - 74
Crítico	> 75

Fuente: Elaboración propia.

1.6.4 Procedimiento Metodológico para la Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales

El procedimiento metodológico empleado para realizar la identificación de los impactos ambientales que genera el proyecto es el siguiente:

1. Identificación de las Acciones del Proyecto Potencialmente Impactantes: consiste en la identificación de las principales componentes y actividades comprendidas para el desarrollo del proyecto.
2. Identificación de Aspectos Ambientales del Proyecto: Consiste en la identificación de elementos de las actividades de un proyecto de inversión que al interactuar con el ambiente pueden generar un impacto ambiental.
3. Identificación de los Factores Ambientales Potencialmente Impactados: Consiste en la identificación de los componentes socio ambientales potenciales de ser afectados.
4. Matriz de Identificación de Impactos Ambientales: Consiste en la identificación de impactos ambientales por cada etapa del proyecto.

5. Matriz de Identificación de Riesgos Ambientales: Consiste en la identificación de riesgos ambientales que podrían darse durante la obra.
6. Evaluación de los diferentes impactos ambientales identificados.
7. Descripción de los impactos ambientales evaluados.

1.6.5 Identificación de Impactos Ambientales Potenciales

A continuación, se dan a conocer las principales actividades del proyecto con potencial de causar impactos ambientales en su área de influencia. Estas actividades se presentan según el orden de las etapas del proyecto

Tabla 3. Actividades Susceptibles a producir Impactos

ETAPA	COMPONENTE DEL PROYECTO	ACTIVIDADES SUSCEPTIBLES DE PRODUCIR IMPACTOS	ASPECTO	CÓDIGO
Operación	ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Preparación de pollos a la brasa	Generación de gases y material particulado, Generación de ruido, Generación de empleo	OM-01

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Identificación de Impactos Potenciales

ETAPA			Operación
ACTIVIDADES			OM-01
COMPONENTE		IMPACTO	
Medio Físico	Suelo	Topografía y Fisiografía	
		Calidad del suelo	
	Agua	Calidad de agua superficial	
	Aire	Calidad de aire	X
		Ruido y vibraciones	X
Medio Biológico	Flora	Ecosistema	
		Flora terrestre	
	Fauna	Hábitat	
		Especies terrestres	
Medio Socioeconómico	Aspectos económicos y culturales	Generación de ingresos	
		Empleo	X
		Salud	
Medio transversal	Aspectos transversales	Servicios ecosistémicos	
		Paisaje	

Fuente: Elaboración propia.

1.6.6 Evaluación de los Potenciales Impactos Ambientales

Tabla 5. Evaluación de los Potenciales Impactos Ambientales

ETAPA		Operación y mantenimiento												
ACTIVIDADES		Parámetro											T	
COMPONENTE	IMPACTO	C	I	E	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC		
Medio físico	Calidad de aire	+	8	2	4	2	2	1	1	1	4	2	45	
	Ruido	+	2	2	2	1	1	1	1	1	2	2	21	
Medio Socioeconómico	Aspectos económicos y culturales	Empleo	+	2	2	2	1	1	1	1	1	2	2	21

Fuente: Elaboración propia.

El medio físico se verá afectado por el uso de carbón vegetal el cual al ser usado para la preparación de pollos a la brasa genera gases tales como CO y NOx por la combustión incompleta de la reacción de oxidación, además podría generarse niveles de ruido molestos en caso no se haga un mantenimiento adecuado a las chimeneas. Así mismo, se genera la necesidad de contratación de personal destinado a la preparación de dicho producto de manera poco recurrente teniendo un impacto muy leve sobre el medio socioeconómico local.

1.7 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA)

Las pollerías generan impactos ambientales negativos sobre el medio los cuales son de significancia baja, por tal motivo, se desarrollará un Plan de Manejo Ambiental (PMA) que contiene las medidas diseñadas para prevenir, controlar y/o mitigar los impactos ambientales identificados para la operación de estos establecimientos comerciales.

A continuación, se presentan las medidas de manejo ambiental para la prevención, corrección y mitigación de los impactos negativos generados por las actividades de proyecto sobre el ambiente, sean estos directos o indirectos, reales o potenciales, en el ámbito de influencia del proyecto. El plan de manejo ambiental es una herramienta básica de gestión ambiental que se cumplirá durante del desarrollo de las etapas que comprenden el proyecto, de tal manera que las actividades se realicen de forma segura y responsable, en conformidad con la normativa ambiental vigente.

1.7.1 *Objetivo General*

Establecer e implementar las medidas ambientales adecuadas y específicas para prevenir, corregir y/o mitigar los impactos negativos y potenciar los positivos, originados por la ejecución de las actividades de las pollerías.

1.7.2 *Objetivos Específicos*

Implementar y ejecutar cada uno de los planes y programas de medidas preventivas, mitigadoras y correctivas establecidas en el presente documento

Preservar cada uno de los componentes ambientales susceptibles de recibir impactos, a lo largo de toda el área de influencia directa.

Cumplir con la normatividad ambiental vigente.

1.7.3 Responsabilidad

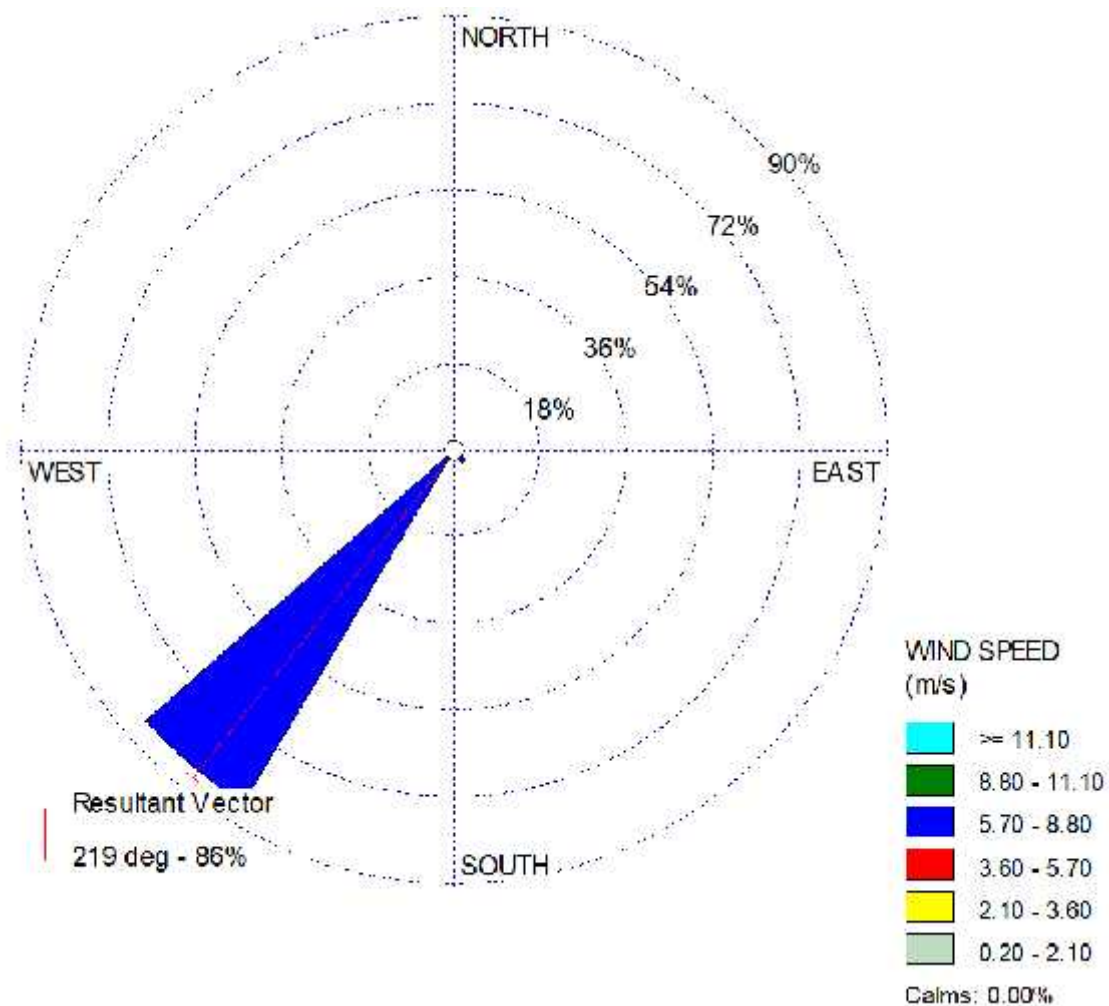
Las responsabilidades para la aplicación, cumplimiento y seguimiento de las medidas de manejo ambiental establecidas en el presente documento, estarán a cargo de cada establecimiento comercial, siendo los titulares de cada establecimiento. Sus tareas serán entre otras; la de implementar, vigilar y hacer cumplir los programas y medidas propuestas para el presente proyecto y así garantizar el cuidado ambiental, bajo la supervisión de la municipalidad distrital de Mariano Melgar, que a su vez contará con inspecciones socio ambientales de las autoridades competentes.

1.7.4 Programa de Medidas de Manejo para Áreas Críticas

De acuerdo con la evaluación de impactos ambientales realizada para el Proyecto, la preparación del producto propio de estos establecimientos comerciales ocasiona una alteración de la calidad de aire por gases y material particulado.

Para poder evaluar y establecer medidas que permitan reducir el impacto a la calidad de aire es necesario considerar que el mapa de concentración de Monóxido de Carbono y Monóxido de Nitrógeno por pollería en la Avenida Lima del distrito de Mariano Melgar muestra una dispersión de contaminantes con dirección de viento SW esto en concordancia con data de la estación meteorológica de la pampilla SENAMHI (2022) y con velocidad de viento promedio 7.09 m/s.

Figura 1. Rosa de Vientos.



Fuente: Elaboración propia.

A. MEDIDAS DE INGENIERÍA

Todas las medidas serán de implementación progresiva en concordancia con los ingresos brutos de dichas pollerías. Mediante estas medidas se busca mejorar el control de emisiones de partículas contaminantes como son el Monóxido de carbono, Óxidos de Nitrógeno y Material Particulado menos de 10 micras, entre las principales características es la búsqueda de la Optimización del Proceso de Combustión, mejorar de ventilación, mediante las siguientes medidas.

a) Implementación de Hornos Eco amigables en las Instalaciones

Se propone implementar hornos más amigables con el ambiente de manera progresiva a fin de reducir el consumo de carbón natural, siendo uno de los modelos posibles a considerar el Horno Semiecológico de la empresa, cuya capacidad de cocción y vida útil lo vuelve eficaz para la reducción de contaminantes atmosféricos, pues opera con una temperatura máxima de 150°C y cuenta con chumaceras de pared, aislamiento térmico en ambos laterales de lana de vidrio, emplea ladrillo refractario, un motor 1Hp, implementos de acero inoxidable y un tablero de control de temperatura.

Otro modelo con potencial eficacia para la reducción de emisiones de contaminantes atmosféricos es el Horno Ecológico Modelo LICCNOX H2-DU36, el cual cuenta con paredes de fibra de vidrio, para evitar calentamiento de las paredes, espadas interiores regulables en acero inoxidable, un motor WEB de 1/2 HP de fuerza, ladrillo refractario interior con mejor aislamiento de calor, un sistema de 6 quemadores infrarrojos a gas, un pirómetro digital, y luz interna de bajo consumo.

Así mismo en los tipos de hornos planteados se evita el contacto de las brasas del carbón y las sustancias que emite la cocción del producto, así evitando la generación de nuevos gases contaminantes.

Tabla 6. Comparación de Hornos Convencionales con Hornos propuestos

CRITERIOS	TIPOS DE HORNOS		
	Horno Semi-Ecológico	Horno Ecológico Modelo LICCNOX H2-DU36	Horno Convencional
Capacidad	70 pollos diarios	36 pollos	24 pollos
Dimensiones	LARGO 190 cm ANCHO 100 cm ALTURA 200 cm	LARGO 150 cm ANCHO 110 cm ALTURA 185 cm	LARGO 125 cm ANCHO 0.80 cm ALTURA 180 cm
Empresa de Fabricación	El Cristo Metal Mecánico EIRL	LICCNOX PERÚ	LICCNOX PERÚ
Temperatura Máxima	150°C	400°C	
Partes y Características	<ul style="list-style-type: none"> - Chumaceras de pared - Aislamiento térmico en los costados con lana de vidrio - El techo y la parte posterior cuentan ladrillo refractario de alta temperatura - Motor de 1 Hp - Cadena y catalina de moto - Varillas en acero inoxidable - Tablero de mando de temperatura del horno - Puerta panorámica de vidrio templado con marco de acero inoxidable. - Tiempo de cocción de 1 hora 	<ul style="list-style-type: none"> - Exterior con plancha de 1.2 mm. - Interior con plancha de 1/16 mm - Paredes de horno aislado con fibra de vidrio - 6 espadas interiores regulables en acero inoxidable de ¾ x 1/8 - Puerta con sistema de pesas y vidrio templado - Engranajes y piñones en fierro fundido de fino acabado - Tapa para piñones tipo tambor en 	<ul style="list-style-type: none"> - Plancha de 0.9 mm de espesor - Interior con plancha de 1.2 mm de espesor - Uniones fijas por soldadura TIG - Paredes de horno aislado con fibra de vidrio - 6 espadas interiores regulables en acero - Puerta con sistema de pesas - Motor nuevo de ½ HP - 4 garruchas giratorias de alto transito

	<ul style="list-style-type: none"> - Vida útil de 10 años aproximadamente 	<ul style="list-style-type: none"> acero inoxidable - Caja reductora con plancha de 5/32 mm - Motor WEB nuevo de 1/2 HP de fuerza - 06 garruchas giratorias de alto transito 3 con freno - Bandeja recolectora de desperdicios - 01 quemador tipo ancla en fierro fundido - Sistema de 6 quemadores infrarrojos con funcionamiento a gas - Pirómetro indicador de tempera tipo digital - Caja térmica incorporada - Sistema para carbón con bandeja en la posterior 	<ul style="list-style-type: none"> - Vidrio templado en puerta - Desfogue de vapor en la parte superior de horno - Caja reductora en fierro fundido - Bandeja recolectora de residuos - Funcionamiento carbón
--	--	---	--

Fuente: Elaboración propia.

b) *Uso de combustibles alternos*

Cabe resaltar que se recomienda la transición al uso de briquetas ecológicas como una alternativa sostenible al carbón y la leña tradicional, pues son un tipo de combustible ecológico o biocombustible renovable, cuyo alto poder calorífico y

combustión no genera grandes cantidades de humo, y deja como residuo un bajo porcentaje de ceniza. A su vez algunos de sus beneficios consisten en su naturaleza ecológica y natural, fácil y rápido encendido, facilidad de almacenamiento, manipulación y transporte.

Como parte de las medidas de mitigación, a fin de controlar la dispersión de material particulado y polvo, se propone el humedecer los residuos de carbón y/o leña para que durante su transporte no se genere contaminación atmosférica.

c) *Mantenimiento de las Instalaciones*

Dentro de las medidas preventivas propuestas se sugiere realizar revisiones técnicas, mantenimientos continuos y/o programados según sea conveniente, y la supervisión del funcionamiento de los equipos y operarios.

Se realizará un mantenimiento de los hornos y chimeneas utilizadas para la preparación de pollos a la brasa de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

Se verificará que las chimeneas no presenten fugas previas a la descarga a fin de implementar Filtros de Partículas. Puesto que el apropiado funcionamiento dentro de los parámetros de diseño reducirá la cantidad de contaminantes emanados durante la operación de los hornos.

Se realizará el mantenimiento periódico de la campana extractora y otros ductos de aire que se utilicen en la cocina.

Se realizará el mantenimiento continuo de los filtros para mantener la eficiencia en su funcionamiento, para lo cual se elaborará un programa de mantenimiento con frecuencia anual.

d) Ahorro de Energía

A fin de reducir la huella de carbono, se deberán mantener apagados los equipos y/o maquinarias cuando no se encuentren realizando labores.

Procurar aplicar el uso de ladrillos refractarios para mantener el calor y reducir el consumo de carbón y por consiguiente la emisión de gases contaminantes.

e) Rumbo a la mejora continua

Con la finalidad de calcular y vigilar la huella de carbono para de ese modo se sigan aplicando mejoras y se evidencia el esfuerzo, se propone la planificación de un programa de monitoreo que permita evaluar que la concentración de los diferentes gases contaminantes y material particulado emitido por las chimeneas.

B. MEDIDAS PROSPECTIVAS

Si bien durante la evaluación se determinó las mayores concentraciones en los extremos del área de estudio pudiendo ser determinada por la confluencia vehicular de la Plaza Umachiri y Avenida Lima, se observa también que en dichas áreas están ubicadas pollerías que utilizan como materia prima carbón vegetal, por lo que la hipótesis de que dichos establecimientos comerciales guardan relación con la ubicación de zonas donde se superan los estándares evaluados. A partir de ello se plantea como medida prospectiva la creación de normativa ambiental tanto para la

implementación progresiva de hornos ecológicos y la eliminación del carbón vegetal como comburente para dicha actividad; así también, la creación de Límites Máximos Permisibles como regulación para las chimeneas de estos establecimientos.

1.7.5 FINANCIAMIENTO

Este plan de manejo ambiental para la implementación de ecotecnologías como es el cambio a hornos ecológicos en pollerías busca crear un modelo de colaboración entre el sector público y privado, promoviendo la adopción de tecnologías limpias y contribuyendo a la mejora de la calidad del aire. Con la participación de empresas privadas, entidades ambientales y municipalidades, se espera lograr una reducción significativa en las emisiones contaminantes y un entorno más saludable para la comunidad.

En el caso de entidades dedicadas al mejoramiento de la calidad del aire planteamos como entidades objeto a ONGs medio ambientales, Organismos Internacionales de desarrollo sostenible, Fondos Climáticos, con una modalidad de apoyo de subvenciones y asistencia técnica donde se busca promover la asesoría y apoyo técnico para la instalación y mantenimiento de hornos ecológicos.

En el caso de las Municipalidades pueden ofrecer varios incentivos para fomentar la adopción de hornos ecológicos en pollerías, incluyendo subsidios que cubren un porcentaje del costo total de los hornos, exenciones fiscales que reducen los impuestos locales para aquellas pollerías que implementen tecnologías limpias, y la emisión de bonos verdes municipales destinados a financiar proyectos de mejora de la calidad del aire.

Por ultimo las empresas privadas pueden invertir en la transición a hornos ecológicos en pollerías a través de patrocinios y subvenciones, proporcionando fondos directos para la compra de estos hornos. Además, pueden ofrecer créditos verdes con bajos intereses y

condiciones favorables. Empresas dedicadas a la fabricación y distribución de hornos ecológicos, empresas de energía y tecnología ambiental, así como fondos de inversión socialmente responsables, son los principales actores en esta iniciativa.

1.8 PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL

Este plan tiene como objetivo la ejecución de un conjunto de actividades a realizarse a lo largo del desarrollo operativo de la empresa. Que permitirá evaluar y controlar las variables ambientales críticas. El Plan de Vigilancia Ambiental, permitirá establecer indicadores cualitativos y cuantitativos, incluyendo aquellos para la gestión ambiental y social, a fin de determinar el comportamiento y eficiencia de las medidas y controles implementados.

El seguimiento de un Programa de Monitoreo Ambiental se realiza con la finalidad de verificar el desempeño ambiental del desarrollo del proyecto, determinando el cumplimiento de las medidas de control ambiental propuestas y cumpliendo los estándares ambientales establecidos por la legislación aplicable.

1.8.1 *Objetivo*

El Plan de Vigilancia Ambiental tiene la finalidad de proteger la calidad ambiental en el área de influencia cumpliendo con los estándares nacionales de calidad ambiental.

1.8.2 *Alcance*

El Plan de Vigilancia Ambiental será aplicado en todas las actividades involucradas en las actividades del establecimiento comercial y en la zona de influencia directa, y en las áreas donde se han establecido los puntos de monitoreo.

Este alcance comprende las actividades desarrolladas durante la etapa de Operación a cargo del administrado.

1.8.3 Impactos a controlar

Alteración de la Calidad del Aire

1.8.4 Programa de Monitoreo

Los monitoreos serán ejecutados por Laboratorios acreditados, y los procedimientos a aplicar serán los establecidos en los Protocolos Nacionales de acuerdo a la legislación vigente.

Tabla 7. Programa de monitoreo

Componente de monitoreo	Estación	Coordenadas UTM WGS 84	
		Norte	Este
EMISIONES	CH-01	8184708	231619
	CH-02	8184793	231752
	CH-03	8185081	232153
	CH-04	8184937	231976
	CH-05	8185085	232317
	CH-06	8185079	232284
	CH-07	8185071	232314
	CH-08	8185072	232291

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8. Parámetros y frecuencia de monitoreo

Componente de monitoreo	Estación	Parámetros	Número de mediciones	Frecuencia	LMP / ECA
EMISIONES	CH-01	CO, NO, PM,	01	Anual	ECA de aire DS. 003- 2017- MINAM.

Fuente: Elaboración propia.

1.9 PLAN DE CONTINGENCIAS

El presente Plan de Contingencias permitirá contrarrestar y/o evitar situaciones de emergencia, ya sean los relacionados a fenómenos naturales o causados por el hombre, que podrían ocurrir durante el desarrollo de las actividades del establecimiento comercial.

1.9.1 Objetivos

Establecer acciones y/o medidas antes, durante y después de emergencias o incidentes inherentes a las actividades del establecimiento comercial.

Asignar funciones y responsabilidades dentro del personal vinculado al establecimiento comercial, que permitan generar acciones operativas prácticas, eficaces, ágiles frente a la probable ocurrencia de un evento, emergencia o siniestro.

1.9.2 Alcance

Este Plan de Contingencia será aplicado a todo el personal y las actividades involucradas en el establecimiento comercial y en la zona de influencia directa.

Este alcance comprende desde el momento de la notificación de una emergencia hasta el momento en que todos los eventos que ponían en riesgo la seguridad de las personas, la integridad de las instalaciones y la protección del medio ambiente estén controlados.

1.9.3 Impactos a controlar

Alteración de la calidad ambiental

Afectación a la salud de los trabajadores

1.9.4 Riesgos a Controlar

Los principales riesgos identificados y para los cuales se implementará el Programa de Prevención de Perdidas y Contingencias, de acuerdo a su naturaleza son:

Riesgo de ocurrencia de sismos.

Riesgo de ocurrencia de incendios.

Riesgo de ocurrencia de accidentes laborales.

1.9.5 Tipo de Medidas

Las acciones y/o medidas establecidas en el presente plan son:

Antes del evento

Durante del evento

Después del evento

1.9.6 Acciones o Medidas a Desarrollar

1.9.6.1 Medidas ante Ocurrencia de Sismos

Todo el personal del establecimiento comercial, deberá conocer los procedimientos de seguridad a adoptar antes, durante y después del sismo, las cuales se detallan a continuación:

a. Antes del evento

Las construcciones provisionales deberán estar diseñadas y construidas de acuerdo a las normas de diseño y construcción resistente a los sismos propios de la zona.

Las rutas de evacuación deben estar libres de objetos y/o maquinarias con la finalidad de que no retarden y/o dificulten la pronta salida del personal.

Las rutas de salida y lugares seguros deben estar correctamente identificados y señalizados.

Se implementarán charlas y/o capacitaciones para el personal, sobre las acciones a realizar en caso de sismo.

b. Durante el evento

Mantener la calma y evacuar sin correr y/o desatar el pánico entre los trabajadores.

Utilizar linternas, nunca fósforos, velas ni encendedores, si el sismo ocurriese durante la noche.

Disponer la evacuación de todo el personal y comensales hacia las zonas de seguridad y fuera de la zona de trabajo.

Paralización de todas las actividades, principalmente en el uso de hornos y cocina; a fin de evitar accidentes.

c. Después del evento

Atención inmediata de las personas accidentadas.

Revisión y en caso de ser necesario retiro de todo horno, cocina u otro equipo de la zona de trabajo que pudiera haber sido averiado y/o afectado por el evento, ya que estos suponen un peligro latente.

Ordenar y disponer que todas las personas mantengan la calma por las posibles réplicas del movimiento telúrico.

Mantener el personal y comensales, en las zonas de seguridad previamente establecidas, por un tiempo prudencial, hasta el cese de las réplicas del movimiento sísmico.

1.9.6.2 *Medidas ante Ocurrencia de Incendios*

Se presentará la posibilidad de ocurrencia de incendios generado por el uso de materiales inflamables como el carbón, gas natural, aceite, entre otros. En tal sentido las medidas de seguridad a adoptar son:

a. Antes del evento

Distribución de los equipos y accesorios contra incendios (extintores), estratégicamente en las instalaciones del establecimiento comercial, siendo esta distribución de conocimiento de todo el personal que labora en el lugar.

Se deberá capacitar a los trabajadores en la lucha contra incendios y organizar grupos de emergencia en coordinación con el Equipo de Contingencias.

El personal del establecimiento comercial deberá conocer los procedimientos para el control de incendios bajo los dispositivos de alarmas y acciones, distribuciones de equipos y accesorios para casos de emergencia.

Conocimiento de la relación de instituciones de atención de salud en el área circundante al establecimiento comercial.

Simulacros continuos y manual de contingencias contra incendios.

Adquirir extintores según el tipo de material a utilizar a sofocar y colocar en lugares de fácil acceso.

Capacitación al personal que labora en el establecimiento comercial sobre el uso y correcta manipulación de los extintores.

Mantenimiento y verificación periódica del estado y condición de los equipos y accesorios contra incendios.

b. Durante el evento

Para apagar un incendio proveniente de aceites y lubricantes o cualquier otro hidrocarburo de características inflamables, se debe usar extintores que contengan polvo químico o en todo caso espuma de tal forma de sofocar de inmediato el fuego.

Para apagar un incendio eléctrico, se debe de inmediato cortar el suministro eléctrico y sofocar el fuego utilizando extintores de polvo químico seco, dióxido de carbono, arena seca o tierra.

Para apagar un incendio provocado por gas, cerrar inmediatamente o taponar la fuga, en caso que el incendio se origine directamente en el recipiente o balón de gas este debe enfriarse con grandes cantidades de agua fría en forma de rocío.

Emplear extintores de polvo químico seco.

En cuanto se detecte un incendio, se debe coordinar con la estación de bomberos más próxima.

c. Después del evento

Los extintores usados se volverán a llenar de forma inmediata

Se rociará agua fría a los recipientes y/o balones de gas que estuvieron expuestos al fuego con el fin de prevenir una explosión debido al calor remanente en el área del incendio.

Un observador contra incendios deberá estar de guardia por lo menos 30 minutos después del incendio.

Se revisarán las acciones tomadas durante el incendio y se elaborará un reporte de incidentes.

Investigación e Informe de causas del evento.

1.9.6.3 *Medidas Ante Ocurrencia de Accidentes Laborales*

La posible ocurrencia de accidentes laborales durante la operación del horno para la elaboración de pollos a la brasa, actividades propias de cocina, actividades de servido de comestibles en mesa, serán originados principalmente por deficiencias humanas o fallas mecánicas de los equipos utilizados, por lo cual, se plantea las siguientes medidas:

a. Antes del evento

En las áreas de trabajo no deben permanecer personas no autorizadas.

Se colocará en un lugar visible del establecimiento, los números telefónicos de los centros asistenciales y/o de auxilio cercano a la zona del establecimiento comercial, en caso de necesitar una pronta comunicación y/o ayuda externa.

Se proporcionará a todo el personal los implementos de seguridad propios de cada actividad como: manopla de cocina, protectores visuales, etc.

En ausencia total o parcial de la luz solar se suministrará iluminación artificial suficiente en todos los sitios de trabajo, de forma tal que las actividades que se realicen de manera segura. La fuente luminosa no debe limitar el campo visual ni producir deslumbramientos.

b. Durante el evento

Evaluación de la situación y primeros auxilios de los afectados.

Se procederá al aislamiento del personal afectado, procurándose que sea en un lugar adecuado, libre de excesivo polvo, humedad y/o condiciones atmosféricas desfavorables.

Se deberá realizar una evaluación de la situación a fin de determinar si los primeros auxilios pueden ser dados en el establecimiento.

Se deberá prestar el auxilio al personal accidentado y comunicarse con el centro de salud más cercano; para los casos de mayor gravedad, se trasladarán al centro asistencial más cercano, valiéndose de una unidad de desplazamiento rápido (ambulancia).

c. Después del evento

Retorno del personal a sus labores normales

Informe de la emergencia incluyendo causas, personas afectadas, manejo y consecuencias del evento.

Aplicación del sistema análisis de causas del accidente

Reporte a ministerio de trabajo y ministerio de salud

Reporte e índices de seguridad.

1.9.7 Recursos y Personal Requerido

Se consideran los recursos esenciales para la respuesta a la emergencia lo siguiente:

Tabla 9. Recursos ante ocurrencia de accidentes laborales

Tipo de emergencia	Recursos esenciales
Accidentes comunes	Camillas, Férulas Neumáticas y Collarines Directorio telefónico de emergencia Botiquines de primeros auxilios Rutas de Acceso a clínicas de atención
Accidente graves o fatales	Póliza de seguros activa Camillas, Férulas Neumáticas y collarines Botiquines de primeros auxilios (Relación de elementos del botiquín y su uso) Rutas de Acceso a centros de salud
Accidentes de tránsito	Directorio telefónico de emergencia Registros de Seguros, SOAT. Botiquines de primeros auxilios (Relación de elementos del botiquín y su uso) Equipo de Comunicación
Incendio	Directorio telefónico de emergencia Extintores dispuestos en las áreas de trabajo tipo PQS y CO ₂ . Medios de comunicación (uso de handys, radios nextel y teléfono fijo). Botiquines de primeros auxilios (Relación de elementos del botiquín y su uso) Rutas de evacuación

Fuente: Elaboración propia.

1.9.8 Responsables de la Ejecución

1.9.8.1 Organización para la Respuesta a Emergencias

La administración será la responsable directa de la respuesta directa frente a cualquier situación de riesgo tanto para el personal como clientela.

1.10 CRONOGRAMA Y PRESUPUESTO DE LA ESTRATEGIA DE MANEJO AMBIENTAL (EMA)

Tabla 10. Cronograma de actividades del Plan de Manejo Ambiental

Descripción	Años de la etapa de Operación y Mantenimiento									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Programa de medidas de manejo para calidad de aire										
Plan de vigilancia ambiental										
Plan de contingencia										

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11. Plan de inversiones

Descripción	Etapa de operación y mantenimiento	Total
Programa de medidas de manejo para calidad de aire	2000.00	2000.00
Plan de vigilancia ambiental	500.00	500.00
Plan de contingencia	500.00	500.00
Total		3000.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12. Obligaciones y compromisos ambientales

Etapa	Actividad	Impacto ambiental	Obligaciones y/o compromisos ambientales	Presupuesto	Fecha o frecuencia	Indicador a ser monitoreado
Operación y mantenimiento	Preparación de pollos a la brasa	Baja calidad de aire por contaminación producto de gases y material particulado	Plan de manejo ambiental	2000.00	- Implementación de hornos ecológicos y filtro de aire en chimenea por única vez.	- N° de tecnologías adquiridas (hornos ecológicos)
			Plan de vigilancia	500.00	- Plan de vigilancia ambiental anual.	- N° de monitoreos ambientales realizados
		Daños a la salud humana	Plan de contingencias	500.00	- Plan de contingencias	- N° de compra de artículos para plan de contingencia

Fuente: Elaboración propia.