



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL



**EVALUACIÓN DE LA EMISIÓN DE GASES DE EFECTO
INVERNADERO GENERADO POR LA PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
DEL DISTRITO DE MACARI 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. JORGE LUIS FREDY APAZA APAZA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL**

JULIACA – PERÚ

2024



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

**EVALUACIÓN DE LA EMISIÓN DE GASES DE EFECTO
INVERNADERO GENERADO POR LA PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
DEL DISTRITO DE MACARI 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. JORGE LUIS FREDY APAZA APAZA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL**

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:



Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

PRIMER MIEMBRO

:



Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

SEGUNDO MIEMBRO

:



M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

ASESOR DE TESIS

:



Mgtr. SALVADOR TEÓDORO VALDIVIA CARDENAS

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

CONTAMINACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL - P22



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1842-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 23 de diciembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024- 19119 presentado por el (la) Bachiller: **JORGE LUIS FREDY APAZA APAZA** estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **JORGE LUIS FREDY APAZA APAZA**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **EVALUACIÓN DE LA EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO GENERADO POR LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE MACARI 2024**, la misma que pertenece a la línea de investigación **CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- * **Presidente** : Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
- * **1er Miembro** : Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
- * **2do Miembro** : M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

ARTICULO SEGUNDO. – RECONOCER como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS**.

ARTICULO TERCERO . – APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **JORGE LUIS FREDY APAZA APAZA**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **EVALUACIÓN DE LA EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO GENERADO POR LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE MACARI 2024** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : Martes 31 de diciembre del 2024
- * **HORA** : 08:00 horas
- * **LUGAR** : Aula 306 - Pabellón de Hidraulica

ARTÍCULO CUARTO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
DIRECTOR
Dr. Efraín Pañillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1535-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 21 de noviembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 16549 por el señor (a): **JORGE LUIS FREDY APAZA APAZA** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 1378 - 2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 102 - 2024 del integrante del comité de investigación **EPISA** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **JORGE LUIS FREDY APAZA APAZA**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **EVALUACIÓN DE LA EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO GENERADO POR LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE MACARI 2024**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Mgtr. Franz Joseph Barahona Perales** de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 102 - 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **EVALUACIÓN DE LA EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO GENERADO POR LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE MACARI 2024**, Correspondiente a la línea de investigación **CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **JORGE LUIS FREDY APAZA APAZA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DE LA EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO GENERADO POR LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE MACARI 2024** correspondiente a la línea de investigación **CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) la), **Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

D. MILTON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. Efraín Rarffío Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 717-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 01 de agosto del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-08572, presentado el señor (a) **JORGE LUIS FREDY APAZA APAZA** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 715 -2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 083 -2024 del integrante del comité de investigación **EPISA** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **JORGE LUIS FREDY APAZA APAZA** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **EVALUACIÓN DE LA EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO GENERADO POR LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE MACARI 2024**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Mgtr. Franz Joseph Barahona Perales** de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 083 -2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **EVALUACIÓN DE LA EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO GENERADO POR LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE MACARI 2024**.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **JORGE LUIS FREDY APAZA APAZA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DE LA EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO GENERADO POR LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE MACARI 2024** correspondiente a la línea de investigación **CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL**.

La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente **Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. MATHON QUISEPÉ HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. Efraín Carillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2024
Interesado (a)



EVALUACIÓN DE LA EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO GENERADO POR LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE MACARI 2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%

INDICE DE SIMILITUD

13%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

12%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	9%
2	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
4	repositorio.upeu.edu.pe Fuente de Internet	<1%
5	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1%
6	americanae.aecid.es Fuente de Internet	<1%
7	1library.co Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.untrm.edu.pe Fuente de Internet	<1%



Metadatos complementarios



Título de la Tesis	
EVALUACIÓN DE LA EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO GENERADO POR LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE MACARI 2024	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	JORGE LUIS FREDY APAZA APAZA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	77468909
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0003-3666-9654
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02383061
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-5101-4264
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	MILTHON QUISPE HUANCA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02424528
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02442876
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	01323821



Datos de investigación	
Línea de investigación	Contaminación y Calidad Ambiental – P22
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: Melgar Distrito: Macari Coordenadas: Latitud: -14.77045 Longitud: -70.90266 URL Maps: https://www.google.com/maps/d/edit?mid=1DpbWY6go3YwNVAS4ItE1YJd6NQokqVs&usp=sharing</p> 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Octubre 2024 – Diciembre 2024
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html Librería	<p>Ingeniería ambiental https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.00</p> <p>Ciencias del medio ambiente https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.08</p>

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 DIRECTOR
 JULIACA - PERÚ

[Signature]
 Dr. Efraim Carillo Sosa
 DIRECTOR
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo JORGE LUIS FREDY APAZA APAZA, identificado con DNI Nro. 77468909, en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional
- Programa de Segunda Especialidad,
- Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación, Trabajo Académico denominada:

EVALUACIÓN DE LA EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO GENERADO POR LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE MACARI 2024

Asesorado por: MgTf. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 25 de MAR 20 del 20 25


Firma del Asesor


Firma del Estudiante


Huella



DEDICATORIA

Dedico esta tesis con cariño a mi amada madre Norca Apaza Mamani, Por haberme apoyado incondicionalmente desde mi formación hasta el final de mi trayectoria profesional.



AGRADECIMIENTO

A Dios por la salud y vida que me permitió llegar hasta el final de mi formación profesional, por proporcionarme la fuerza y determinación para concluir mis estudios

A mis padres Max Fredy y Norca Apaza, cuyo sacrificio y amor incondicional de madre me permitió llegar hasta este día tan especial

A la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez mi alma mater

A la Facultad de Ing. Sanitaria y Ambiental por haberme formado profesionalmente

A mis Docentes Msc. Jesús Estaban Castillo Machaca, Dr. Cesar Julio Larico Mamani y Ing. Javier Arturo Bojorquez Gandarillas, los cuales inculcaron en mí, los valores y ética de un profesional

Finalmente, a mis familiares por sus sabios consejos y apoyo moral, los cuales siempre me han alentado a culminar mi carrera profesional



INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
INDICE DE CONTENIDO.....	iii
INDICE DE TABLAS	vii
INDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	xii

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Análisis de la situación problemática	1
1.2. Planteamiento del problema	2
1.2.1. Problema general.....	2
1.2.2. Problemas específicos	3
1.3. Objetivo de la investigación	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos específicos	3
1.4. Justificación	3
1.5. Hipótesis	4
1.5.1. Hipótesis general	4



1.5.2. Hipótesis específica.....	5
1.6. Variables.....	5
1.6.1. Variable independiente.....	5
1.6.2. Variable dependiente	5
1.7. Operacionalización de variables	5

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación.....	6
2.1.1. Antecedentes internacionales	6
2.1.2. Antecedentes nacionales	9
2.1.3. Antecedentes regionales.....	10
2.2. Marco teórico	10
2.2.1. Contaminación ambiental.....	10
2.2.2. Contaminación del aire.....	11
2.2.3. Percepción ambiental.....	11
2.2.4. Laguna de oxidación	12
2.2.5. Origen de los olores en el proceso operativo de una laguna de estabilización (Oxidación)	13
2.2.6. Gases que emana el agua residual.....	14
2.2.7. Tipos de componentes causantes del olor	15
2.2.8. Malos olores por gases que emanan las lagunas de oxidación	17



2.2.9. Gases tóxicos..... 17

2.2.10. Efectos a la salud por exposición a sustancias químicas..... 21

2.2.11. La percepción y el olor 22

2.2.12. El proceso de percepción..... 22

2.2.13. Detector de gases 23

2.3. Marco conceptual..... 23

2.3.1. Contaminación 23

2.3.2. Emisiones..... 23

2.3.3. Dióxido de azufre (SO₂)..... 24

2.3.4. Laguna de estabilización..... 24

2.3.5. Monóxido de carbono (CO) 24

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación 25

3.2. Enfoque de la investigación 25

3.3. Técnicas e instrumentos 26

3.3.1. Técnicas..... 26

3.3.2. Instrumentos 26

3.3.3. Ubicación de la zona de investigación 27

3.4. Población y muestra 27

3.4.1. Población 27



3.4.2. Muestra 28

3.4.3. Materiales y equipos 29

3.4.4. Procedimiento metodológico 29

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Resultados 37

4.2. Discusiones 70

CONCLUSIONES 72

RECOMENDACIONES 74

BIBLIOGRAFIA 75

ANEXOS 78

Anexo 1. Matriz de consistencia 79

Anexo 2. Certificados de resultados 80

Anexo 3. Estándares de Calidad para Aire 83

Anexo 4. Encuesta 84

Anexo 5. Panel fotográfico 87



INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables	5
Tabla 2 Características principales del sulfuro de hidrogeno en estado gaseoso.....	18
Tabla 3 Ubicación de monitoreo	38
Tabla 4 Primer monitoreo de gases producidos por la PTAR	39
Tabla 5 Segundo monitoreo de gases producidos por la PTAR	41
Tabla 6 Tercer monitoreo de gases producidos por la PTAR	44
Tabla 7 Promedio de resultados	48
Tabla 8 Concentración de sulfuro de hidrogeno	49
Tabla 9 Concentración del dióxido de azufre	50
Tabla 10 Concentración de monóxido de carbono.....	52
Tabla 11 Concentración de metano	54
Tabla 12 Edad de los encuestados.....	56
Tabla 13 Tiempo que permanece en casa.....	57
Tabla 14 Percepción de una zona problemática.....	58
Tabla 15 Grado de molestia en la zona	59
Tabla 16 Percepción de olores	61
Tabla 17 Grado de molestia en la mañana	63
Tabla 18 Grado de molestia al medio día	64
Tabla 19 Grado de molestia en la tarde.....	65
Tabla 20 Efecto a la salud.....	66
Tabla 21 Percepción de malos olores durante el año	68



INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Sistema fisiológico humano para la recepción de olores.....	14
Figura 2	Estructura química de algunos compuestos que producen olores desagradables.....	16
Figura 3	Ubicación.....	27
Figura 4	Punto de monitoreo	28
Figura 5	Evaluación de la accesibilidad a la planta	30
Figura 6	Identificación de áreas pobladas	31
Figura 7	Georeferenciación de los puntos de monitoreo	31
Figura 8	Selección de gases a monitorear	32
Figura 9	Equipos e instrumentos a utilizar.....	33
Figura 10	Procesamiento de datos.....	34
Figura 11	Encuesta realizada a pobladores de la zona.....	35
Figura 12	Concentración de sulfuro de hidrogeno frente a la normativa vigente .	49
Figura 13	Concentración del dióxido de azufre frente a la normativa vigente	51
Figura 14	Concentración de monoxido de carbono frente a la normativa vigente	53
Figura 15	Concentración de metano frente a la normativa vigente	54
Figura 16	Porcentaje de edad	56
Figura 17	Porcentaje del tiempo que permanece en casa	58
Figura 18	Valor porcentual de la percepción de una zona problemática	59



Figura 19 Valor porcentual del grado de molestia en la zona.....	60
Figura 20 Valor porcentual de la percepción de olores	62
Figura 21 Valor porcentual del grado de molestia en la mañana.....	63
Figura 22 Valor porcentual del grado de molestia en el medio día.....	64
Figura 23 Valor porcentual grado de molestia en la tarde	65
Figura 24 Valor porcentual del efecto a la salud.....	67
Figura 25 Valor porcentual percepción de malos olores durante el año.....	69



RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo evaluar la emisión de gases de efecto invernadero generados por la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Macari, provincia de Melgar. El problema central radica en las emisiones de gases contaminantes como Sulfuro de hidrógeno (H_2S), Dióxido de azufre (SO_2), Monóxido de carbono (CO) y Metano (CH_4), que afectan el nivel de vida y la salud de los moradores cercanos. La metodología empleada incluyó el monitoreo de diez puntos estratégicos alrededor de la planta para medir las concentraciones de los gases mencionados, complementado con encuestas a 100 residentes para evaluar la percepción social y los efectos físicos y emocionales derivados de las emisiones. Los resultados mostraron que en los puntos P2, P8 y P10, las concentraciones de CH_4 superaron las normas internacionales de la OMS (5%), aunque se mantuvieron por debajo de los límites de NIOSH (10%). Además, se evidenció una alta percepción de olores (78%) entre los residentes, con 55% experimentando olores casi todos los días. Los efectos más reportados fueron dolores de cabeza (42%) y pérdida de apetito (34%). Se observó una variación estacional en las molestias, con picos en diciembre y enero. En conclusión, se afirma que las emisiones de gases de la planta de tratamiento de aguas depuradas Macari tienen un impacto social y ambiental significativo.

Palabras claves: Dióxido de azufre, emisión de gases, efecto invernadero, metano, sulfuro de hidrogeno.



ABSTRACT

The objective of this scrutiny is to appraise the emission of glasshouse gases produced by the sewage therapy plant in the quarter of Macari, province of Melgar. The central problem lies in the emissions of polluting gases such as H₂S, SO₂, CO and CH₄, which strike the standard of living and salubrity of nearby residents. . The methodology used included monitoring ten strategic points around the plant to measure the concentrations of the aforementioned gases, complemented by surveys of 100 residents to evaluate social perception and the physical and emotional effects derived from the emissions. The results showed that at points P2, P8 and P10, CH₄ concentrations exceeded WHO international standards (5%), although they remained below NIOSH limits (10%). Additionally, a high perception of odors (78%) was evident among residents, with 55% experiencing odors almost every day. The most reported effects were headaches (42%) and loss of appetite (34%). A seasonal variation in discomfort was observed, with peaks in December and January. In conclusion, it is stated that the gas issuing from the sewage treatment plant in Macari have a significant social and environmental impact.

Keywords: Sulfur dioxide, gas emissions, greenhouse effect, methane, hydrogen sulfide.



INTRODUCCIÓN

El cambio climático representa un reto crucial para la humanidad a nivel mundial, y sus efectos son cada vez más visibles en el ambiente, salud y la economía. Las PTAR, diseñadas para tratar y depurar la materia orgánica en las aguas residuales urbanas e industriales libera gases de efecto invernadero contenida en las aguas depuradas. Particularmente, los procesos anaeróbicos, comunes en las fases de tratamiento de lodos, son grandes generadores de metano (Montenegro et al., 2019).

Los compuestos responsables del efecto invernadero en la atmósfera actúan como un "manto" que retiene el calor solar, lo que se conoce como efecto invernadero (CO₂, CH₄ y N₂O) (Erazo & Martínez, 2015). Las PTAR son una fuente transcendental de gases de efecto invernadero (Ranieri et al., 2024). Los principales gases, CO₂, H₂S, CH₄ y N₂O pueden producirse en operaciones de saneamiento de aguas depuradas. Su efecto invernadero se pondera normalmente por su potencial de calentamiento global, que depende del marco temporal considerado.

La planta de tratamiento de Macari es una instalación que, desafortunadamente, provoca la emisión de sustancias contaminantes al medio ambiente a causa de los gases que emanan hacia la población que se encuentra aledaña a la zona causando molestias a los habitantes.

Esta investigación busca valorar las liberaciones de gases invernadero emanadas por la PTAR del distrito de Macari, para ofrecer información relevante para la instauración de políticas y estrategias de mitigación. Se busca no solo identificar los puntos de monitoreo y las concentraciones de gases por el efecto



invernadero, sino también analizar la percepción social en relación con estos gases y su repercusión en la calidad de vida de los residentes en las áreas cercanas.

La investigación se compone de los siguientes capítulos: I. Introducción; II. Capítulo, donde se desarrollan la problemática, formulación del problema, objetivos y justificación. En el Marco Teórico se incluyen los antecedentes, bases teóricas y variables. La metodología detalla el diseño de investigación y el método aplicado. Posteriormente, se evidencian los resultados y su discusión. III. Conclusiones y recomendaciones, seguidas de las referencias bibliográficas y anexos.



CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Análisis de la situación problemática

Las plantas de tratamiento de aguas residuales a nivel global son una fuente esencial de liberaciones de gases de calentamiento global, sobre todo el CO₂, CH₄, H₂S y N₂O, debido a los procesos de descomposición y tratamiento de aguas generan emisiones contaminantes que incluyen compuestos orgánicos volátiles y contaminantes del aire peligrosos, algunos de los cuales son carcinógenos (Rojano et al., 2016) Las sustancias contaminantes del aire peligrosas pueden provocar efectos adversos severos en la salud, ya que se sabe o se sospecha que son dañinas (Gupta & Singh, 2012). La emisión desmedida de gases atmosféricas nocivas por la humanidad está causando una subida de la temperatura promedio global (Erazo & Martinez, 2015).

El problema nacional en Perú relacionado con las manifestaciones de gases de efecto invernadero generadas por PTAR igualmente es una preocupación ambiental trascendental, lo que se traduce en un impacto ambiental significativo. El MINAM reconoce que las PTAR en el país operan en su mayoría con tecnologías



anticuadas y carecen de estrategias de mitigación para disminuir la liberación de gases de efecto invernadero. (MINAM, 2020). PTAR generan inevitablemente compuestos químicos odorantes que, aunque se inhalen en pequeñas cantidades, pueden instituir un riesgo para la salud de las comunidades circundantes si la exposición es constante (Acuña, 2020).

La evidencia científica apunta a que los rellenos sanitarios son una fuente de contaminantes que pueden provocar trastornos de salud Cuentos como cefaleas, inflamación de las mucosas, tos, vómitos y malestar digestivo, además de generar estrés, frustración y malestar emocional (García et al., 2021).

La PTAR del distrito de Macari provoca la liberación de gases responsables del calentamiento global como CO₂, CH₄ y N₂O, lo que intensifica el calentamiento global y podrían estar afectando el nivel de aire y la condición sanitaria de los habitantes. Sin embargo, no se cuenta con un estudio que cuantifique las emisiones ni evalúe la percepción social de sus impactos, esto limita la implementación de medidas de supervisión y mitigación. Es a raíz de ello que se pretendió realizar la presente investigación ya que la planta de tratamiento del distrito de Macari no está realizando el tratamiento adecuado es a raíz de ello que el aire y la población aledaña a la zona esta siendo afectada por los gases que emanan la PTAR.

Según lo mencionado se plantea las siguientes interrogantes.

1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo se evaluará la emisión de gases de efecto invernadero generado por la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Macari provincia de Melgar?



1.2.2. Problemas específicos

- ¿Qué puntos se considerará para el monitoreo aledaña a la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Macari provincia de Melgar?
- ¿Cuál será las concentraciones de los gases que genera la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Macari provincia de Melgar?
- ¿Cómo se relacionará el impacto social por la percepción de gases que genera la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Macari provincia de Melgar?

1.3. Objetivo de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Evaluar la emisión de gases de efecto invernadero generado por la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Macari provincia de Melgar

1.3.2. Objetivos específicos

- Identificar los puntos de monitoreo aledaña a la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Macari provincia de Melgar
- Evaluar la concentración de los gases que genera la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Macari provincia de Melgar
- Relacionar el impacto social por la percepción de gases que genera la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Macari provincia de Melgar.

1.4. Justificación

La estimación de los gases responsables del calentamiento global es un asunto crucial debido a su impacto directo en el cambio climático global. En este contexto las PTAR representan una fuente significativa de estos gases, la PTAR



del distrito de Macari no está operando de acuerdo a los estándares esperados, lo que ha ocasionado un incremento considerable en la liberación de gases responsables del calentamiento global y malos olores percibidos por la población que vive en las cercanías. Esta situación ha provocado quejas recurrentes por parte de los residentes, quienes manifiestan afectaciones tanto en la calidad de vida como en su entorno.

Este estudio es esencial debido a la existencia de infraestructura para la depuración de aguas depuradas, la falta de un funcionamiento adecuado ha incrementado la emisión de gases como el CH₄ y el CO₂, contribuyendo al deterioro ambiental, y la afectación social en la zona. Además, la investigación tiene un enfoque integral no solo al centrarse en la evaluación técnica de las emisiones, sino también en como estas afectan a la comunidad local.

Por tanto, esta investigación no solo aportará información científica sobre la concentración de gases en la planta de tratamiento, sino que también permitirá sugerir mejoras en su operación para reducir se busca minimizar las emisiones y promover el bienestar de los individuos impactadas. En un contexto más amplio, los resultados podrían utilizarse para fundamentar políticas públicas orientadas a la optimización de PTAR en áreas rurales, contribuyendo tanto a la respuesta frente al calentamiento global y fortalecer el tejido social.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

La emisión de gases de efecto invernadero generado por la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Macari provincia de Melgar está afectando considerablemente



1.5.2. Hipótesis específica

- Los puntos de monitoreo aledaña a la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Macari provincia de Melgar son estratégicos para la presente investigación.
- La concentración de los gases que genera la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Macari provincia de Melgar presenta valores elevados frente a la normativa vigente.
- El impacto social por la percepción de gases que genera la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Macari provincia de Melgar se relaciona directamente con la población.

1.6. Variables

1.6.1. Variable independiente

Emisión de gases por planta de tratamiento de aguas residuales

1.6.2. Variable dependiente

Percepción social

1.7. Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variables	Dimensión	Indicadores
(Vi) Emisión de gases por PTAR	Dióxido de carbono (CO2) Metano (CH4) Sulfuro de hidrogeno (H2S) Óxido de nitrógeno (N2O)	ppm ppm ppm ppm
(Vd) Percepción social	Impacto en la calidad de vida	% de población

Nota: (Vi) Variable independiente (Vd) Variable dependiente



CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

Parra et al. (2010) señalan que la PTARPB está integrada por dos sistemas de lagunas (II y III), cada uno con 6 lagunas. La laguna 1 es anaeróbica, las lagunas 2 a 5 son facultativas y la laguna 6 es aeróbica. Las lagunas iniciales de cada serie son las que generan la mayor parte de las emisiones de CH₄ y CO₂, principales impulsores del cambio climático. Se utilizó el método de cámaras estáticas para determinar las TEM y los FE de los GEI, que permite capturar los gases durante períodos de tiempo establecidos. En la laguna II-1 de "Puchukollo", se registraron las siguientes manifestaciones de GEI: una tasa de manifestación de metano (CH₄) de 14,51 g/s y un factor de emisión de CH₄ de 97 272,34 g/[mg/L de DBO], lo que equivale a 457,62 TM/año de CH₄. Para el CO₂, se obtuvo una tasa de emisión de 2,91 g/s y un factor de emisión de 19 537,19 g/[mg/L de DBO], lo que representa 91,92 TM/año de CO₂. En la PTAR "Puchukollo", libera cada año 1 416,18 TM de CH₄ y 2 635,45 TM de CO₂, con un total de 35.207,36 TM de CO₂ equivalente. Destacando que las lagunas 1 de las series II y III liberan 1 052,07 TM/año de CH₄. Este valor equivale a 24 197,61 TM/año de CO₂ (considerando una propensión a



incrementar la temperatura planetaria (GWP) de 23), lo que representa el 67 % del total de CO₂ emitido. La captura de GEI en las primeras etapas de tratamiento de ambas series, seguida de su combustión para convertirlos en CO₂, H₂O y calor, abre la posibilidad de un proyecto prometedor de comercialización de abono de carbono, en el marco del MDL aplicado a la PTARPB.

Según Rozas et al. (2020) el MINAE oficializó el PPCN 2.0 en su "Liberación de gases contaminantes: distrito de Puntarenas" de 2018, como respuesta a la Estrategia Nacional de Cambio Climático. La UTN (Universidad Técnica Nacional) encabeza los esfuerzos para desarrollar el balance de gases de emisiones atmosféricas en el distrito central de Puntarenas. Se empleó la metodología del PPCN 2.0 para determinar las emisiones emitidas por el transporte y el consumo de energía fija, incluyendo combustibles fósiles y electricidad, la gestión de desechos sólidos y el saneamiento de aguas depuradas. Se obtuvo información de actores clave del distrito y se administró un cuestionario dirigido a los sectores residencial, comercial e industrial para recopilar datos. Los cálculos basaron en la información del IMN sobre expulsión de gases contaminantes y su repercusión al calentamiento global. Los resultados mostraron emisiones de 83,618.27 t, de CO₂ equivalente (CO₂e) para el año 2016 y 79,053.66 t, de CO₂e para el año 2017, El aprovechamiento de combustibles fósiles resulta ser el principal contribuyente a las emisiones en la pesca y el transporte.

Según Erazo & Martinez, (2015) evidencian que la expulsión de gases de calentamiento global, ¿Las ecotecnologías, un camino hacia la solución ambiental? Es crucial entender la descomposición y transformación de nutrientes y materia orgánica en sistemas ecotecnológicos para la purificación de aguas depuradas domésticas. También es crucial analizar otras variables que influyen en la



emanación de gases de contaminación global se ve afectada por factores como la vegetación del humedal, el contenido orgánico de los sistemas y el caudal de agua, es crucial también considerar las técnicas utilizadas para cuantificar las emisiones, teniendo en cuenta para un control efectivo y la reducción de las emisiones, es necesario evaluar las condiciones climáticas, sociales y económicas específicas de cada país.

Según Rojano et al. (2016) el estudio que realizaron presenta un análisis de la emisión, dispersión y concentración de contaminantes del aire como PM10, CO, NO2, COV y HAP, las emisiones de gas natural derivados de una plataforma modular encargada de la compresión, tratamiento y medición en la península de La Guajira, Colombia, fueron modeladas aplicando el modelo gaussiano de dispersión WKBK2 en fuentes puntuales, para valorar las manifestaciones de contaminantes. Para estimar las liberaciones de contaminantes, se emplearon los factores de emisión de la USEPA. La validez del modelo se comprobó con las mediciones de PM10 y NO2 realizadas en un punto cercano a la planta industrial. Las concentraciones máximas se registraron entre 100 y 200 m de la fuente. Las estimaciones indican que las concentraciones máximas de PM10 no cumplirían con el estándar anual de la OMS. En las cuatro comunidades indígenas de la región, las estimaciones de PM10 no superaron el límite establecido en la norma colombiana.

Montenegro et al. (2019) En la investigación que llevaron a cabo, examinaron la conexión entre la carga orgánica en las PTAR de la cuenca del río, Bogotá y la liberación de huella de carbono durante el proceso de purificación. Este estudio abarca una compilación de reflexiones técnicas vinculadas con la generación de estos gases.



2.1.2. Antecedentes nacionales

Según Medranda (2020) aborda el desafío de la emisión de GEI derivados por los residuos de las industrias papelera y ganadera, proponiendo soluciones a través del tratamiento y la gestión adecuada de estos desechos. Su investigación busca evaluar la mitigación de los gases de calentamiento global por medio de la descomposición aeróbica de residuos industriales combinados con residuos pecuarios. Los resultados preliminares sugieren que el principal responsable de la disminución de emisiones es el proceso de compostaje, que impide que los desechos de celulosa se encuentren en el actual vertedero., lo que a su vez elimina la fuente de metano generada por la descomposición anaeróbica.

Barros (2019) en su investigación el objetivo fue comprender la percepción de la población cercana respecto a la contaminación por olores proveniente de la PTAR. Para ello, se llevó a cabo un estudio exploratorio, descriptivo y transversal, empleando un cuestionario de encuesta a 100 habitantes de la zona, así como talleres participativos con la comunidad y una auditoría ambiental por el territorio. Este estudio destaca por ser el primero en la localidad que investiga la percepción socio-ambiental de la población. El estudio demuestra que el 100% de los encuestados considera que habita en un entorno impregnado por los olores nocivos originados por la PTAR. Este hallazgo se enfoca en el efecto perjudicial que produce la contaminación odorífera de la PTAR, lo que sugiere que este problema podría afectar significativamente a los habitantes de la zona. Además, la falta de documentación que describa la situación actual del problema es un factor preocupante.



2.1.3. Antecedentes regionales

Macedo & Castillo (2017) En la investigación realizada analizo las emisiones de olores desagradables provenientes de un estanque de estabilización en Puno, se realizaron mediciones de SO₂ y H₂S utilizando un equipo de muestreo en seis puntos específicos: Cerro Colorado, Barrio Santiago Chejoña, Chanu, y Huayna Pucara, Centro Poblado de Salcedo y Barrio Huáscar.entre el 19 y 26 de julio, y del 25 al 30 de agosto de 2015. Además, se realizaron encuestas en cinco espacios para evaluar el impacto social. La evaluación de los datos recabados evidenció que los niveles de ambos gases en las estaciones monitoreadas no superaban los límites establecidos en los ECA. No obstante, las encuestas indicaron que el 35% de la población percibía los olores como intensos, el 22% como ligeros, el 21% como muy fuertes, el 15% como moderados, el 5% como insoportables, y el 3% como muy ligeros. En cuanto al grado de molestia, un 2.3% de la población consideró los olores como insoportables, el 2.6% como muy fuertes, el 2.1% como fuertes, el 3.8% como moderados, el 50.3% como ligeros y el 38.9% como inexistentes. Esta investigación es de gran relevancia para el proyecto, ya que proporciona un análisis preliminar del efecto de la presencia de hedores en la nación, evidenciando que los hedores no se pueden igualar directamente con los datos del ECA para el aire, dado que la percepción es sólo perceptible. de los olores ocurre a concentraciones muy bajas, lo que requiere el uso de otras herramientas para su evaluación adecuada.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Contaminación ambiental

De acuerdo con el Ministerio del Ambiente, se entiende por contaminación ambiental a la disponibilidad de elementos físicos, químicos y biológicos o una



mezcla de estos en el entorno, que pueden causar problemas de salud y el confort de los individuos, la vida animal o vegetal, o imposibilitar el disfrute de espacios pensados para el ocio. La contaminación ambiental es consecuencia de las labores humanas que generan contaminantes en el medio ambiente, superando los límites permitidos por la normativa vigente. Es importante considerar el efecto acumulativo de los contaminantes en el entorno. (Acuña, 2020)

2.2.2. Contaminación del aire

Según la OMS ha realizado numerosos estudios para valorar la contaminación del aire y sus posibles repercusiones en la salud. Estas indagaciones han detectado tres grupos vitales de contaminantes del aire: compuestos derivados del carbono, azufre y nitrógeno; ozono; partículas con un diámetro de 10 micrómetros o menos, incluyendo partículas de 2.5 micrómetros; plomo, benceno, hidrocarburos y sulfuro de hidrógeno. Por lo tanto, los datos de diversos productos han sido actualizados y se han establecido los ECA y PM (Parámetros de Monitoreo) en nuestro país. (Barros, 2019)

2.2.3. Percepción ambiental

El ser humano necesita una interacción continua con su entorno para obtener información a través de los sentidos. La visión, la capacidad olfativa, la sensibilidad táctil, la audición y la percepción gustativa le permiten recibir estímulos que le ayudan a comprender la realidad que lo rodea. Estos estímulos, a través de un proceso complejo, se transforman en una representación del mundo. Este método de aprendizaje se define como percepción. Nuestra percepción del mundo se basa en la constante recepción de energía física del entorno, la cual llega a nuestros órganos sensoriales en forma de estímulos. Estos estímulos son decodificados tales como percepciones que llegan a nuestro sistema nervioso.



Pero, no obstante, factores internos como la atención, la acomodación perceptual y la experiencia son imprescindibles en la interpretación de estas sensaciones, interrelacionándose entre sí. La atención asume un papel decisivo en la decodificación y manifestación de los conocimientos adquiridos, especialmente cuando se busca un objetivo específico. Este proceso de focalización permite una vinculación eficiente de los esfuerzos, resultando en una percepción más intensa y significativa. La elaboración de esta percepción se ve influenciada por factores como las necesidades, los estímulos, las perspectivas y las costumbres de las personas. (Barros, 2019)

2.2.4. Laguna de oxidación

Son procedimientos que se destacan entre los más frecuentemente (Francisco, 2021) tratamientos habituales y efectivos que pueden implementarse. Consisten en procesos donde el agua circula mediante un sistema específico para tratar aguas depuradas a través de procesos naturales, como la actividad de bacterias y algas, basados principalmente en sus actividades y las relaciones simbióticas que mantienen con otros organismos. Los estanques de aireación son esenciales en el procesamiento de aguas depuradas domésticas, donde la fuente primaria de polución proviene de los desechos humanos y animales que se descargan a través de las alcantarillas, además de aguas residuales generadas para a limpieza de la ropa y la preparación de comidas y las duchas en menor medida. También se utilizan en el ámbito industrial, siempre que haya suficiente espacio disponible para estos sistemas. El propósito principal de tratar el efluente es permitir su vertido en cuerpos receptores libres de componentes contaminantes. Estas lagunas demandan un mantenimiento mínimo y no requieren mano de obra



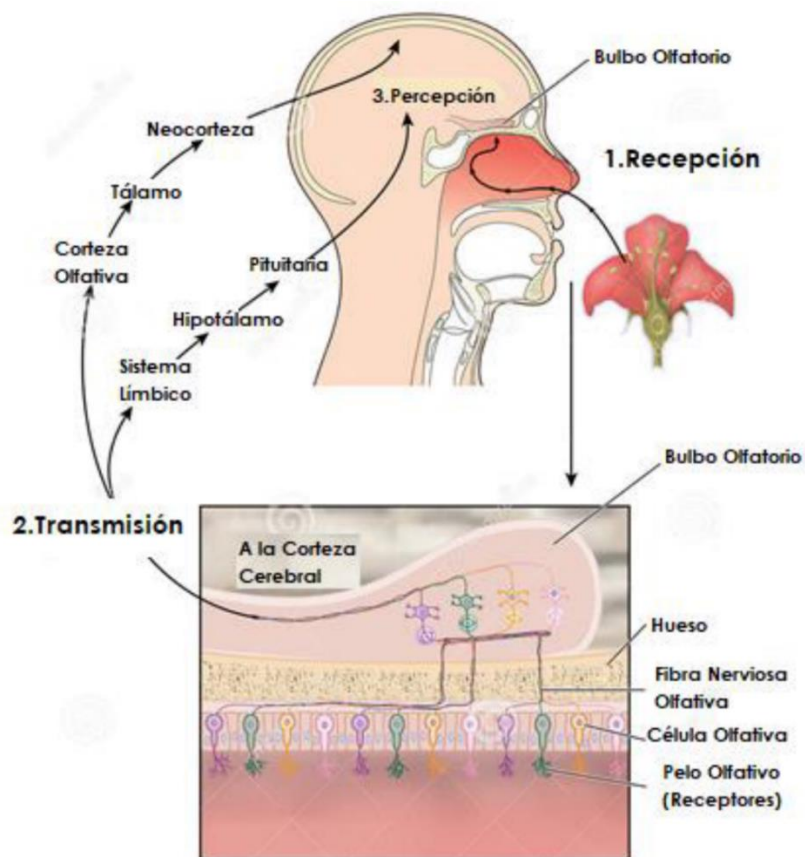
calificada, aunque es esencial gestionar correctamente la biomasa que se formará en el sistema. (Lecca & Lizama, 2014). La depuración del desecho orgánica en los espacios de estabilización surge de la mezcla de procesos físicos, químicos y biológicos. Entre estos destacan dos grupos principales: la decantación de sólidos en suspensión, que generalmente constituyen entre el 40 y 60% de la materia orgánica hallada en el agua depurada, logrando eliminar entre el 75 y 80% de la DBO5, así como la transformación biológica, que conduce a la desintegración de la materia orgánica identificada en el agua depurada. (Francisco, 2021)

2.2.5. Origen de los olores en el proceso operativo de una laguna de estabilización (Oxidación)

Los olores son percepciones que se generan al recibir un estímulo en el sistema olfativo, compuesto por dos subsistemas diferentes: el nervio trigémino y el epitelio olfativo. Los compuestos que estimulan la facultad de oler reciben el nombre de olores. La configuración física, química y las propiedades moleculares de los compuestos que emiten olor generan un estímulo en las células olfativas responsables de esta percepción. Además, estos compuestos también se pueden identificar mediante el sentido Del gusto al ser asimilados en contacto con la mucosa oral o faríngea al ser absorbidos por la mucosa bucal o la garganta. (Cadeño & Jurado, 2019)

Figura 1

Sistema fisiológico humano para la recepción de olores



Nota: Sistema fisiológico (Cadeño & Jurado, 2019, p. 17)

2.2.6. Gases que emana el agua residual

Los gases generados por aguas depuradas domésticas, ya sea acumuladas o durante su procesamiento, puede involucrar causas de origen orgánico como inorgánico y convertidos en gases o vapores. Varios estudios están de acuerdo en que los gases inorgánicos más importantes son el sulfuro de hidrógeno y el amoníaco. A pesar de que usualmente originadas a raíz de la actividad biológica, es posible que se originen vapores orgánicos de la emisión directa de desechos químicos. Varias sustancias con olor se originan de la degradación anaeróbica de un material orgánico que incluye azufre y nitrógeno; no obstante, los olores también suelen surgir a través de la degradación aeróbica y en procedimientos de



tratamiento de desechos sólidos que requieran calor. El H_2S , el NH_3 , el CO_2 y el CH_4 son los gases presentes en las alcantarillas. De todos estos, únicamente el sulfuro de hidrógeno y el amoníaco exhiben un aroma significativo. Frecuentemente, los gases derivados de aguas depuradas contienen sustancias con olores fuertes, tales como mercaptanos, compuestos orgánicos de azufre y aminas, entre las cuales se encuentran el indol y el escatol. De acuerdo con los componentes que se encuentran en los vertidos industriales, también se pueden hallar ácidos orgánicos, aldehídos y cetonas, los cuales se caracterizan por su potente aroma. (Cadeño & Jurado, 2019)

2.2.7. Tipos de componentes causantes del olor

“Entre las primordiales causas de los olores fétidos se encuentran compuestos inorgánicos, mercaptanos y Otras sustancias como el tiofenol y el ticresol”.

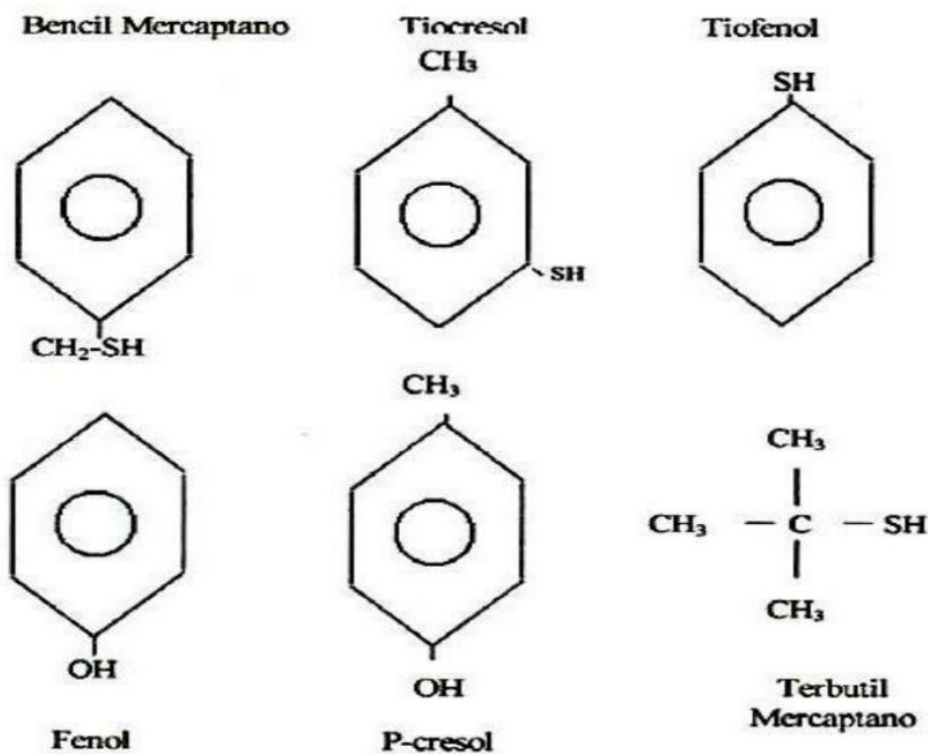
- a. **Compuestos orgánicos.** El H_2S presente en las aguas depuradas es uno de los factores más significativos que provocan el mal olor en las lagunas oxidativas. Este compuesto es extremadamente tóxico, corrosivo y se oxida para formar ácido sulfúrico. La creación de esta es resultado de la disminución del sulfato realizada por la bacteria sulfareductora, que emplea el sulfato como receptor de electrones. Esta sustancia igualmente puede formarse a partir de la ruptura de aminoácidos con azufre, como la metionina y la cisteína; no obstante la disminución de sulfatos continúa siendo el principal proceso de generación de H_2S en las aguas depuradas. El H_2S es altamente tóxico para los humanos, con un límite letal de 500 ppm. Este gas corroe materiales como el concreto, el cobre y el hierro, que son comunes en

las instalaciones de tratamiento y lagunas de aireación de aguas procesadas (Barros, 2019)

- b. Otros Compuestos.** Responsables de provocar olores repugnantes comprenden los ácidos orgánicos, el fenol y el P-cresol.

Figura 2

Estructura molecular de compuestos que causan olores desagradables



Nota: (Barros, 2019, p. 32)

Por su parte, la OMS indica que las pruebas sugieren según el contexto social, las personas aprenden a percibir ciertos olores como placenteros o desagradables, en el que los experimentan y desarrollan. Un ejemplo de esto son las comunidades rurales que expresaron su preocupación por los olores que podrían provenir de un centro de producción de ganado, aunque todavía no se había instalado ni en funcionamiento. La siguiente figura muestra la forma en que el ser humano reacciona ante el mal olor en función de la manifestación de los compuestos olfativos en el entorno. (OMS, 2018)



2.2.8. Malos olores por gases que emanan las lagunas de oxidación

Las bacterias anaeróbicas, que no pretenden oxígeno para sobrevivir, contribuyen a la presencia de malos olores, perturbando el nivel de vida y el entorno laboral de las comunidades cercanas a las PTAR. A concentraciones elevadas de sulfatos o sulfuros, originan H_2S , que tiene un olor desagradable parecido al de los huevos podridos o en descomposición, siendo este un subproducto resultante de la degradación anaeróbica de compuestos orgánicos (Acuña, 2020)

Los gases generados en los estanques de aireación causan incomodidad y alteran la paz de las personas, llegando a influir en su bienestar psicológico y sensorial. Los olores desagradables provienen de los procesos de manejo de desechos sólidos y aguas depuradas, así como la regulación de estos olores es esencial, especialmente debido al crecimiento poblacional y la proximidad de las comunidades a estas instalaciones. (Macedo, 2017)

2.2.9. Gases tóxicos

Tanto las plantas de tratamiento como las lagunas de estabilización son susceptibles de generar contaminación físico-química o biológica, e involucra procesos aeróbicos o anaeróbicos que liberan olores desagradables y gases tóxicos como:

a. Sulfuro de hidrogeno

El ácido sulfhídrico, también denominado sulfuro de hidrógeno, se produce mediante la disminución biológica del SO_4^{2-} o tiosulfato bajo condiciones anaeróbicas. Usualmente, la preocupación por el sulfuro de hidrógeno surge en las etapas iniciales del proceso de tratamiento o durante la digestión anaeróbica de los lodos. El H_2S aparece en forma de gas blanco., extremadamente tóxico, que tiene un aroma característico de huevo podrido. La exposición a niveles de 300 ppm en



el aire podría resultar mortal. La Tabla 2-2 sintetiza las propiedades fundamentales de este gas en su estado gaseoso. Este gas tiene una solubilidad moderada en agua y se descompone en otras formas de sulfuro, dependiendo del pH.

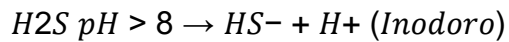
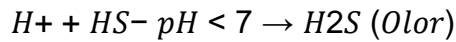


Tabla 2

Características importantes del sulfuro de hidrogeno en estado gaseoso

Parámetro	Valor
Peso molecular	34,08 g/mol
Presión de vapor a -0,4 °C	10 atm
Presión de vapor a 25,5 °C	20 atm
Densidad Relativa	1,19
Umbral de detección de olor	1 ppb aproximadamente
Umbral de reconocimiento de olor	5 ppb aproximadamente
Olor característico	Huevo podrido
Concentración de riesgo inminente para la vida	10 ppm

Nota: Extraído de (Cadeño & Jurado, 2019, p. 21)

El pH del agua residual desempeña un rol crucial en el nivel de H₂S en forma molecular que se permite verter en la atmósfera. A un pH de 6,0, más del 90% del sulfuro disuelto se halla en estado gaseoso. En cambio, a un pH de 8, menos del 10% del compuesto se libera como gas desde el agua residual. Por lo tanto, una disminución de una unidad en el pH del agua puede aumentar considerablemente la liberación de sulfuro de hidrógeno gaseoso, lo que puede generar problemas de olores y corrosión. Un elemento parecido es la turbulencia, puesto que su incremento suscita la liberación de este gas al aire. En donde adopta una forma iónica, el sulfuro se mantiene en solución y no suele desplazarse como gas, siendo los olores emitidos solo cuando el sulfuro se encuentra en su estado gaseoso (H₂S).



b. Amoníaco y compuestos nitrogenados

El amoníaco se genera cuando las bacterias que fijan nitrógeno, junto con las plantas, asimilan el nitrógeno del aire, transformándolo en amoníaco, urea, nitrito, nitrato y otros compuestos nitrogenados que estos seres vivos guardan. Posteriormente, el nitrógeno fijado circula a lo largo de la cadena alimentaria tras la defecación, la orina y la muerte, y finalmente, tras diversos procedimientos como la amonificación, nitrificación y desnitrificación, se transforma nuevamente en nitrógeno molecular. Los compuestos nitrogenados orgánicos y la urea se transforman en amoníaco mediante la amonificación aeróbica. Sin embargo, dado que las redes de aguas residuales carecen de suficiente oxígeno, el ciclo del nitrógeno no avanza hacia la nitrificación y se restringe en la fase de amonificación. En cambio, el nitrito se convierte en nitrógeno molecular mediante la desnitrificación anóxica. El agua residual recién ingresada a la red tiene una baja cantidad de oxígeno disuelto que se reduce drásticamente en los primeros km, lo que genera situaciones anaeróbicas en las tuberías. En estos primeros tramos, la urea contenida en presencia de oxígeno residual, el agua se transforma en amoníaco a través de la acción de las bacterias mediante la amonificación. Este proceso interrumpe drásticamente la transformación de los compuestos orgánicos en amoníaco. Este proceso químico se repite en las PTAR, ya que el amoníaco, debido a su baja temperatura de evaporación, se evapora con facilidad durante las etapas del tratamiento, liberando los olores característicos al entorno. (Cadeño & Jurado, 2019)

c. Dióxido de azufre (SO₂)

El SO₂ es un contaminador gaseoso incoloro y reactivo, con un olor intenso. Este gas puede repercutir negativamente la salud de los personas, animales y



plantas. La quema de recursos fósiles se identifica como el mayor emisor de dióxido de azufre junto con la actividad asociada a la actividad volcánica. El dióxido de azufre puede irritar la piel y los tejidos mucosos de los ojos, la nariz, la garganta y los pulmones. Las manifestaciones elevadas de SO₂ pueden generar inflamación e irritación en los pulmones, particularmente durante esfuerzos físicos intensos. Los síntomas que pueden presentarse incluyen dolor al respirar en profundidad, tos, problemas de irritación en la garganta y problemas para respirar. Además, las elevadas manifestaciones de SO₂ pueden afectar el rendimiento pulmonar, agravar los episodios asmáticos y empeorar las afecciones cardíacas en personas vulnerables. Este gas también puede interactuar con otros compuestos químicos presentes en el aire y transformarse en pequeñas partículas que, al entrar en los pulmones, causan efectos negativos similares en la salud. El SO₂ incide en la generación de precipitaciones ácidas, lo cual puede alterar el estado del suelo y el agua. Las consecuencias de la deposición ácida pueden ser graves, afectando los ecosistemas acuáticos en ríos y lagos, así como dañando bosques, cultivos y otras plantas. En múltiples situaciones, la deposición de sustancias que provocan acidificación continúa excediendo los niveles críticos en los ecosistemas. Además, este proceso puede ocasionar daños en edificios y monumentos histórico. (Muñoz, 2022)

d. Monóxido de carbono (CO)

Es un residuo de la combustión parcial. Se convierte en un peligro tanto para humanos como para animales, dado que se vincula a la hemoglobina en la sangre, lo que obstaculiza la movilización adecuado de oxígeno en el cuerpo. Además, es un gas sin olor, y cuando se experimenta un leve dolor cefálico, ya se ha alcanzado un nivel peligroso. Se dispersa rápidamente en el aire libre, pero en un lugar



confinado, su concentración se reduce puede resultar extremadamente tóxica, incluso letal. Anualmente, se registran múltiples casos de intoxicaciones mortales debido a dispositivos de combustión empleados en ambientes poco ventiladas

. (Ataz, 2004)

e. Metano (CH₄)

El CH₄ es un gas producido cuando se descompone la materia orgánica en entornos con escasez de oxígeno, como ocurre en Ciénagas, Pantanos y Arrozales de las regiones tropicales húmedas. El metano también se origina igualmente durante la digestión y excreción en las especies animales herbívoras. Este gas de efecto invernadero favorece el calentamiento mundial, dado que incrementa la capacidad de este gas para producir calor en la atmósfera y conservar la energía térmica (Ataz, 2004)

2.2.10. Efectos a la salud por exposición a sustancias químicas.

El aire fresco suele contener algunos olores que generalmente no resultan molestos para el ser humano, y pueden producir un estado de serenidad o disfrute, incluso por debajo del umbral de detección. El aire exterior carece de compuestos químicos con olor, "aparenta ser limpio", y usualmente se considera exento de contaminantes que puedan provocar perjuicios. A pesar de que no se ha logrado fundar una correlación directa entre el aroma de los compuestos y su toxicidad, se ha constatado que la percepción de aromas puede generar respuestas fisiológicas en la red nerviosa, abarcando sus componentes central y periférico. En cambio, la exposición constante a sustancias químicas en cantidades bajas suele provocar efectos perjudiciales en la salud de quienes las están expuestas. La exposición repetida a un mismo olor puede causar un fenómeno denominado fatiga olfativa o agotamiento olfativo. Este fenómeno puede ser a corto o largo plazo. La fatiga



olfativa a corto plazo ocurre en cuestión de horas y se desvanece después de unos minutos de descanso. En cambio, la fatiga olfativa a largo plazo puede durar semanas o meses, y se requiere un período de descanso prolongado para reactivar la sensibilidad olfativa (Uribe, 2012)

2.2.11. La percepción y el olor

El aroma se puede entender como la respuesta sensorial que se genera al contacto de compuestos volátiles con los receptores olfativos ubicados en la nariz. La intrincada naturaleza de los aromas asociados con la ganadería está vinculada a la complejidad del proceso perceptivo humano, que se ve influenciado por diversos factores. Por lo tanto, más que una simple cualidad del aire, el aroma representa una percepción subjetiva y particular. (Macedo, 2017)

2.2.12. El proceso de percepción

" La percepción es influenciada por la perspectiva individual, dado que cambia dependiendo del grado de sensibilidad Olfativa de cada persona, además de sus emociones y vivencias previas vinculadas con el aroma". La respuesta humana frente a los aromas se basa en gran parte en la habilidad olfativa de cada individuo. El sistema olfativo está ubicado entre el encéfalo y la cavidad nasal, siendo este último el órgano responsable de identificar los olores. Aproximadamente el 2% de la población presenta anosmia, lo que significa que solo puede percibir olores a concentraciones muy altas, mientras un 2% adicional posee un olfato extremadamente sensible, detectando olores a manifestaciones tan bajas que la mayoría no puede divisar, calificándose como hipersensibles. Finalmente, el 96% de las personas disponen de una facultad olfativa "estándar". Además, la renuencia de un mismo individuo ante un olor específico puede cambiar



con el tiempo, dependiendo del entorno su sensibilidad olfativa se ve afectada por el entorno, el estado físico y emocional. Aspectos como la edad, el género, la salud y los hábitos personales (como el tabaquismo) influyen en la percepción de los olores. (Macedo, 2017)

2.2.13. Detector de gases

Un contaminante químico se refiere a cualquier compuesto, tanto orgánico como inorgánico, natural o sintético, que puede ser liberado en la atmósfera expresado como polvo, humo, gas o vapor durante su producción, manejo, movimiento, preservación o utilización. Estas sustancias tienen el potencial de causar irritación, corrosión, asfixia o toxicidad si se expone en cantidades suficientes para dañar la salud de las individuos expuestas a ellas. En los entornos laborales donde se llevan a cabo actividades o procesos que generan gases, vapores, humos, brumas, partículas en polvo, fibras, aerosoles y otros, es necesario realizar análisis del aire de manera periódica, con la frecuencia que las condiciones lo requieran (Macedo, 2017)

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Contaminación

La propagación de una composición química o una mezcla de sustancias en un entorno no anhelado (aire, agua, suelo), lo que puede provocar impactos negativos en el medio ambiente o en la salud. (AMBIENTE, 2012)

2.3.2. Emisiones

Las emisiones son la emisión directa de gases a la atmósfera, así como la concentración de compuestos en el aire se evalúa mediante los Límites Máximos Permitidos (LMP)." (Ambiental, 2016)



2.3.3. Dióxido de azufre (SO₂)

El SO₂ es un gas transparente e incombustible con un olor inapreciable y que causa irritación. Las concentraciones elevadas de este gas están asociadas a trastornos respiratorios como tos, secreciones nasales, bronquitis crónica y asma. Diversas investigaciones señalan que la exposición continua a este gas acrecienta el riesgo de mortalidad, particularmente por trastornos cardiacos y respiratorios. (Duque, 2016)

2.3.4. Laguna de estabilización

Las lagunas de estabilización son zonas diseñadas para almacenar aguas residuales, con un tamaño significativo y poca profundidad, diseñadas con estructuras terrestres expuestas al sol y al aire. Su objetivo es tratar las aguas residuales mediante procesos naturales, pero bajo control. (Macedo, 2017)

2.3.5. Monóxido de carbono (CO)

Emanado por el fuego en automóviles, calentadores e incineradoras. La exposición continua está relacionada con dolores de cabeza, problemas visuales, disminución de las capacidades cognitivas y habilidades. (Duque, 2016)



CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo aplicada y cuantitativa. Se clasifica como aplicada debido a que busca generar conocimientos prácticos que permitan evaluar y gestionar la liberación gases de efecto invernadero liberados por la planta de purificación de aguas depuradas situadas en el distrito de Macari, provincia de Melgar. Los resultados tienen el potencial de ser aplicados para la mejora de las prácticas ambientales y para reducir los impactos percibidos por la comunidad aledaña.

3.2. Enfoque de la investigación

Este estudio se caracteriza por su enfoque cuantitativo, con el objetivo de medir y analizar la cantidad de gases responsables del efecto invernadero se eleva. Empleando métodos de recolección de datos numéricos (como la medición de concentraciones de gases)

Siendo descriptivo en vista que el objetivo se refiere a identificar, describir los puntos de monitoreo y evaluar las concentraciones de gases en el sitio de estudio, esto implica una descripción detallada de las emisiones y su distribución.



Correlacional en vista que el objetivo de relacionar el impacto social (a través de la percepción de los gases) con la emisión permite analizar posibles correlaciones entre la percepción de la comunidad y las concentraciones de gases, lo cual requiere un enfoque correlacional.

3.3. Técnicas e instrumentos

3.3.1. Técnicas

- **Monitoreo ambiental:** Esta técnica se utilizó para medir las manifestaciones de gases de efecto invernadero (como CO₂, CH₄ y N₂O) en puntos específicos aledaños a la planta de tratamiento. Se realizó utilizando equipos de muestreo ambiental, como analizadores de multigases.
- **Encuestas estructuradas:** Para relacionar el impacto social a través de la percepción de los gases generados, se realizó encuestas estructuradas a la población cercana a la planta. Estas encuestas permitieron medir de manera cuantitativa la percepción y preocupación de la comunidad frente a las emisiones.

3.3.2. Instrumentos

- **Cadena custodia:** A fin de certificar la rigurosidad y la credibilidad de los datos recolectada acerca de la emisión de gases con capacidad de atrapar el calor en la PTAR del distrito de Macari.
- **Encuestas:** Para capturar la percepción de la comunidad respecto al impacto ambiental de las emisiones, se diseñó un cuestionario estructurado. El cuestionario fue administrado a una muestra representativa de la población aledaña a la planta, permitiendo cuantificar la percepción social y relacionarla con los datos de concentración de gases.

3.3.3. Ubicación de la zona de investigación

La presente investigación tuvo lugar en el distrito de Macari provincia de Melgar departamento de Puno, en la siguiente figura nos permite apreciar la ubicación de la zona.

Figura 3

Ubicación



Nota: Google earth

3.4. Población y muestra

3.4.1. Población

La población de estudio se divide en dos partes principales

- a. **Población ambiental:** Representada por todas las áreas aledañas a la PTAR del distrito de Macari, provincia de Melgar, en las cuales se puede percibir las repercusiones de las emisiones de gases con capacidad de atrapar el calor y provocar el efecto invernadero. Esta población ambiental incluye diferentes puntos de monitoreo donde se efectuaron las mediciones de gases, seleccionados de acuerdo a criterios de proximidad, dirección del viento, y densidad poblacional en las zonas adyacentes.

b. Población social: Compuesta por los habitantes de la comunidad cercana a la planta de tratamiento, quienes pueden percibir el impacto de las emisiones en su entorno. Esta población incluye a residentes de distintos grupos demográficos y edades que habitan en el sector impactado por la planta que residen en el área de acción de la planta y que serán sujetos de la encuesta de percepción.

3.4.2. Muestra

Para el estudio de los gases que inducen el efecto invernadero, se seleccionarán de forma estratégica diversos puntos de monitoreo en los alrededores de la planta. Estos puntos serán determinados con base en criterios como la distancia a la planta, las áreas con mayor exposición a las emisiones, y el patrón de dispersión de gases.

Figura 4

Punto de monitoreo





3.4.3. *Materiales y equipos*

➤ *Materiales*

- Tablero
- Casco
- chaleco

➤ *Equipos*

- Detector de multigases
- GPS
- Laptop
- Dispositivo móvil para capturar imágenes

3.4.4. *Procedimiento metodológico*

Objetivo específico 1: Identificar los puntos de monitoreo aledaña a la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Macari provincia de Melgar.

Para el cumplimiento del siguiente objetivo, se adoptó una metodología centrada en el análisis de criterios ambientales, geográficos y poblacionales, que permitan seleccionar ubicaciones estratégicas para la supervisión de los gases de efecto invernadero.

a. Revisión de la normativa y guías técnicas de monitoreo ambiental.

Se revisó las normas nacionales e internacionales sobre el monitoreo de emisiones en plantas de tratamiento de aguas depuradas. Este paso es esencial para determinar las directrices técnicas y de seguridad para el establecimiento de puntos de monitoreo. Las normas del Ministerio del Ambiente (MINAM) fueron referencia para confirmar la exactitud y la consistencia de los puntos seleccionados.

b. Evaluación de la proximidad a la planta y accesibilidad

Se analizó el entorno próximo a la planta de tratamiento en un radio determinado (entre 500 a 1000 metros) para definir puntos a diferentes distancias. Los puntos de monitoreo fueron lo suficientemente cerca para captar concentraciones significativas de gases, pero en ubicaciones accesibles y seguras para realizar mediciones de manera continua.

Figura 5

Evaluación de la accesibilidad a la planta



c. Identificación de áreas pobladas o zonas sensibles

Además de los aspectos técnicos, se tomó en cuenta la cercanía a zonas habitadas o áreas ambientalmente sensibles. Estos puntos fueron importantes para cuantificar la influencia de las emisiones en sectores de interés para la comunidad.

Figura 6

Identificación de áreas pobladas



d. Selección y georreferenciación de puntos de monitoreo

Con base en los criterios anteriores, se seleccionarán entre 10 puntos de monitoreo representativos alrededor de la planta como también se realizó a diferentes horarios. Cada punto será georreferenciado utilizando herramientas de GPS para obtener coordenadas exactas y asegurar la replicabilidad del monitoreo en futuros estudios.

Figura 7

Georeferenciación de los puntos de monitoreo



Objetivo específico 2: Evaluar la concentración de los gases que genera la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Macari provincia de Melgar.

La metodología que se aplicó para el presente objetivo se enfocó en la recogida y estudio de muestras de gases en los puntos de monitoreo previamente identificados.

a. Selección de los gases a monitorear

Se seleccionaron los CH_4 , H_2S , CO_2 y CO por su relevancia ambiental y potencial impacto en la salud y el entorno.

Figura 8

Selección de gases a monitorear



b. Instrumentación

Se empleó un analizador multigases portátil específicos para cada gas:

Metano (CH_4): Analizador basado en tecnología de medidor automático.

Sulfuro de hidrógeno (H_2S): Medidor con multigases portátil.

Dióxido de azufre (SO_2): Monitoreo con medidor multigases portátil

Monóxido de carbono (CO): Analizador de multigases portátil

c. Diseño de monitoreo

Puntos de medición: Los sitios de monitoreo fueron definidos en base a su proximidad a fuentes potenciales de emisión dentro de la planta y zonas aledañas,

Figura 9

Equipos e instrumentos a utilizar



d. Técnicas de recolección de datos

- El equipo fue colocado en los puntos seleccionados y operados según protocolos establecidos.
- Los datos de concentración (en ppm o mg/m^3) fueron registrados digitalmente en cada punto y momento en la cadena custodia emitida por el laboratorio.
- Para la recolección de los datos se consideró las recomendaciones de los métodos de supervisión de gases según el Protocolo de Monitoreo de Emisiones en la Directiva del MINAM

e. Procesamiento y análisis de datos

- Los resultados obtenidos fueron tabulados y analizados estadísticamente para calcular medias, desviaciones estándar y máximos permitidos.
- Los valores medidos se contrastaron con los límites fijados por las normativas nacionales (los estándares del MINAM) e internacionales (OMS o EPA) para determinar el nivel de cumplimiento ambiental.

Figura 10

Procesamiento de datos



Objetivo específico 3: Relacionar el impacto social por la percepción de gases que genera la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Macari provincia de Melgar.

a. Técnicas de recolección de datos

Se utilizó métodos cualitativos y cuantitativos para obtener una visión integral del impacto social. Las siguientes técnicas se emplearon:

- **Encuestas estructuradas:** Se diseñó una encuesta con preguntas para medir la percepción de los residentes respecto a los gases emitidos por la planta. Las preguntas estarán orientadas a identificar:

Figura 11

Encuesta realizada a pobladores de la zona



b. Análisis de datos

- **Análisis cuantitativo:** Las respuestas del cuestionario (escala Likert) pueden analizarse utilizando estadísticas descriptivas (frecuencia, promedio, desviación estándar) para obtener una visión general de la percepción de la comunidad.

c. Relación con el impacto social

El impacto social se evaluó a través de cómo los gases deterioran el estado de vida de los residentes locales. Por esta razón:

- **Medir la molestia:** Si los habitantes perciben frecuentemente los gases y consideran que estos afectan su bienestar (físico, psicológico, social).



- **Impacto en la salud:** Relaciona las percepciones de los residentes con problemas de salud reportados (como dolores de cabeza, dificultades respiratorias, o irritación).
- **Percepción comunitaria:** Si la comunidad percibe la planta como una fuente de contaminación o considera que hay una falta de control o solución por parte de las autoridades.
- **Propuestas de solución:** Se analizó las sugerencias de la comunidad sobre cómo mejorar la situación, lo que podría ser útil para plantear recomendaciones de políticas públicas o mejoras en la planta.

d. Consideraciones éticas

- **Consentimiento informado:** Para que los participantes (encuestados y entrevistados) den su consentimiento informado antes de participar. Se les explico el objetivo del estudio, cómo se utilizarán sus respuestas y que su participación es voluntaria.
- **Confidencialidad:** La identidad de los colaboradores fue protegida, empleando códigos o pseudónimos para los datos. Asegurando de que cualquier dato personal o sensible no sea revelado sin el consentimiento expreso de los participantes.
- **No daño:** Se garantizó que la investigación no cause ningún daño a los participantes, ya sea físico, psicológico o social. Si el impacto social de los gases es significativo, considerando la posibilidad de recomendar acciones preventivas.



CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Resultados

Objetivo específico 1: Identificar los puntos de monitoreo aledaña a la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Macari provincia de Melgar

Para cumplir con el presente objetivo de la investigación, se procedió a la localización de los puntos de monitoreo aledaños a la planta de tratamiento de aguas depuradas del distrito de Macari, provincia de Melgar. Se seleccionaron un total de 10 puntos estratégicamente distribuidos alrededor de la planta, como también en zonas donde habitan, considerando factores tales como la proximidad a las principales contribuyentes a la emisión de gases, la accesibilidad para las mediciones y la representatividad de los mismos para obtener una visión integral de las concentraciones de gases en las inmediaciones de la planta.

A continuación, se exhibe la tabla con los códigos y las coordenadas geográficas de los 10 puntos de supervisión seleccionados.

Tabla 3*Ubicación de monitoreo*

N°	Código	Ubicación
1	P1	E: 296218 N: 8366488
2	P2	E: 296264 N: 8366501
3	P3	E: 296312 N: 8366502
4	P4	E: 296246 N: 8366443
5	P5	E: 296167 N: 8366474
6	P6	E: 296122 N: 8366437
7	P7	E: 296057 N: 8366380
8	P8	E: 297181 N: 8366168
9	P9	E: 297104 N: 8366229
10	P10	E: 296945 N: 8366345

Cada uno de estos puntos de monitoreo fue seleccionado cuidadosamente para cubrir diferentes áreas clave alrededor de la planta, permitiendo obtener datos representativos sobre las concentraciones de gases que podrían influir en el entorno y en las poblaciones cercanas.

Objetivo específico 2: Evaluar la concentración de los gases que genera la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Macari provincia de Melgar

En primer lugar para alcanzar este objetivo. se ejecutó las mediciones en 3 fechas diferentes (18,20 y 22/08/2024) en horarios que presenta cambios de temperatura ambiental. A continuación, se presenta en las siguientes tablas los resultados obtenidos en cada monitoreo.

**Tabla 4***Primer monitoreo de gases producidos por la PTAR*

Código	Sulfuro de hidrogeno (H ₂ S) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Dióxido de azufre (SO ₂) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Monóxido de carbono (CO) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Metano (CH ₄) %
P1	140	250	800	1.5
P2	180	320	1000	5.2
P3	110	200	500	1.6
P4	120	190	600	2.4
P5	170	230	800	4.8
P6	110	210	400	2.0
P7	100	210	300	1.6
P8	180	330	1500	5.3
P9	140	220	700	3.8
P10	170	290	900	5.1

La tabla 4 evidencia los resultados obtenidos del primer monitoreo, en donde se logra observar lo siguiente:

Sulfuro de hidrogeno (H₂S): Las concentraciones del presente gas varía entre los puntos de monitoreo, con valores que oscilan entre 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (P7) y 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (P2, P8). Los puntos P2 y P8 presentan las concentraciones más altas de H₂S, lo que sugiere que estas áreas pueden estar más cercanas a la fuente de emisión o tener una mayor acumulación de este gas debido a condiciones locales como la dirección del viento. Las mediciones más bajas en P7 indica que la zona fue la más alejada de la planta o menos afectada por las emisiones de H₂S. Este gas es comúnmente asociado con procesos de descomposición orgánica y actividades industriales en plantas de tratamiento, por lo que su monitoreo es crucial para evaluar el impacto ambiental.



Dióxido de azufre (SO₂): Las manifestaciones de dióxido de azufre (SO₂) varían entre 190 µg/m³ (P4) y 330 µg/m³ (P8), lo que indica una distribución diversa de este gas a lo largo de la zona monitoreada.

- **Puntos con mayor concentración:** Los puntos P8 (330 µg/m³), P2 (320 µg/m³) y P1 (250 µg/m³) presentan las concentraciones más altas de SO₂. Esto sugiere que las áreas cercanas a estos puntos están más expuestas a emisiones elevadas de este gas.
- **Puntos con menor concentración:** Los puntos P4 (190 µg/m³), P6 (210 µg/m³) y P5 (230 µg/m³) muestran las manifestaciones más bajas de SO₂.

Monóxido de carbono (CO): Los niveles CO en los lugares de seguimiento varían considerablemente entre 300 µg/m³ (P7) y 1500 µg/m³ (P8), lo que indica una distribución desigual de este gas a lo largo del entorno de la planta de tratamiento.

- **Puntos con mayor concentración:** Los puntos P8 (1500 µg/m³) y P10 (900 µg/m³) muestran las concentraciones más altas de CO. Esto sugiere que estas áreas están expuestas a emisiones significativamente más altas de este gas.
- **Puntos con menor concentración:** Los puntos P7 (300 µg/m³) y P6 (400 µg/m³) tienen las concentraciones más bajas puede ser un indicio de una mejor dispersión del gas hacia otras áreas menos afectadas.

Metano (CH₄): Las manifestaciones de metano (CH₄) en los puntos de monitoreo varían entre 1.5% (P1) y 5.3% (P8), lo que indica una notable variabilidad en las emisiones de este gas en las distintas áreas cercanas a la planta de tratamiento.



- **Puntos con mayor concentración:** Los puntos P8 (5.3%), P10 (5.1%) y P2 (5.2%) presentan las concentraciones más altas de metano. Estos valores sugieren que estas áreas están más expuestas a mayores niveles de emisión de metano
- **Puntos con menor concentración:** Los puntos P1 (1.5%) y P7 (1.6%) muestran las concentraciones más bajas de metano, lo que indica que estas zonas están menos afectadas por las emisiones directas de gas metano o que la dispersión es más efectiva en estas áreas.

Tabla 5

Segundo monitoreo de gases producidos por la PTAR

Código	Sulfuro de hidrogeno (H ₂ S) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Dióxido de azufreSO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Monóxido de carbono (CO) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Metano (CH ₄) %
P1	170	260	900	1.7
P2	210	300	1200	5.0
P3	90	220	700	1.4
P4	150	170	800	2.0
P5	190	210	1100	4.6
P6	90	220	500	1.8
P7	120	200	500	1.4
P8	160	320	1300	5.2
P9	150	240	900	4.0
P10	180	270	1200	5.2

Sulfuro de hidrogeno (H₂S): Las manifestaciones de H₂S en el segundo monitoreo presentan un rango entre 90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (P3, P6) y 210 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (P2). Comparado con el primer monitoreo, se observa una ligera variabilidad en las concentraciones, lo cual se relaciona con diversos factores, como las condiciones



operativas de la planta o las condiciones meteorológicas en el momento de la medición.

- **Puntos con mayor concentración.** En este monitoreo, los puntos P2 (210 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) y P5 (190 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) muestran las concentraciones más altas de H_2S , lo que indica que estas áreas continúan siendo las más afectadas por las emisiones de este gas. Sin embargo, comparado con el primer monitoreo, las concentraciones en P2 y P5 han aumentado ligeramente (de 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 170 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente), lo que podría sugerir un aumento en la actividad o en la emisión de H_2S en estas zonas.
- **Puntos con menor concentración.** Los puntos P3 (90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), P6 (90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) y P7 (120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) presentan las concentraciones más bajas de H_2S . Estos valores, aunque son relativamente bajos, siguen siendo comparables con las mediciones más bajas del primer monitoreo, lo que sugiere que estos puntos permanecen menos afectados por la emisión de H_2S . La concentración más baja registrada en P3 y P6 (90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) es consistente con los resultados más bajos de los primeros puntos de medición (P7 en 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), lo que podría indicar que la dispersión del gas en estas áreas es eficaz o que las emisiones son menos intensas.

Dióxido de azufre (SO_2): teniendo en cuenta las mediciones realizadas en los puntos de monitoreo varían entre 170 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (P4) y 320 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (P8), lo que indica una distribución heterogénea de las manifestaciones de este gas en los contornos de las instalaciones de tratamiento.

- **Puntos con mayor concentración.** Los puntos P2 (300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), P8 (320 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) y P1 (260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) muestran las concentraciones más altas de SO_2 .



- **Puntos con menor concentración.** Los puntos P4 ($170 \mu\text{g}/\text{m}^3$), P7 ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y P6 ($220 \mu\text{g}/\text{m}^3$) presentan las manifestaciones más bajas

Monóxido de carbono (CO): Las manifestaciones de CO en el segundo monitoreo varían entre $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (P6, P7) y $1300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (P8), lo que indica una amplia distribución de este gas en la zona monitoreada. En comparación con el primer monitoreo, las concentraciones de CO muestran un aumento en muchos puntos, lo que sugiere una posible modificación en el funcionamiento de la planta o la influencia de variables ambientales que aumentaron la liberación de este gas.

- **Puntos con mayor concentración.** P8 ($1300 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y P9 ($1200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) presentan las concentraciones más altas de CO en este monitoreo. Al compararlo con el primer monitoreo, donde P9 alcanzó $4000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y P8 $3200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, se detecta una reducción en la concentración de CO en estos puntos.
- **Puntos con menor concentración.** Los puntos P6 ($500 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y P7 ($500 \mu\text{g}/\text{m}^3$) presentan las concentraciones más bajas en el segundo monitoreo, lo que muestra una ligera mejora en comparación con el primer monitoreo, donde los valores fueron de $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (P7) y $700 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (P6).

Metano (CH₄): Las concentraciones de metano (CH₄) en el segundo monitoreo varían entre 1.4% (P3, P7) y 5.2% (P8, P10). Comparado con el primer monitoreo, se detecta una manifestación de metano en algunos puntos han aumentado, mientras que en otros han disminuido ligeramente.

- **Puntos con mayor concentración.** P8 (5.2%) y P10 (5.2%) presentan las concentraciones más altas, al igual que en el primer monitoreo (5.3% en P8 y 5.1% en P10). Sin embargo, el aumento en el porcentaje de metano en

estos puntos podría ser indicativo de un incremento en la actividad anaeróbica.

- **Puntos con menor concentración.** P3 (1.4%) y P7 (1.4%) muestran las concentraciones más bajas de metano, las cuales son similares o ligeramente inferiores a las del primer monitoreo (1.5% en P1 y 1.6% en P7).

Tabla 6

Tercer monitoreo de gases producidos por la PTAR

Código	Sulfuro de hidrogeno (H ₂ S) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Dióxido de azufreSO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Monóxido de carbono (CO) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Metano (CH ₄) %
P1	150	240	700	1.5
P2	200	290	1100	5.1
P3	100	210	600	1.7
P4	170	190	700	2.2
P5	180	200	1200	4.4
P6	110	240	500	1.6
P7	100	210	700	1.5
P8	140	350	1200	5.0
P9	130	260	1000	4.3
P10	200	250	1500	5.4

Sulfuro de hidrogeno (H₂S): Las manifestaciones de H₂S en el tercer monitoreo varían entre 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (P3, P7) y 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (P2, P10), lo que muestra una variabilidad similar a la observada en los dos primeros monitoreos. Las concentraciones se encuentran dentro de un rango moderado, pero se puede observar cierta tendencia a la estabilización o fluctuación en función del estado de funcionamiento de la planta y los factores ambientales.

- **Puntos con mayor concentración.** P2 (200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) y P10 (200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) presentan las concentraciones más altas de H₂S, lo que sugiere que estas áreas continúan siendo las más afectadas por las emisiones de sulfuro de

hidrógeno. Comparado con el segundo monitoreo, donde P2 tenía 210 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, se nota una pequeña reducción en las manifestaciones de este gas, lo cual podría estar relacionado con un ajuste en las operaciones de la planta o con factores de dispersión. A pesar de la disminución, estos puntos siguen siendo críticos para el monitoreo de emisiones de H_2S .

- **Puntos con menor concentración.** P3 (100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) y P7 (100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) muestran las concentraciones más bajas, similares a las del primer y segundo monitoreo (90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en ambos). Esto puede indicar que estas áreas siguen estando alejadas de principales contribuyentes a la emisión de H_2S , o que las condiciones meteorológicas y operativas favorecieron una mejor dispersión del gas en esos puntos.

Dióxido de azufre (SO_2): Las manifestaciones de SO_2 en el tercer monitoreo varían entre 190 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (P4) y 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (P8). Comparado con los dos primeros monitoreos, las concentraciones muestran una cierta estabilidad con pequeñas fluctuaciones que podrían estar relacionadas con las condiciones operativas de la planta o factores ambientales.

- **Puntos con mayor concentración.** P8 (350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) sigue mostrando la concentración más alta de SO_2 , lo que indica que esta zona sigue siendo una de las más afectadas por las emisiones de dióxido de azufre. Comparado con el segundo monitoreo (330 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en P8), se observa un ligero aumento, lo que podría indicar una mayor actividad en la planta o condiciones meteorológicas que favorecieron la acumulación de este gas. P2 (290 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) también presenta una concentración elevada, aunque ligeramente menor que en el primer monitoreo (320 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en P2). Esta área



continúa siendo afectada por las emisiones de SO_2 , lo que puede indicar que estas zonas están cercanas a fuentes de emisión intensiva.

- **Puntos con menor concentración.** P4 ($190 \mu\text{g}/\text{m}^3$) muestra la concentración más baja de SO_2 en este monitoreo, lo que podría indicar que esta área está relativamente menos afectada por las emisiones o que la dispersión del gas en esta zona es más eficiente. Sin embargo, en comparación con el segundo monitoreo (P4 tenía $170 \mu\text{g}/\text{m}^3$), se observa un ligero aumento, lo que podría estar relacionado con variaciones en las condiciones de la planta o cambios en las condiciones meteorológicas que favorecieron la dispersión del gas en otras áreas.

Monóxido de carbono (CO): Las manifestaciones de CO en el tercer monitoreo varían entre $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (P6) y $1500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (P10). Al comparar estos resultados con los dos primeros monitoreos, se puede observar que en algunos puntos las concentraciones se han mantenido estables o han aumentado, lo que podría reflejar variaciones en las condiciones operativas de la planta o en la dispersión de gases.

- **Puntos con mayor concentración.** P10 ($1500 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sigue presentando la concentración más alta de CO, lo que refleja que esta área sigue siendo intensamente afectada por las liberaciones de CO. En comparación con el primer monitoreo, donde el valor en P10 fue de $3200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, se ha observado una disminución significativa, lo que puede indicar que la actividad en esta zona ha disminuido o que ha habido mejoras en el control de emisiones. P8 ($1200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) también presenta una concentración elevada de CO, similar a la que se observó en el segundo monitoreo ($1300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en P8). Esto sugiere que esta zona sigue siendo un punto crítico de emisión de CO, posiblemente



debido a la naturaleza de los procesos dentro de la planta que generan este gas.

- **Puntos con menor concentración.** P6 ($500 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y P7 ($700 \mu\text{g}/\text{m}^3$) muestran las concentraciones más bajas de CO en este monitoreo, lo que indica que estas áreas están menos expuestas a las emisiones o que las condiciones de dispersión del gas en estas zonas son más favorables. Comparado con el primer monitoreo (donde P7 registró $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$), se observa una disminución en la concentración, lo que podría ser un indicio de una mejora en las condiciones operativas o en los sistemas de control de emisiones.

Metano (CH_4): Las concentraciones de **metano (CH_4)** en el tercer monitoreo varían entre 1.5% (P1, P7) y 5.4% (P10), mostrando un rango similar al de los dos monitoreos anteriores. Sin embargo, se observan algunas fluctuaciones en las concentraciones, lo que puede ser indicativo de variaciones en la actividad de la planta o en las condiciones ambientales durante los diferentes períodos de medición.

- **Puntos con mayor concentración.** P10 (5.4%) sigue siendo el punto con la mayor concentración de metano, superando incluso las concentraciones más altas observadas en los primeros monitoreos (5.3% en P8). Esto sugiere que las emisiones de metano en este punto son relativamente constantes o que la actividad en esta zona sigue generando una mayor liberación de este gas. El metano es un potente gas contaminante atmosférico, por lo que las altas concentraciones en estas áreas pueden tener un impacto ambiental significativo. P8 (5.0%) y P5 (4.4%) también muestran altas concentraciones de metano, aunque ligeramente inferiores a

las de P10. Comparando con los primeros monitoreos, las concentraciones se mantienen estables o han disminuido ligeramente, lo que podría reflejar una mejora en el control de emisiones o variaciones en la actividad interna de la planta.

- **Puntos con menor concentración.** P1 (1.5%) y P7 (1.5%) muestran las concentraciones más bajas de metano, lo cual es consistente con los valores de los primeros dos monitoreos (1.5% en P1). Estas concentraciones más bajas sugieren que estas áreas están relativamente menos afectadas por las emisiones de metano, posiblemente debido a su ubicación más alejada de las fuentes de emisión directa o a una dispersión más eficiente del gas en estas zonas.

En vista que se ha obtenido los resultados de los 3 monitoreos realizados en lo que sigue, se muestra el promedio. de cada concentración de los gases considerados.

Tabla 7

Promedio de resultados

Código	Sulfuro de hidrogeno (H ₂ S) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Dióxido de azufreSO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Monóxido de carbono (CO) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Metano (CH ₄) %
P1	153	250	800	1.6
P2	197	303	1100	5.1
P3	100	210	600	1.6
P4	147	183	700	2.2
P5	180	213	1033	4.6
P6	103	223	467	1.8
P7	107	207	500	1.5
P8	160	333	1333	5.2
P9	140	240	867	4.0
P10	183	270	1200	5.2

La tabla 7 evidencia los promedios de los resultados obtenidos en los 3 monitoreos que se realizo en diferentes fechas.

Tabla 8

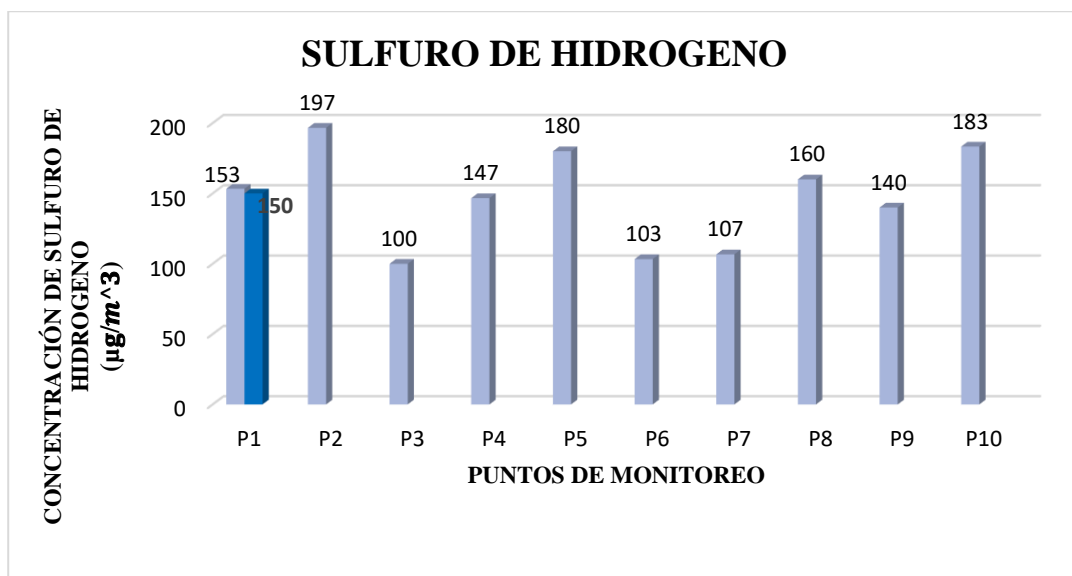
Concentración de sulfuro de hidrogeno

Código	Sulfuro de hidrogeno (H ₂ S) (µg/m ³)	ECA D.S. N° 003-2017-MINAM
P1	153	
P2	197	
P3	100	
P4	147	
P5	180	
P6	103	150
P7	107	
P8	160	
P9	140	
P10	183	

Según los estándares de calidad las concentraciones sulfuro de hidrogeno (H₂S) deben mantenerse por debajo de 150 µg/m³, las concentraciones que superan este valor se vinculan por la actividad biológica en la planta, la falta de control de emisiones o deficiencias esto a causa de que la planta de tratamiento esta inactiva.

Figura 12

Concentración de sulfuro de hidrogeno frente a la normativa vigente



La figura 11 evidencia los resultados obtenidos frente a los ECA en donde señala que el valor límite es de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ cabe mencionar que las concentraciones que superan este valor pueden poseer una repercusión negativa en la salud. Según MINAM, (2006) han demostrado que las plantas inactivas en áreas urbanas experimentan un aumento significativo de gases contaminantes. Una posible explicación de la alta concentración de H_2S en la planta de Macari, se descompone anaeróbicamente la materia orgánica de manera anaeróbica en los sistemas de tratamiento inactivos. En el estudio de Hernández et al. (2010), se hallaron que la degradación de residuos orgánicos en plantas inactivas genera grandes cantidades de H_2S debido a la falta de oxigenación, lo cual podría ser el caso en Macari, donde no se han implementado medidas de ventilación o tratamiento de gases y es a raíz de ello que esta ocasionando molestias a la población por estos gases que emanan.

Tabla 9

Concentración del dióxido de azufre

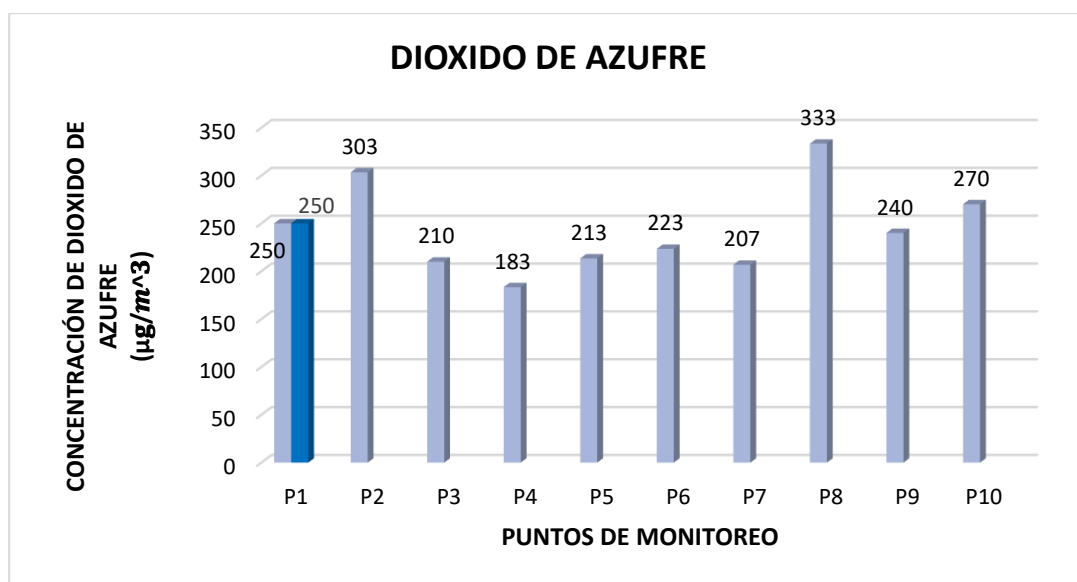
Código	Dióxido de azufre (SO_2)	ECA D.S. N° 003-2017-MINAM
P1	250	
P2	303	
P3	210	
P4	183	
P5	213	
P6	223	250
P7	207	
P8	333	
P9	240	
P10	270	

Los resultados del monitoreo muestran concentraciones de SO_2 que varían entre $183 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (P4) y $333 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (P8). En la mayoría de los puntos, las

concentraciones superan el LMP de $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$, conforme a la normativa actual del D.S. N° 003-2017-MINAM de $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$. En particular, los puntos P2 ($303 \mu\text{g}/\text{m}^3$), P8 ($333 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y P10 ($270 \mu\text{g}/\text{m}^3$) presentan concentraciones muy por encima de los LMP, lo que indica que estas áreas están expuestas a niveles de SO_2 que podrían repercutir de manera adversa en la salud de los habitantes, especialmente para personas con afecciones respiratorias.

Figura 13

Concentración del dióxido de azufre frente a la normativa vigente



La figura 13 manifiesta los resultados obtenidos frente a la normativa vigente.

Las altas concentraciones de SO_2 en ciertos puntos de monitoreo pueden atribuirse a varios factores, especialmente considerando que la planta de tratamiento no está operativa:

- **Descomposición Residuos Orgánicos:** En ausencia de operación activa, los residuos orgánicos almacenados en la planta continúan descomponiéndose en condiciones anaeróbicas. Este proceso biológico genera sulfuro de hidrógeno (H_2S) y otros compuestos sulfurados que, al

oxidarse, forman SO_2 . La acumulación de estos gases en áreas confinadas sin un adecuado tratamiento puede resultar en concentraciones elevadas de SO_2 .

Según un informe del Ministerio del Ambiente (MINAM, 2006) en la PTAR, las concentraciones de SO_2 frecuentemente exceden los $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ debido a la desintegración continua de desechos orgánicos y la ineficiencia de los sistemas de ventilación durante la inactividad.

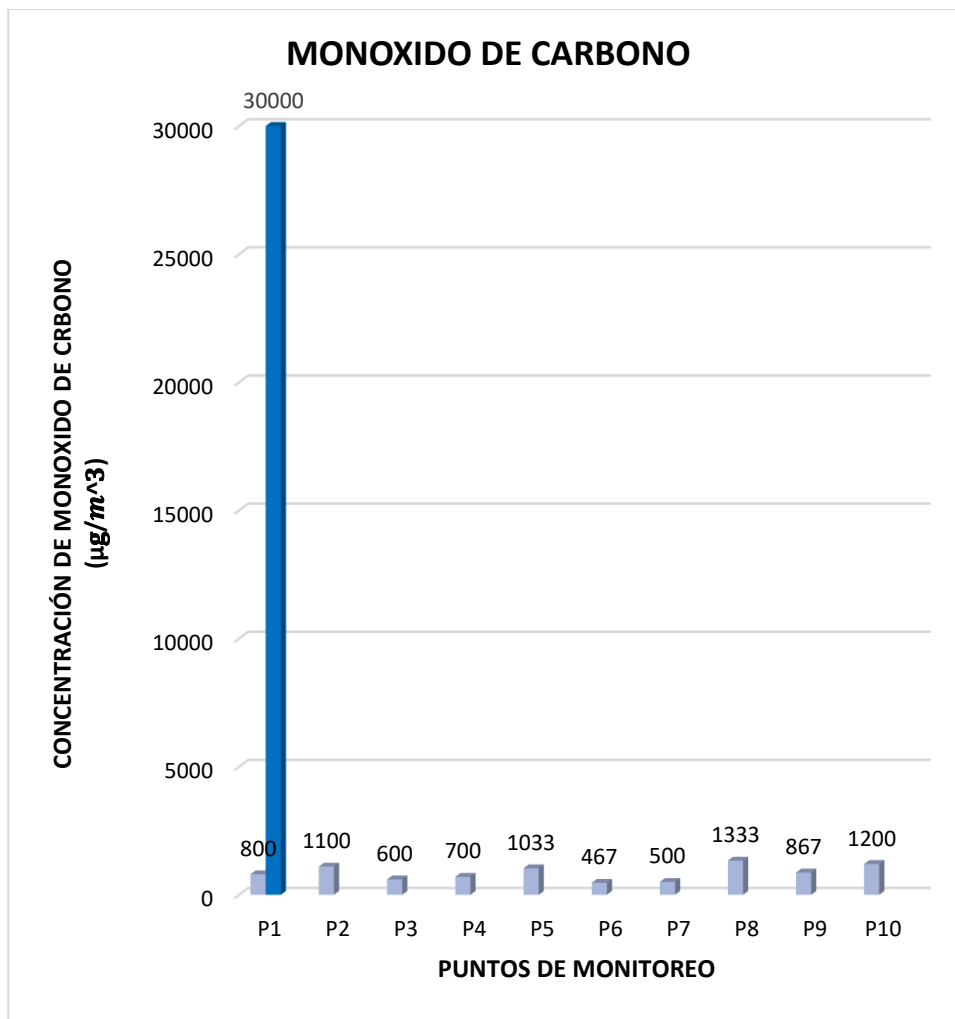
Tabla 10*Concentración de monóxido de carbono*

Código	Monóxido de carbono (CO)	ECA D.S. N° 003-2017-MINAM
P1	800	
P2	1100	
P3	600	
P4	700	
P5	1033	
P6	467	30000
P7	500	
P8	1333	
P9	867	
P10	1200	

La tabla 10 plasma los hallazgos obtenidos del monitoreo realizado. De estos resultados, se observa que todas las concentraciones de CO están por debajo del Valor Máximo Permisible (VMP) establecido por la normativa actual del D.S. N° 003-2017-MINAM, que es de $30,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Figura 14

Concentración de monóxido de carbono frente a la normativa vigente



Generalmente el CO se libera durante la quema de combustibles fósiles de manera incompleto como también por la quema de residuos (basura y residuos agrícolas) La quema abierta de desechos, incluyendo plásticos, genera CO debido a la combustión incompleta. En base a los resultados del monitoreo efectuado en los puntos críticos a pesar de la inactividad de la planta permite que la materia orgánica continúe descomponiéndose en situaciones anaeróbicas. Este proceso genera CO como subproducto, aunque en menor medida en comparación con otros gases.

Tabla 11

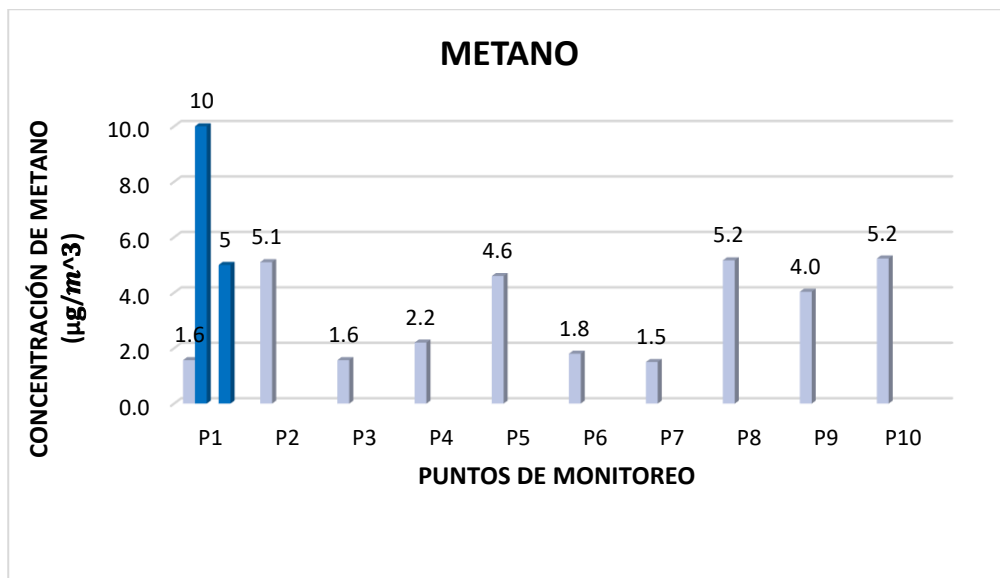
Concentración de metano

Código	Metano (CH4)	Norma Internacional (NIOSH)	Norma Internacional (OMS)
P1	1.6		
P2	5.1		
P3	1.6		
P4	2.2		
P5	4.6		
P6	1.8	10	5
P7	1.5		
P8	5.2		
P9	4.0		
P10	5.2		

La tabla 11 refleja los resultados obtenidos en donde se evidencia que los puntos P2 (5.1%), P8 (5.2%) y P10 (5.2%) presentan concentraciones que superan ligeramente la Norma Internacional (OMS) de 5%, aunque permanecen por debajo del límite establecido por Instituto para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH, 2024) de 10%.

Figura 15

Concentración de metano frente a la normativa vigente





Según la figura 15 se tiene los resultados en comparación con las normas internacionales, el NIOSH recomienda mantener las concentraciones muy por debajo de 10% ya que concentraciones superiores a este puede ocasionar asfixia, por otro lado, la OMS no establece un límite específico para este gas sin embargo recomienda que el límite de este parámetro no supere los 5%. Según los hallazgos obtenidos cabe referirse que:

- La planta de tratamiento de Macari por estar inactiva, los residuos orgánicos se descomponen en condiciones anaeróbicas. Este proceso biológico genera metano (CH_4) como subproducto. Según Erazo & Martínez (2015) indica que el CH_4 ocurre cuando las bacterias anaeróbicas degradan la materia orgánica sin oxígeno. Este proceso se observa en humedales, pantanos y PTAR.
- Las aguas depuradas y los lodos que contienen materia orgánica como residuos de alimentos, heces, grasas entre otros aumenta el aumento de la emisión de metano, lo que potencia el calentamiento global.

Objetivo específico 3: Relacionar el impacto social por la percepción de gases que genera la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Macari provincia de Melgar.

Con el fin de dar cumplimiento con el objetivo, se llevó a cabo una encuesta de 8 preguntas.

La influencia social derivada de las liberaciones de gases provenientes de la PTAR es un aspecto crucial para evaluar el equilibrio ecológico y el desarrollo social de la comunidad

1. ¿Qué edad tiene?

Tabla 12

Edad de los encuestados

N°	EDAD	FRECUENCIA	%
1	<14	20	20
2	15 - 65	70	70
3	<65	10	10
TOTAL		100	100

Como se observa en la tabla 12 indica que menores de 14 años se obtuvo un 20% representando una parte significativa de la población, lo que indica que los hogares cercanos a la planta incluyen familias con niños, los adultos entre 15 y 65 años (70%): Constituyen la mayoría de los participantes, reflejando la percepción de los principales trabajadores y responsables del hogar y mayores de 65 años (10%) Aunque son una minoría, este grupo puede ser más vulnerable a los efectos de la contaminación atmosférica.

Figura 16

Porcentaje de edad



Según los porcentajes de edades a quienes se les realizó la encuesta indica que:



- **Menores de 14 años:** Pueden experimentar molestias indirectas, como malestares por olores desagradables en el hogar o en áreas recreativas cercanas.
- **Adultos entre 15 a 65 años:** ste grupo probablemente reporta una mayor conciencia y inquietud a causa de los efectos de la contaminación en la salud de los individuos y el confort familiar, incluyendo síntomas respiratorios y molestias diarias.
- **Mayores de 65 años:** Pueden presentar una mayor susceptibilidad a los efectos de la contaminación debido a condiciones de salud preexistentes, como enfermedades respiratorias o cardiovasculares.

2. ¿Qué tiempo permanece entre los días de la semana?

Tabla 13

Tiempo que permanece en casa

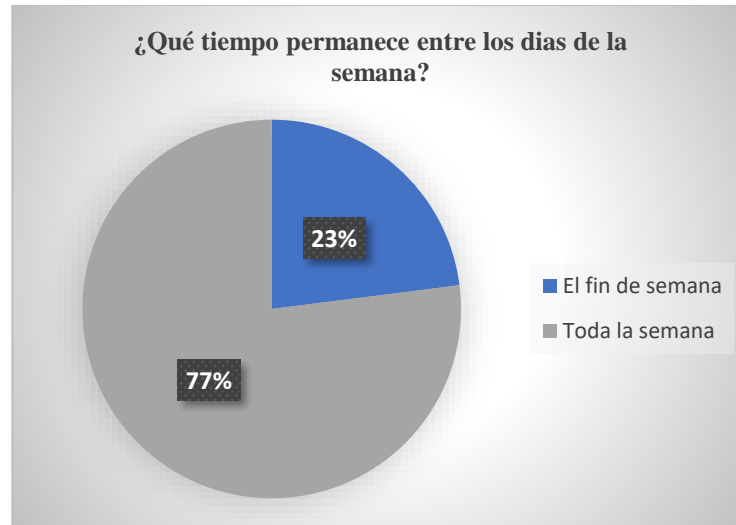
N°	TIEMPO	FRECUENCIA	%
1	El fin de semana	23	23
2	Toda la semana	77	77
TOTAL		100	100

La tabla 13 manifiesta los resultados de la pregunta realizada en donde la mayoría de los residentes:

- Toda la semana el 77% están expuestos a los gases contaminantes toda la semana, lo que sugiere una exposición continua a las emisiones de la planta.
- El fin de semana el 23% de los residentes reporta exposición principalmente durante el fin de semana, posiblemente debido a cambios en la rutina diaria o en la actividad en el hogar.

Figura 17

Porcentaje del tiempo que permanece en casa



La figura 17 muestra el porcentaje de encuestados que permanecen en casa dicho resultado revela que un 77% de los residentes están expuestos a los gases contaminantes de la PTAR toda la semana, lo cual es indicativo de una exposición constante que representa un peligro relevante para la salud y el confort de la comunidad.

3. ¿Considera que vive en una localidad problemática en materia de olores?

Tabla 14

Percepción de una zona problemática

Nº	PERCEPCIÓN	FRECUENCIA	%
1	SI	78	78
2	NO	22	22
TOTAL		100	100

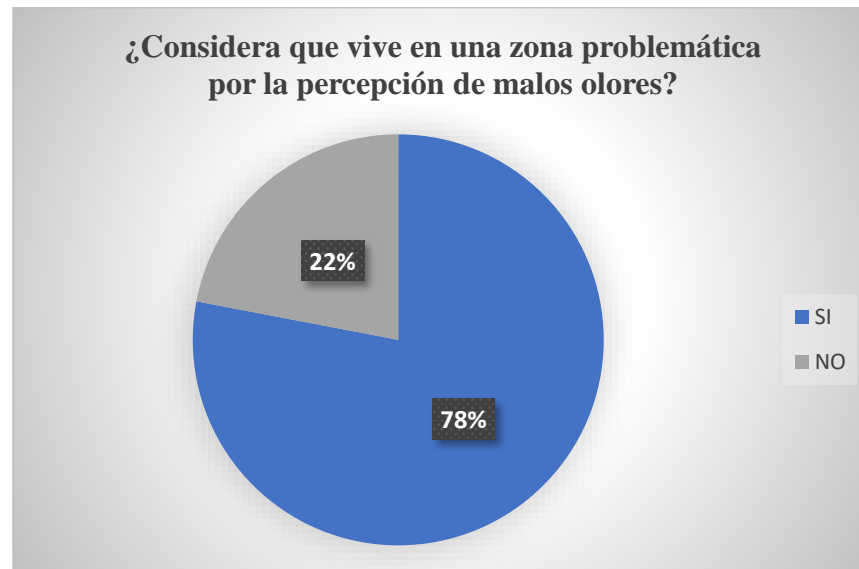
De acuerdo con los resultados logrados, tal como se presenta en la tabla 14, indica que:

- Una mayoría significativa de 78% de los residentes considera que reside en una localidad con un alto índice de percepción de olores.

- El 22% restante no percibe la localidad como problemática en términos de olores.

Figura 18

Valor porcentual de la percepción de una zona problemática



En la encuesta realizada revela que una mayoría significativa de 78% de los residentes consideran que viven en una localidad con problemas relacionados con Olores, indicando una alta percepción de malestar y preocupación por la salud.

4. ¿Como evalúa usted esta problemática en su localidad en la actualidad?

Tabla 15

Grado de molestia en la zona

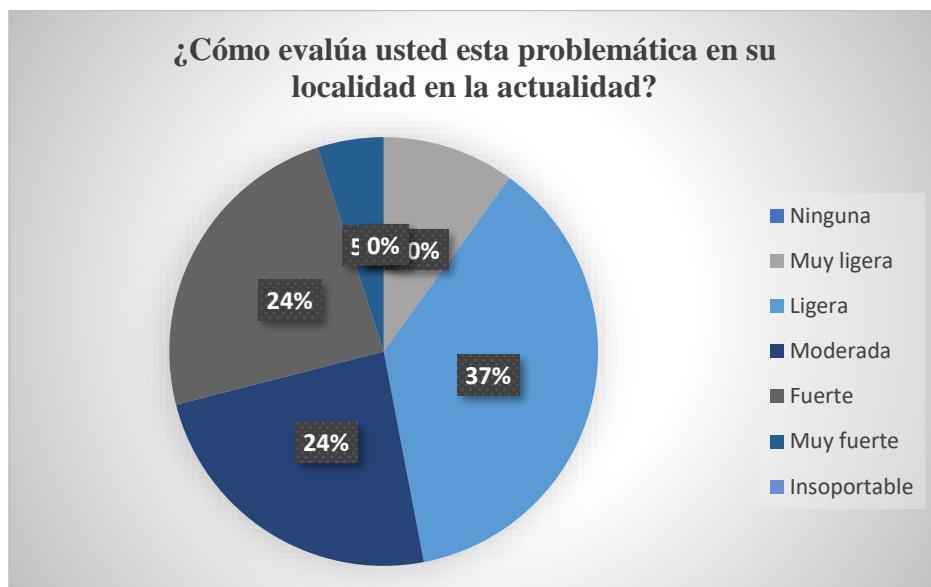
N°	GRADO DE MOLESTIA	FRECUENCIA	%
1	Ninguna	0	0
2	Muy ligera	10	10
3	Ligera	37	37
4	Moderada	24	24
5	Fuerte	24	24
6	Muy fuerte	5	5
7	Insoporable	0	0
TOTAL		100	100

La tabla 15 evidencia los resultados indicando que:

- **Muy ligera (10%)**: Un pequeño porcentaje de residentes experimenta molestias mínimas.
- **Ligera (37%)**: Una parte considerable de la población reporta molestias leves.
- **Moderada (24%)**: Un cuarto de los residentes siente molestias moderadas.
- **Fuerte (24%)**: Otro cuarto reporta molestias significativas.
- **Muy fuerte (5%)**: Un pequeño grupo experimenta molestias muy fuertes.
- **Ninguna/Insoportable (0%)**: No se reportaron percepciones de ninguna molestia o de molestias insoportables.

Figura 19

Valor porcentual del grado de molestia en la zona



La mayoría de los residentes encuestados experimentan algún nivel de molestia debido a los olores emanados de la PTAR. Un 10% de los encuestados reporta una molestia muy ligera, indicando que apenas perciben incomodidad. Sin embargo, una parte considerable de la población (37%) manifiesta molestias leves, sugiriendo una sensibilidad notable hacia los olores, pero sin afectar gravemente

sus actividades diarias. Además, tanto un 24% de los residentes siente molestias moderadas como otro 24% reporta molestias significativas, lo que refleja una influencia representativa en su bienestar y el nivel de vida. Un 5% de los encuestados experimenta molestias muy fuertes, indicando una afectación severa que podría interferir significativamente con sus actividades cotidianas y salud.

5. ¿Con que frecuencia estima usted que percibe los olores cuando se encuentra en su casa?

Tabla 16

Percepción de olores

N°	PERCEPCIÓN	FRECUENCIA	%
1	Nunca	0	0
2	1 vez al mes	0	0
3	2-3 veces al mes	0	0
4	1 vez por semana	15	15
5	2-3 veces por semana	30	30
6	Casi todos los días	55	55
TOTAL		100	100

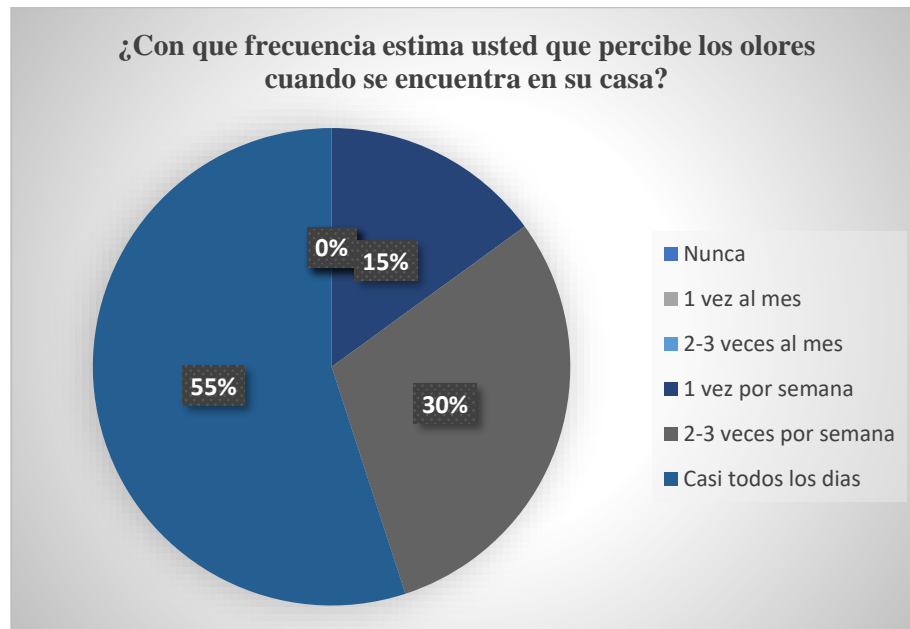
En los resultados que se plasma en la tabla 16 se puede observar que:

- **Casi todos los días (55%):** La mayoría de los residentes (55%) perciben los olores casi todos los días cuando se encuentran en su casa, indicando una exposición frecuente y constante.
- **2-3 veces por semana (30%):** Un 30% de los encuestados reporta percibir los olores 2-3 veces por semana, lo que sugiere una exposición regular pero no diaria.
- **1 vez por semana (15%):** Un 15% de los residentes percibe los olores 1 vez por semana, indicando una exposición ocasional.
- **Nunca, 1 vez al mes, 2-3 veces al mes (0%):** No se reportaron percepciones de olores en estos intervalos de frecuencia, lo que muestra

que **todos los encuestados** experimentan al menos una **percepción ocasional** de olores.

Figura 20

Valor porcentual de la percepción de olores



Según la figura 20 la mayoría de los residentes (55%) perciben los olores casi todos los días cuando se encuentran en su casa, lo que indica una exposición frecuente y constante a las emisiones de la planta de tratamiento. Un 30% de los encuestados reporta percibir los olores 2-3 veces por semana, sugiriendo una exposición regular pero no diaria. Además, un **15%** de los residentes percibe los olores 1 vez por semana, reflejando una exposición ocasional. Es importante destacar que ningún encuestado reportó no percibir olores o percibirlos con una frecuencia menor (como nunca, 1 vez al mes o 2-3 veces al mes), lo que demuestra que todos los **participantes** experimentan al menos una **percepción ocasional de olores** en su localidad.

6. ¿Como evaluaría usted su propio grado de molestia a los olores?

- Horario 05:00 - 08:00

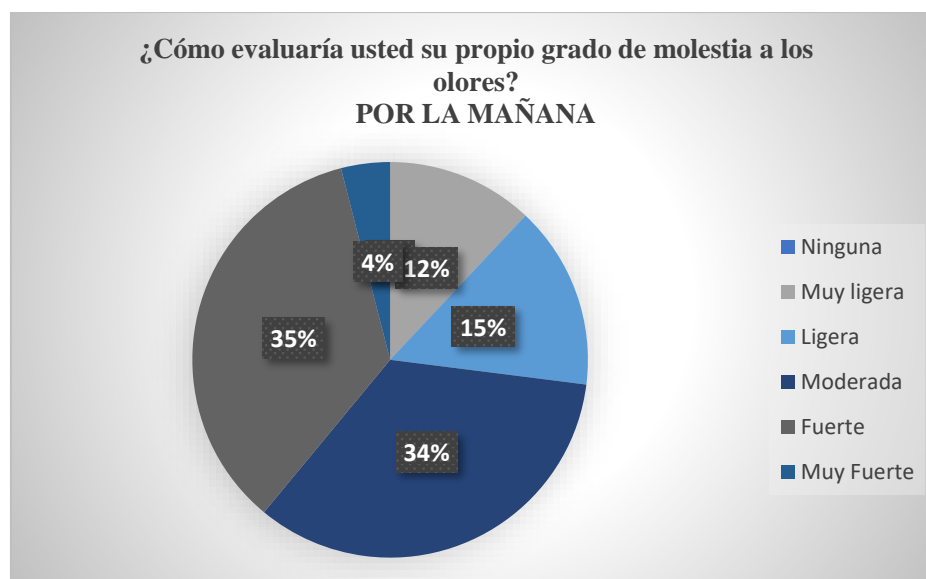
Tabla 17

Grado de molestia en la mañana

N°	GRADO DE MOLESTIA	FRECUENCIA	%
1	Ninguna	0	0
2	Muy ligera	12	12
3	Ligera	15	15
4	Moderada	34	34
5	Fuerte	35	35
6	Muy Fuerte	4	4
TOTAL		100	100

Figura 21

Valor porcentual del grado de molestia en la mañana



Durante el horario de 05:00 - 08:00, una mayoría significativa (69%) de los residentes reporta niveles de molestia elevados debido a los olores emanados por la PTAR. Específicamente, un 35% de los encuestados experimenta una molestia fuerte, mientras que un 34% percibe una molestia moderada. Además, un 15% reporta una molestia ligera y un 12% una molestia muy ligera. Es relevante destacar

que ningún residente indicó no experimentar molestia o sentirla de manera insoportable, lo que evidencia una exposición constante y preocupante a los olores durante las primeras horas de la mañana. Estos hallazgos subrayan la imperiosa urgencia de aplicar medidas para mitigar las liberaciones de olores y elevar la calidad de vida.

- **Horario 12:00**

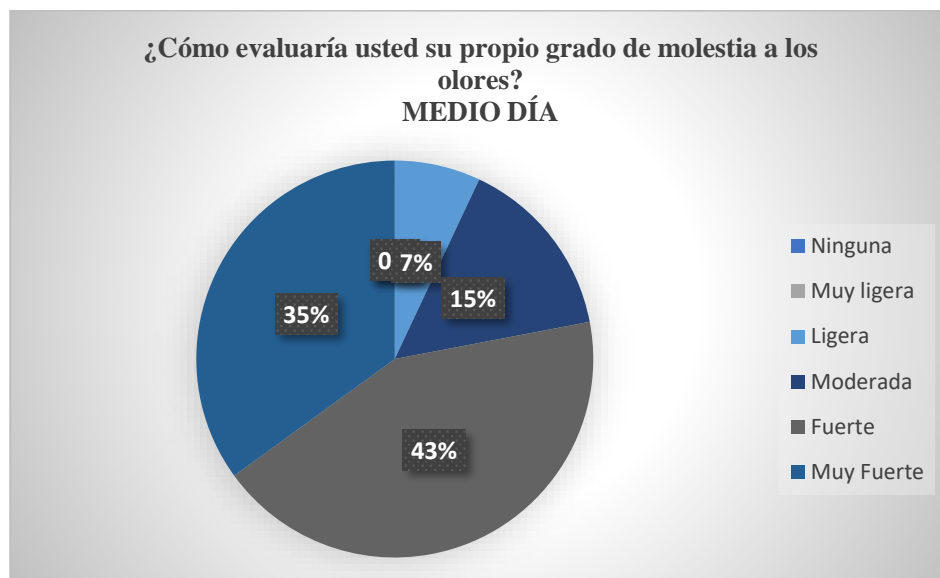
Tabla 18

Grado de molestia al medio día

N°	GRADO DE MOLESTIA	FRECUENCIA	%
1	Ninguna	0	0
2	Muy ligera	0	0
3	Ligera	7	7
4	Moderada	15	15
5	Fuerte	43	43
6	Muy Fuerte	35	35
TOTAL		100	100

Figura 22

Valor porcentual del grado de molestia en el medio día



Durante el horario de 12:00, una mayoría significativa (78%) de los residentes reporta niveles elevados de molestia debido a los olores emanando por

la PTAR. Específicamente, un 43% de los encuestados experimenta una molestia fuerte, mientras que un 35% percibe una molestia muy fuerte. Además, un 15% reporta una molestia moderada y un 7% una molestia ligera. Es relevante destacar que ningún residente indicó no experimentar molestia o sentirla de manera muy ligera o insoportable, lo que evidencia una exposición frecuente y preocupante a los olores durante el mediodía.

- **Horario 15:00**

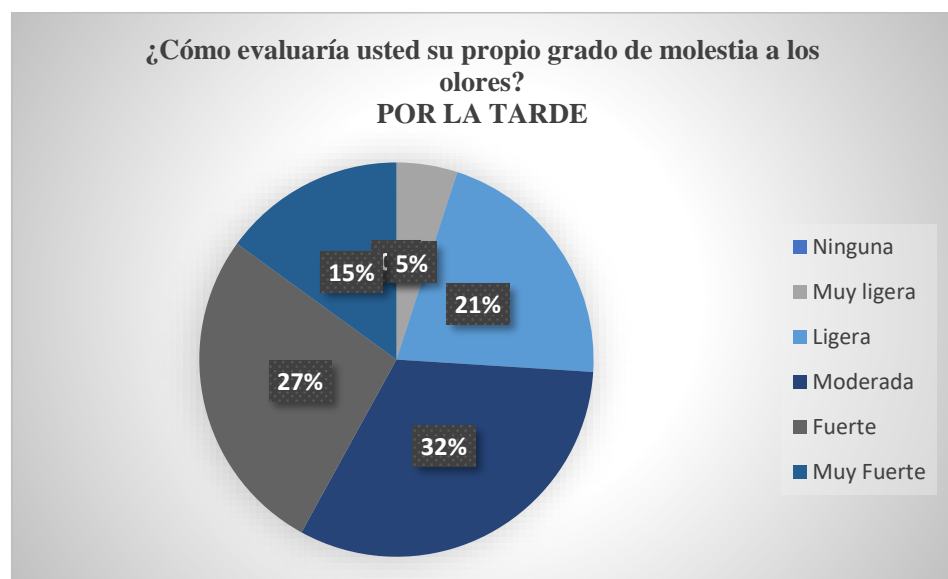
Tabla 19

Grado de molestia en la tarde

N°	GRADO DE MOLESTIA	FRECUENCIA	%
1	Ninguna	0	0
2	Muy ligera	5	5
3	Ligera	21	21
4	Moderada	32	32
5	Fuerte	27	27
6	Muy Fuerte	15	15
TOTAL		100	100

Figura 23

Valor porcentual grado de molestia en la tarde



Durante el horario de 15:00, Un 27% de los encuestados experimenta una molestia fuerte, indicando una afectación considerable en su bienestar diario. Un 15% percibe una molestia muy fuerte, lo que sugiere una interrupción significativa en sus actividades y una alta incomodidad. Un 32% reporta una molestia moderada, reflejando una preocupación notable pero manejable. Un 21% de los residentes experimenta molestias leves, indicando una sensibilidad hacia los olores, aunque sin un impacto severo. Un 5% de los encuestados reporta una molestia muy ligera, señalando apenas una incomodidad mínima. No se reportaron percepciones de ninguna molestia o de molestias insoportables, lo que muestra que todos los participantes experimentan al menos un nivel mínimo de molestia.

7. ¿Esta situación que efectos le provoca?

Tabla 20

Efecto a la salud

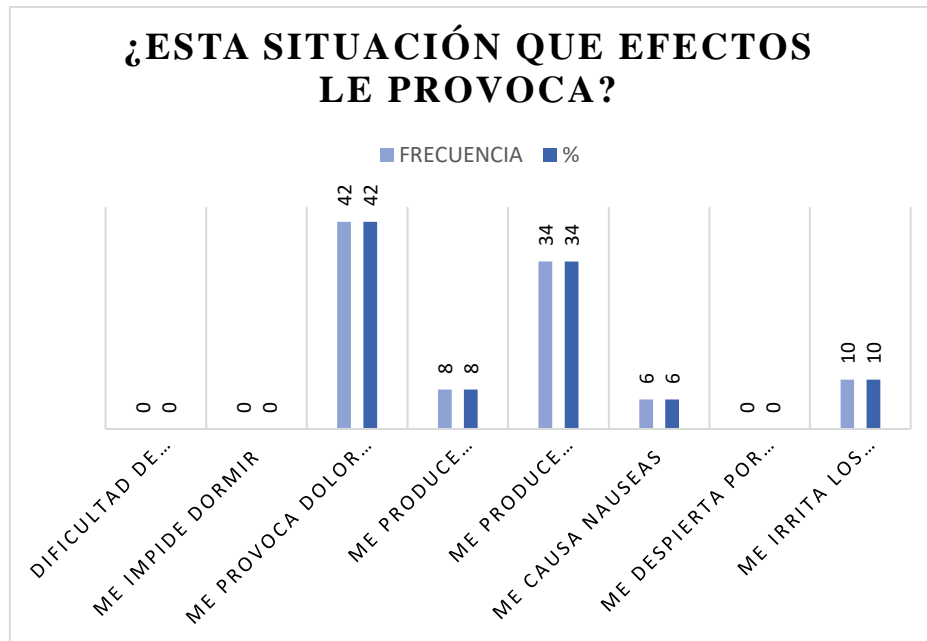
N°	EFEECTO	FRECUENCIA	%
1	Dificultad de entablar conversación o concentración	0	0
2	Me impide dormir	0	0
3	Me provoca dolor de cabeza	42	42
4	Me produce irritación / mal humor	8	8
5	Me produce pérdida de apetito	34	34
6	Me causa Nauseas	6	6
7	Me despierta por las noches	0	0
8	Me irrita los ojos/nariz o garganta	10	10
TOTAL		100	100

De acuerdo con la encuesta, el 42% de los participantes indica dolores de cabeza, indicando una afectación común y considerable. Un 34% de los residentes experimenta pérdida de apetito, lo que sugiere un impacto notable en su bienestar general. Un 10% de los encuestados reporta irritación en los ojos, nariz o garganta, reflejando una sensibilidad a los contaminantes presentes en el aire. Un 8% de los

residentes indica sentir irritación o mal humor, lo que puede afectar su estado emocional y relaciones interpersonales. Un 6% de los encuestados sufre de náuseas, evidenciando efectos adversos en su salud física.

Figura 24

Valor porcentual del efecto a la salud



Según los resultados obtenidos de la encuesta efectuadas evidencia que los olores generados por la PTAR poseen un impacto notable en la salud física y el bienestar emocional de la comunidad local. La prevalencia de síntomas como dolores de cabeza y pérdida de apetito subraya la urgencia de aplicar medidas correctivas para mitigar estos efectos y intensificar el confort de los residentes de Macar.



8. ¿En qué mes(es) del año Ud. tiene más molestias de los olores?

Tabla 21

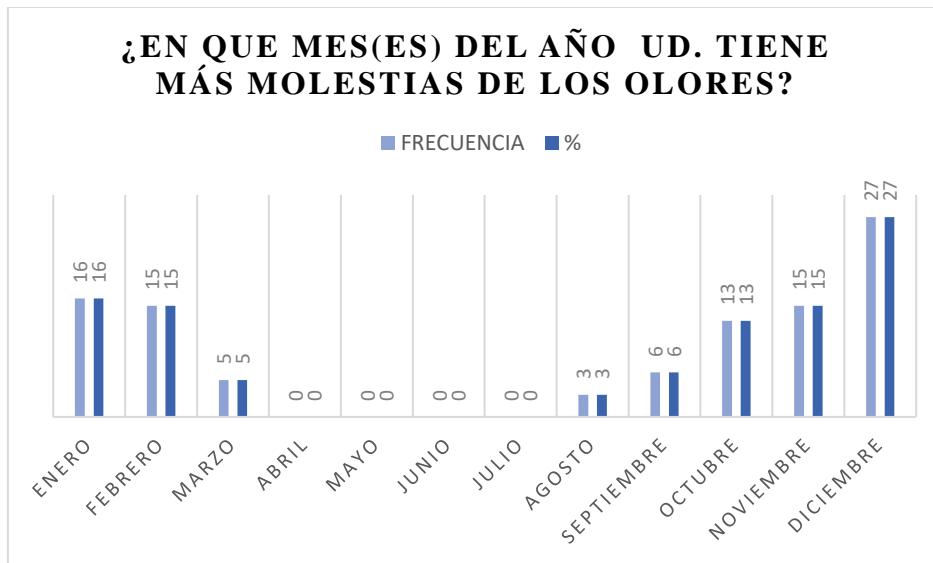
Percepción de malos olores durante el año

N°	MES	FRECUENCIA	%
1	ENERO	16	16
2	FEBRERO	15	15
3	MARZO	5	5
4	ABRIL	0	0
5	MAYO	0	0
6	JUNIO	0	0
7	JULIO	0	0
8	AGOSTO	3	3
9	SEPTIEMBRE	6	6
10	OCTUBRE	13	13
11	NOVIEMBRE	15	15
12	DICIEMBRE	27	27
TOTAL		100	100

Según la tabla 22 el mes de diciembre es el mes con la mayor frecuencia de molestias, representando el 27% de los encuestados. Este pico puede estar asociado a condiciones climáticas específicas, aumento de actividades en la planta o acumulación de residuos durante el año. Enero y noviembre con 16% y 15% respectivamente. La transición de estaciones y posibles variaciones en las operaciones de la planta podrían influir en estos aumentos. Febrero y octubre Ambos meses registran 15% y 13% de molestias, respectivamente. Factores como cambios en la humedad, temperatura o mantenimiento de la planta podrían contribuir a estas fluctuaciones. Setiembre, agosto y marzo Presentan una incidencia menor de molestias, con 6%, 3%, y 5% respectivamente. Estos meses podrían beneficiarse de condiciones ambientales más favorables que facilitan la dispersión de olores. Abril, mayo, junio y julio No se reportaron molestias durante estos meses, lo que sugiere una posible reducción en la emisión de olores

Figura 25

Valor porcentual percepción de malos olores durante el año



Los resultados de la encuesta demuestran una variación estacional significativa en la percepción de molestias por olores emanados por la PTAR en Macari. Los meses de diciembre y enero presentan las mayores incidencias de molestias, seguidos por noviembre y octubre, mientras que de abril a julio no se reportan molestias. Estos patrones estacionales sugieren la influencia de factores climáticos y operacionales en la generación y dispersión de olores.



4.2. Discusiones

El objetivo es analizar la liberación de gases de efecto invernadero generada por la planta de tratamiento de aguas depuradas ubicada en el distrito de Macari, provincia de Melgar de tal manera que se efectuó un monitoreo considerando 10 puntos y durante 3 fechas diferentes de los cuatro gases analizados (H_2S , SO_2 , CO y CH_4), el sulfuro de hidrógeno (H_2S) superó los ECAS del aire, alcanzando una manifestación de $197 \mu g/m^3$ en el P2, el dióxido de azufre se presentó como la manifestación más alta de $333 \mu g/m^3$, el monóxido de carbono arrojó niveles menores a los parámetros definidos y el metano se obtuvo como concentración mas elevada del 5.2% mientras que, (Macedo, 2017) en su proyecto, se dedica a la elaboración de un mapa que identifica las áreas de emisión de olores desagradables provenientes de la laguna de estabilización Puno en los meses de julio – agosto, asumiendo como objetivo de elaborar el mapa de distribución de emisiones de gases malolientes provenientes de la laguna de estabilización, revelando que el área impactada por la descarga de compuestos en julio registra un promedio de $14.72 \mu g/m^3$ de dióxido de azufre (SO_2) y $21.97 \mu g/m^3$ de sulfuro de hidrógeno (H_2S). El desglose por zonas muestra: Barrio Chanu Chanu con $16.01 \mu g/m^3$ de SO_2 y $29.72 \mu g/m^3$ de H_2S ; Urb. Cerro Colorado con $17.08 \mu g/m^3$ de SO_2 y $34.84 \mu g/m^3$ de H_2S ; Barrio Santiago Chejoña con $15.38 \mu g/m^3$ de SO_2 y $20.84 \mu g/m^3$ de H_2S ; Barrio Huayna Pucara con $14.31 \mu g/m^3$ de SO_2 y $20.06 \mu g/m^3$ de H_2S ; Centro Poblado de Salcedo con $15.61 \mu g/m^3$ de SO_2 y $20.60 \mu g/m^3$ de H_2S ; y Barrio Huascar, que por la presencia significativa de vehículos, presenta $9.91 \mu g/m^3$ de SO_2 y $5.72 \mu g/m^3$ de H_2S , niveles que no exceden los límites de calidad ambiental establecidos. Sin embargo Magaly (2019) obtuvo resultados significativos. La muestra se concentró principalmente en personas de 18 a 60 años



(68%), con un nivel educativo secundario predominante (50%), quienes residen permanentemente en la zona durante toda la semana (84%). Los resultados evidenciaron que la totalidad de los encuestados (100%) señalan verse afectados por la contaminación odorífera, experimentando olores de intensidad fuerte (57%), especialmente durante las horas de la tarde. Esta situación genera un impacto psicosocial denominado estrés ambiental, cuya zona de influencia se extiende en un radio de 200 a 300 metros alrededor de la planta. Acuña (2020) evidenció un impacto ambiental significativamente negativo. Los resultados revelan que un 70.8% de estudiantes, 14.6% de docentes y un 3.2% de personal administrativo —totalizando un 88.5%— manifestaron percibir los olores derivados de la planta de tratamiento. Considerando que el local de la facultad se encuentra en un radio de 300 m, donde la intensidad del olor es considerable, la investigación confirma con objetividad que la hipótesis planteada concuerda plenamente con la realidad, destacando resultados preocupantes sobre las variables asociadas al impacto de las sustancias odoríficas.



CONCLUSIONES

Primera: El objetivo de identificar los puntos de monitoreo ha sido cumplido exitosamente, ya que se establecieron y analizaron diez puntos estratégicos alrededor de la planta. Estos puntos han permitido identificar áreas críticas donde las concentraciones de gases contaminantes superan las normas internacionales, asegurando un fundamento sólido para futuras acciones de mitigación y monitoreo continuo.

Segunda: según los resultados obtenidos Las concentraciones de H_2S varían entre $100 \mu g/m^3$ y $197 \mu g/m^3$. Las concentraciones de SO_2 oscilan entre $183 \mu g/m^3$ y $333 \mu g/m^3$. Las concentraciones de CO varían entre $467 \mu g/m^3$ y $1333 \mu g/m^3$. Las concentraciones de CH_4 varían entre 1.5% y 5.2%. El H_2S y SO_2 son los gases con mayores concentraciones que podrían contribuir a la percepción negativa de olores y generar molestias respiratorias en la comunidad. El punto P8 destaca como una fuente crítica de emisiones de SO_2 .

Tercera: Los resultados obtenidos demuestran una alta percepción de problemas de olores entre los residentes de Macari, con un 78% indicando que su localidad es problemática en este aspecto. El grado de molestia reportado varía desde molestias leves hasta molestias muy fuertes, sin que ningún residente indique ninguna molestia o molestias insostenibles. La frecuencia de percepción de olores resalta una exposición constante, con un 55% de los residentes experimentando olores casi todos los días en sus hogares. Esta constante exposición incrementa el potencial de repercusiones adversas en la salud, como se evidencia en los dolores de cabeza (42%) y la pérdida de apetito (34%) reportados por una parte considerable de la población. Además, la irradiación emocional manifestada en mal humor (8%) y náuseas (6%) refuerza la afectación psicológica y emocional derivada



de la contaminación atmosférica. La variación estacional en la incidencia de molestias, con picos en diciembre, enero, noviembre y octubre, sugiere que factores climáticos y operacionales influyen en la dispersión y acumulación de olores. La ausencia de molestias en abril a julio podría estar relacionada con mejores condiciones ambientales que facilitan la dispersión de gases o con reducciones operativas en la planta durante estos meses.



RECOMENDACIONES

- Se debe evaluar y mejorar el sistema de tratamiento de gases en la planta de tratamiento de aguas depuradas para minimizar la emisión de gases como el metano, el sulfuro de hidrógeno y el dióxido de carbono. Esto puede incluir la instalación de sistemas de captura de gases o la optimización de los métodos de tratamiento para reducir los compuestos volátiles en el aire.
- Se recomienda fijar un sistema de monitoreo continuo de la calidad del aire en las zonas aledañas a la planta de tratamiento, que permita medir la concentración de los gases peligrosos de manera regular.
- Organizar campañas de sensibilización y educación dirigidas a los residentes referente a las amenazas que conlleva la exposición a los gases, así como las medidas preventivas que pueden tomar (como el uso de mascarillas en caso de olores fuertes).



BIBLIOGRAFIA

- AMBIENTE, M. D. (2012). Glosario de términos de la gestión ambiental Peruana. 396.
- Ataz, E. M. (2004). Contaminacion atmosferica. La Comisión Nacional de Medio Ambiente de Chile (CONAMA) — Región Metropolitana de Santiago (<http://www.santiagolimpio.cl>)
- Barros, I. M. S. (2019). Percepción ciudadana del impacto ambiental de la PTAR (Planta de Tratamiento de Aguas Depuradas) Totorá, Huamanga -Ayacucho [Tesis de maestría]. Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Cadeño, D. L. L., & Jurado, E. A. G. (2019). Origen de los olores en plantas de tratamiento de aguas depuradas [Tesis de pregrado].
- Duque, J. F. (2016). Consecuencias de la Contaminación Atmosférica para la Salud (Elaborado a partir del texto Limpiar el aire para niños), UNICEF, 2016). <https://shre.ink/gaAc>
- Erazo, M. A. J., & Martínez, I. D. M. (2015). Liberación de gases efecto invernadero: ¿Las ecotecnologías, soluciones a un problema ambiental?
- Francisco, S. M. E. (2021). Evaluación del funcionamiento, conservación y valoración de Los efectos ambientales de los estanques de estabilización en la ciudad de Palestina., Provincia del Guayas [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil]. <https://shre.ink/gaAa>
- García, A. A., ANTHONY, F. C., VIRGINIA, F. A. A., GERALDINE, L. A. K., & JULIO, V. M. (2021). Evaluación inicial de las repercusiones en la población debido a la contaminación odorífera producida por el vertedero el Zapallal., distrito de Carabayllo, año 2019 [Tesis de pregrado].



- Hernández, A., Martínez, Á., Fernández, F., Sanz, M., González, A., & Calabuig, E. de L. (2010). Consecuencias de la liberación de gases de efecto invernadero sobre la sostenibilidad del Campus de Vegazana, universidad de León. 5.
- Macedo, W. A. (2017). Mapeo de la liberación de olores perjudiciales por la represa de oxidación de Puno, julio- agosto, 2015.
- Macedo, W. A., & Castillo, S. C. Q. (2017). Cartografía de emisiones de malos olores por la laguna de estabilizacion Puno, julio—Agosto, 2015. Universidad Nacional del Altiplano. <https://shre.ink/gaAI>
- Medranda, L. C. F. (2020). Estimación de los grados de impacto causados por las lagunas de estabilización en los habitantes del cantón San Vicente, provincia de Manabí [Tesis de pregrado].
- MINAM. (2006). La calidad del aire en Lima y su repercusión en la salud y la vida de sus pobladores (p. 82).
- MINAM. (2020). Actualización del registro de emisiones de gases de efecto invernadero para las industrias de la energía (1.A.1): Período 2015–2018. <https://bvearmb.do/handle/123456789/1041>
- Montenegro, D. L. C., Gámez Posada, W., Guerra Alfaro, J. A., & Dueñas Escudero, M. F. (2019). Estimación del impacto en gases de efecto invernadero de las instalaciones de tratamiento de aguas depuradas en la cuenca del río Bogotá. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 18(34), 25-44. <https://doi.org/10.22395/rium.v18n34a2>
- Muñoz, R. T. (2022). Emisiones de Dióxido de Azufre (SO₂). <https://shre.ink/gaAH>
- NIOSH. (2024). National Center for Occupational Health and Safety (NIOSH) | USAGov. <https://shre.ink/gahi>



- Ranieri, E., D'Onghia, G., Ranieri, F., Lopopolo, L., Gregorio, S., & Ranieri, A. C. (2024). Efficiency of sewer water therapy systems in emitting greenhouse gases. *Bioresource Technology*, 404, 130897. <https://shre.ink/gahv>
- Uribe, A. G. (2012). Normativa para el monitoreo sanitario y ambiental sobre el efecto de los olores perjudiciales en la salud y el bienestar de las comunidades expuestas en zonas urbanas. 141.
- Zapana, F. Y. P. (2022). Evaluación de la contaminación del aire y la aceptación de la población por liberación de gases de la laguna de estabilización Espinar Puno—2022 [Tesis de pregrado]. Universidad Andina Nestor Cáceres Velásquez.



ANEXOS



Anexo 1. Matriz de consistencia

Título: EVALUACIÓN DE LA EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO GENERADO POR LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE MACARI 2024

<u>PROBLEMA</u>	<u>OBJETIVO</u>	<u>HIPÓTESIS</u>	<u>VARIABLES</u>	<u>DIMENSIONES</u>	<u>INDICADOR</u>	<u>UNIDAD DE MEDIDA</u>	<u>METODOLOGIA</u>
<u>General</u> ¿Cómo se evaluará la emisión de gases de efecto invernadero generado por la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Macari provincia de Melgar?	<u>General</u> Evaluar la emisión de gases de efecto invernadero generado por la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Macari provincia de Melgar	<u>General</u> La emisión de gases de efecto invernadero generado por la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Macari provincia de Melgar está afectando considerablemente	<u>Independiente</u> Emisión de gases por PTAR	Dióxido de carbono (CO2) Metano (CH4) Sulfuro de hidrogeno (H2S) Óxido de nitrógeno (N2O)	ppm ppm	--- ---	<u>Tipo de investigación</u> Aplicativo <u>Enfoque</u> Correlacional <u>Diseño de investigación</u>
<u>Específicas</u> • ¿Qué puntos se considerará para el monitoreo aledaña a la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Macari provincia de Melgar? • ¿Cuál será las concentraciones de los gases que genera la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Macari provincia de Melgar? • ¿Cómo se relacionará el impacto social por la percepción de gases que genera la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Macari provincia de Melgar?	<u>Específicas</u> • Identificar los puntos de monitoreo aledaña a la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Macari provincia de Melgar • Evaluar la concentración de los gases que genera la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Macari provincia de Melgar • Relacionar el impacto social por la percepción de gases que genera la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Macari provincia de Melgar.	<u>Específicas</u> • Los puntos de monitoreo aledaña a la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Macari provincia de Melgar son estratégicos para la presente investigación. • La concentración de los gases que genera la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Macari provincia de Melgar presenta valores elevados frente a la normativa vigente. • El impacto social por la percepción de gases que genera la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Macari provincia de Melgar se relaciona directamente con la población.	<u>Dependiente</u> Percepción social	Impacto en la calidad de vida	% de población	% % % % % %	No experimental



Anexo 2. Certificados de resultados



LAQUAMEQ E.I.R.L.
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO AMBIENTAL

INFORME DE RESULTADOS EN CALIDAD DE AIRE

Solicitante : JORGE LUIS FREDY APAZA APAZA
Proyecto : EVALUACIÓN DE LA EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO GENERADO POR LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE MACARI

Código	Dist. /Prov./ Depart.	Punto de monitoreo y/o coordenada	Fecha de monitoreo	Hora de monitoreo
P1	Macari/Melgar/Puno	E: 296218 N: 8366488	18/08/2024	8:00
P2	Macari/Melgar/Puno	E: 296264 N: 8366501	18/08/2024	8:30
P3	Macari/Melgar/Puno	E: 296312 N: 8366502	18/08/2024	9:10
P4	Macari/Melgar/Puno	E: 296246 N: 8366443	18/08/2024	12:15
P5	Macari/Melgar/Puno	E: 296167 N: 8366474	18/08/2024	13:00
P6	Macari/Melgar/Puno	E: 296122 N: 8366437	18/08/2024	13:30
P7	Macari/Melgar/Puno	E: 296057 N: 8366380	18/08/2024	14:00
P8	Macari/Melgar/Puno	E:297181 N: 8366168	18/08/2024	15: 00
P9	Macari/Melgar/Puno	E: 297104 N: 8366229	18/08/2024	15:30
P10	Macari/Melgar/Puno	E: 296945 N: 8366345	18/08/2024	16:00

RESULTADOS DE MONITOREO

Código	Sulfuro de hidrogeno (H ₂ S) / (µg/m ³)	Dióxido de azufre SO ₂ (µg/m ³)	Monóxido de carbono (CO) / (µg/m ³)	Metano (CH ₄) %
P1	140	250	800	1.5
P2	180	320	1000	5.2
P3	110	200	500	1.6
P4	120	190	600	2.4
P5	170	230	800	4.8
P6	110	210	400	2.0
P7	100	210	300	1.6
P8	180	330	1500	5.3
P9	140	220	700	3.8
P10	170	290	900	5.1

METODO DE ENSAYO UTILIZADO

Determinación de gases en calidad de aire realizado por el método automático

EMISIÓN DEL INFORME: 29/08/2024

LAQUAMEQ E.I.R.L.
LABORATORIO Y EQUIPOS
Rolando Rcoy
ING. ROLANDO RCOY JARA HUARANCCA
CIP. 198412
JEFE DE LABORATORIO

Jr. Deístua N° 522 Urb. 28 de Julio. Puno – San Román – Juliaca
www.laquameq.com – Cel. 979265920



LAQUAMEQ E.I.R.L.
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO AMBIENTAL

INFORME DE RESULTADOS EN CALIDAD DE AIRE

Solicitante : JORGE LUIS FREDY APAZA APAZA
Proyecto : EVALUACIÓN DE LA EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO GENERADO POR LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE MACARI

Código	Dist. /Prov./ Depart.	Punto de monitoreo y/o coordenada	Fecha de monitoreo	Hora de monitoreo
P1	Macari/Melgar/Puno	E: 296218 N: 8366488	20/08/2024	8:15
P2	Macari/Melgar/Puno	E: 296264 N: 8366501	20/08/2024	8:45
P3	Macari/Melgar/Puno	E: 296312 N: 8366502	20/08/2024	9:30
P4	Macari/Melgar/Puno	E: 296246 N: 8366443	20/08/2024	12:00
P5	Macari/Melgar/Puno	E: 296167 N: 8366474	20/08/2024	13:20
P6	Macari/Melgar/Puno	E: 296122 N: 8366437	20/08/2024	13:30
P7	Macari/Melgar/Puno	E: 296057 N: 8366380	20/08/2024	14:10
P8	Macari/Melgar/Puno	E:297181 N: 8366168	20/08/2024	14: 40
P9	Macari/Melgar/Puno	E: 297104 N: 8366229	20/08/2024	15:00
P10	Macari/Melgar/Puno	E: 296945 N: 8366345	20/08/2024	16:20

RESULTADOS DE MONITOREO

Código	Sulfuro de hidrogeno (H ₂ S) / (µg/m ³)	Dióxido de azufreSO ₂ / (µg/m ³)	Monóxido de carbono (CO) / (µg/m ³)	Metano (CH ₄) %
P1	170	260	900	1.7
P2	210	300	1200	5.0
P3	90	220	700	1.4
P4	150	170	800	2.0
P5	190	210	1100	4.6
P6	90	220	500	1.8
P7	120	200	500	1.4
P8	160	320	1300	5.2
P9	150	240	900	4.0
P10	180	270	1200	5.2

METODO DE ENSAYO UTILIZADO

Determinación de gases en calidad de aire realizado por el método automático

EMISIÓN DEL INFORME: 29/08/2024

LAQUAMEQ E.I.R.L.
LABORATORIO Y EQUIPOS
Rolando Rody
ING. ROLANDO RODRY SARA HUARANCCA
CIP: 198412
JEFE DE LABORATORIO

Jr. Deústua N° 522 Urb. 28 de Julio. Puno – San Román – Juliaca
www.laquameq.com – Cel. 979265920



LAQUAMEQ E.I.R.L. LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO AMBIENTAL

INFORME DE RESULTADOS EN CALIDAD DE AIRE

Solicitante : JORGE LUIS FREDY APAZA APAZA

Proyecto : EVALUACIÓN DE LA EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO GENERADO POR LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE MACARI

Código	Dist. /Prov./ Depart.	Punto de monitoreo y/o coordenada	Fecha de monitoreo	Hora de monitoreo
P1	Macari/Melgar/Puno	E: 296218 N: 8366488	22/08/2024	7:55
P2	Macari/Melgar/Puno	E: 296264 N: 8366501	22/08/2024	8:35
P3	Macari/Melgar/Puno	E: 296312 N: 8366502	22/08/2024	9:00
P4	Macari/Melgar/Puno	E: 296246 N: 8366443	22/08/2024	12:20
P5	Macari/Melgar/Puno	E: 296167 N: 8366474	22/08/2024	13:00
P6	Macari/Melgar/Puno	E: 296122 N: 8366437	22/08/2024	13:10
P7	Macari/Melgar/Puno	E: 296057 N: 8366380	22/08/2024	14:25
P8	Macari/Melgar/Puno	E:297181 N: 8366168	22/08/2024	14: 50
P9	Macari/Melgar/Puno	E: 297104 N: 8366229	22/08/2024	15:20
P10	Macari/Melgar/Puno	E: 296945 N: 8366345	22/08/2024	16:00

RESULTADOS DE MONITOREO

Código	Sulfuro de hidrogeno (H ₂ S) / (µg/m ³)	Dióxido de azufreSO ₂ / (µg/m ³)	Monóxido de carbono (CO) / (µg/m ³)	Metano (CH ₄) %
P1	150	240	700	1.5
P2	200	290	1100	5.1
P3	100	210	600	1.7
P4	170	190	700	2.2
P5	180	200	1200	4.4
P6	110	240	500	1.6
P7	100	210	700	1.5
P8	140	350	1200	5.0
P9	130	260	1000	4.3
P10	200	250	1500	5.4

METODO DE ENSAYO UTILIZADO

Determinación de gases en calidad de aire realizado por el método automático

EMISIÓN DEL INFORME: 29/08/2024

LAQUAMEQ E.I.R.L.
LABORATORIO Y EQUIPOS
Rolando Ródy
ING. ROLANDO RÓDY JARA HUARANCCA
CIP. 198412
JEFE DE LABORATORIO

Jr. Deístua N° 522 Urb. 28 de Julio. Puno – San Román – Juliaca
www.laquameq.com – Cel. 979265920

Anexo 3. Estándares de Calidad para Aire

Anexo Estándares de Calidad Ambiental para Aire

Parámetros	Período	Valor [µg/m ³]	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)



Anexo 4. Encuesta

ENCUESTA DE PERCEPCIÓN DE LA POBLACIÓN POR EMISIONES DE GASES EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE MACARI - 2024
INFORMACIÓN

1. ¿Cuál es su edad?
 <14
 15 – 65
 > 65

2. ¿Qué tiempo permanece entre los días de la semana? Marque con una X
 El fin de semana
 Toda la semana

3. ¿Considera que vive en una zona problemática por la percepción de malos olores?
 SI
 NO

4. ¿Como evalúa usted esta problemática en su localidad en la actualidad? marque con "x" el recuadro.

Grado de molestia	Olores
Ninguna	
Muy ligera	
Ligera	
Moderada	
Fuerte	
Muy fuerte	
Insoportable	

1. con que frecuencia estima usted que percibe los olores cuando se encuentra en su casa. Marque con "x" el recuadro.



Percepción	Olores
Nunca	
1 vez al mes	
2-3 veces al mes	
1 vez por semana	
2-3 veces por semana	
Casi todos los día	

2. ¿Como evaluaría usted su propio grado de molestia a los olores? marque con "x" el recuadro y especifique la hora.

Grado de molestia	Olores	Mañana			Tarde			Noche		
		Si	No	Hora	Si	No	Hora	Si	No	Hora
Ninguna										
Muy ligera										
Ligera										
Moderada										
Fuerte										
Muy fuerte										
Insoportable										

3. ¿Esta situación que efectos le provoca? marque con "x" el recuadro con uno más efectos.

Efecto	Olores
Dificultad de entablar conversación o concentración	
Me impide dormir	
Me provoca dolor de cabeza	
Me produce irritación/ mal humor	
Me produce pérdida de apetito	
Me causa nauseas	
Me despierta por la noche	
Me irrita los ojos/nariz o garganta	



4. ¿En qué mes(es) del año Ud. tiene más molestias de los olores?

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D

Anexo 5. Panel fotográfico

Ubicación



Preparación de equipo



Lecturas de gases que emana la planta de tratamiento de Macari



Encuestas realizadas





ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital

Fecha de entrega: 25/03/2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: JORGE LUIS FREDY APAZA APAZA

Dirección: Jr. TUMBES 1258

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 77468909

Teléfono: 938297519 email: OLKING55@GMAIL.COM

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL

Asesor: MgTr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: EVALUACIÓN DE LA EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO
GENERADO POR LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL
DISTRITO DE MACARI 2024

Palabras claves, (3 a 5 términos): EMISIÓN DE GASES, EFECTO INVERNADERO, METANO

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1,2}?

1

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entré otros relacionados.

² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

- Bachiller
- Título
- 2da Especialidad
- Maestría
- Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

- Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
- No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- Sí autorizo
- No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción “internacional” o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción “internacional” emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción “internacional” goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

Internacional

Nacional

Línea de investigación: CONTAMINACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL - P22

Firma de Autor



huella digital

25 / 03 / 2025

Fecha