



UNAP



**FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN GESTIÓN
AMBIENTAL**

TESIS

**“ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN DE LOS PARÁMETROS DE
CALIDAD DEL AIRE EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE
NANAY Y VIADUCTOS DE ACCESO 2018 - 2021,
PUNCHANA-LORETO – 2022”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL**

**PRESENTADO POR:
HAMMER JOEL BACALLA NEIRA**

**ASESOR:
Ing. PEDRO ANTONIO GRATELLE SILVA, Dr.**

IQUITOS, PERÚ

2023



UNAP

FACULTAD DE AGRONOMIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN
GESTIÓN AMBIENTAL



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS No. 059-CGYT-FA-UNAP-2023.

En Iquitos, en el auditorio de la Facultad de Agronomía, a los 14 días del mes de setiembre del 2023, a horas 05:00 p.m., se dio inicio a la sustentación pública de la Tesis titulada: **“ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DEL AIRE EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE NANAY Y VIADUCTOS DE ACCESO 2018 - 2021, PUNCHANA-LORETO – 2022”**, aprobado con Resolución Decanal No.097-CGYT-FA-UNAP-2022, presentado por el Bachiller **HAMMER JOEL BACALLA NEIRA**, para optar el Título Profesional de **INGENIERO GESTIÓN AMBIENTAL** que otorga la Universidad de acuerdo a la Ley y Estatuto.

El Jurado Calificador y dictaminador designado mediante Resolución Decanal **No. 037-CGYT-FA-UNAP-2023**, está integrado por:

- | | |
|---|-------------------|
| Ing. RAFAEL CHAVEZ VASQUEZ, Dr. | Presidente |
| Ing. RONALD YALTA VEGA, M.Sc. | Miembro |
| Ing. MANUEL CALIXTO AVILA FUCOS, M.Sc. | Miembro |

Luego de haber escuchado con atención y formulado las preguntas necesarias, las cuales fueron respondidas: *Satisfactoriamente*

El jurado después de las deliberaciones correspondientes, llegó a las siguientes conclusiones:

La sustentación pública y la Tesis ha sido: *APROBADA* con la calificación *BUENA*

Estando el Bachiller *APTO* para obtener el Título Profesional de *INGENIERO EN GESTION AMBIENTAL*

Siendo las *06:30pm* se dio por terminado el acto *ACADEMICO*

[Signature]
Ing. RAFAEL CHAVEZ VASQUEZ, Dr.
Presidente

[Signature]
Ing. RONALD YALTA VEGA, M.Sc.
Miembro

[Signature]
Ing. MANUEL CALIXTO AVILA FUCOS, M.Sc.
Miembro

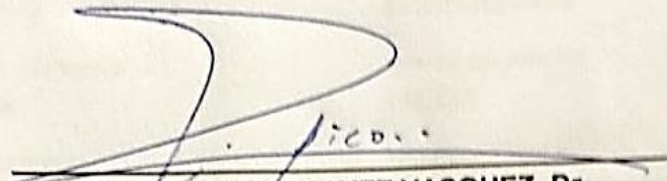
[Signature]
Ing. PEDRO ANTONIO GRATELLE SILVA, Dr.
Asesor

JURADO Y ASESOR

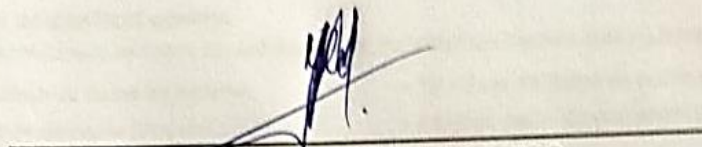
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL**

Tesis aprobada en sustentación pública el día 14 de setiembre del 2023, por el jurado Ad-Hoc nombrado por el Comité de Grados y Títulos de la Facultad de Agronomía, para optar el título profesional de:

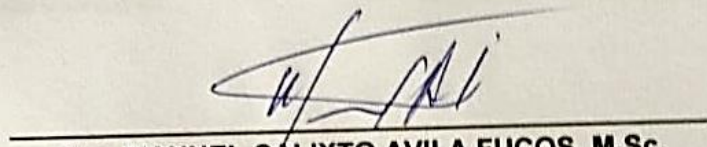
INGENIERA EN GESTIÓN AMBIENTAL



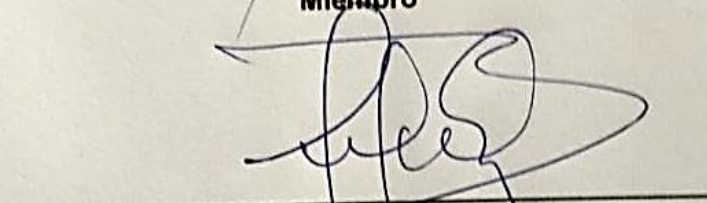
**Ing. RAFAEL CHAVEZ VASQUEZ, Dr.
Presidente**




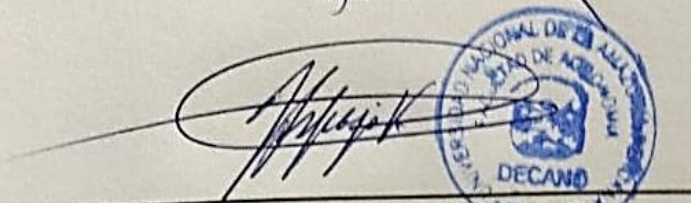
**Ing. RONALD YALTA VEGA, M.Sc.
Miembro**



**Ing. MANUEL CALIXTO AVILA FUCOS, M.Sc.
Miembro**



**Ing. PEDRO ANTONIO GRATELLE SILVA, Dr.
Asesor**



**Ing. FIDEL ASPAÑO VARELA, Dr.
Decano**

RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

FA_TESIS_BACALLA NEIRA HAMMER JO
EL.pdf

AUTOR

HAMMER JOEL BACALLA NEIRA

RECuento DE PALABRAS

5279 Words

RECuento DE CARACTERES

26193 Characters

RECuento DE PÁGINAS

25 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

148.3KB

FECHA DE ENTREGA

May 26, 2023 1:36 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

May 26, 2023 1:37 PM GMT-5

● 29% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base c

- 25% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 18% Base de datos de trabajos entregados
- 12% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossr

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

Resumen

DEDICATORIA

A mi madre **Rosa Neira Estrada**, por la motivación constante que me brindaba para salir adelante.

A mi padre **Wilfredo Bacalla Fernández**, por el apoyo incondicional en mi formación como profesional.

AGRADECIMIENTO

A mi primo Diego Neira Hidalgo, por sus consejos y abrirme las puertas de su hogar.

A mi primo Luis Neira Manuyama, por ser un ejemplo de profesionalmente.

A mi primo Julio Armas Neira por creer siempre en mí.

A mis amigos, Marco, Fidel y Jack; por acompañarme en estos años.

Al Ing. Pedro Antonio Grately Silva, asesor de la tesis.

A la Escuela Profesional de Ingeniería en Gestión Ambiental de la Facultad de Agronomía.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
PORTADA	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN	ii
JURADO Y ASESOR.....	iii
RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	3
1.1. Antecedentes.....	3
1.2. Bases teóricas.	5
1.3. Definición de términos básicos.....	6
CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES	9
2.1. Formulación de la hipótesis.	9
2.2. Variables y su operacionalización	9
2.2.1. Identificación de las variables	9
2.2.2. Operacionalización de variables.	10
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	11
3.1. Tipo y diseño.	11
3.1.1. Tipo de investigación.....	11
3.1.2. Diseño de investigación.....	11
3.2. Diseño muestral.....	11
3.2.1. Área de estudio	11
3.2.2. Población.....	12
3.2.3. Muestra.	12
3.3. Procedimientos de recolección de datos.....	12
3.3.1. Tipo de datos recolectados	13
3.3.2. Técnicas utilizadas en la recolección de datos.....	13
3.4. Procesamiento y análisis de los datos.	13
3.5. Aspectos éticos.....	13
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	14

4.1. Evaluaciones de los parámetros ambientales del aire.....	14
4.1.1. Material particulado PM10	14
4.1.2. Material particulado PM 2.5	15
4.1.3. Monóxido de carbono (CO)	15
4.1.4. Dióxido de azufre (SO ₂).....	16
4.1.5. Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	17
4.1.6. Sulfuro de Hidrogeno (H ₂ S)	18
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN.....	20
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES	22
CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES.....	24
CAPÍTULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN	25
ANEXOS	26
1. Operacionalización de variables	27
2. Matriz de consistencia	28

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 1. Concentración de material particulado PM 10 en el aire	14
Gráfico 2. Concentración de material particulado PM 2.5 en el aire	15
Gráfico 3. Concentración de monóxido de carbono en el aire	16
Gráfico 4. Concentración de dióxido de azufre en el aire	17
Gráfico 5. Concentración de dióxido de nitrógeno en el aire	18
Gráfico 6. Concentración de Sulfuro de hidrogeno en el aire	19

RESUMEN

El estudio se realizó con el objetivo de analizar el comportamiento de los índices ambientales del aire en la obra del puente Nanay, Bellavista, Punchana. Investigación cuantitativa del tipo observacional, descriptivo, analítico. La información secundaria fue obtenida de los Informes trimestrales de Monitoreo de los índices ambientales del aire en los puntos de muestreo definidos en la obra del puente Nanay del 2018-2021, los cuales fueron contrastados con los ECA y los límites máximos permitidos. Se encontró que la evolución de los parámetros evaluados en el aire: PM₁₀, PM_{2.5}, Monóxido de carbono (CO), Dióxido de azufre, Dióxido de nitrógeno (NO₂) el Sulfuro de Hidrógeno (H₂S) presentaron niveles de concentración muy por debajo de los LMP según lo establecido en el ECA DS N°003-2017-MINAM. A pesar de que todos los niveles de concentración de los parámetros evaluados están por debajo de los estándares de calidad ambiental para aire, en algunos trimestres puntuales, los niveles de los parámetros se incrementaron ligeramente, cuando hubo aumento de las actividades con el uso intensivo de maquinaria pesada aunado al verano tropical, pero jamás superaron los límites máximos permitidos, por lo que se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula planteada en el estudio.

Palabras clave: Calidad el aire, índices ambientales.

ABSTRACT

The study was carried out with the objective of analyzing the behavior of the environmental indices of the air in the work of the Nanay bridge, Bellavista, Punchana. Quantitative research of the observational, descriptive, analytical type. The secondary information was obtained from the Quarterly Monitoring Reports of the environmental air indices at the sampling points defined in the Nanay bridge work from 2018-2021, which were contrasted with the ECAs and the maximum permitted limits. It was found that the evolution of the parameters evaluated in the air: PM10, PM 2.5, Carbon Monoxide (CO), Sulfur Dioxide, Nitrogen Dioxide (NO₂) and Hydrogen Sulfide (H₂S) presented concentration levels well below the LMP as established in the ECA DS No. 003-2017-MINAM. Despite the fact that all the concentration levels of the parameters evaluated are below the environmental quality standards for air, in some specific quarters, the levels of the parameters increased slightly, when there was an increase in activities with the intensive use of heavy machinery coupled with tropical summer, but never exceeded the maximum limits allowed, so the alternative hypothesis is accepted and the null hypothesis proposed in the study is rejected.

Keywords: Air quality, environmental indices.

INTRODUCCIÓN

La contaminación del aire se observa con frecuencia por el desarrollo de diversas actividades antrópicas como las productivas, industriales y urbanas, así como la construcción de infraestructura viales, estas últimas por su magnitud podrían estar ocasionado externalidades ambientales negativas en su entorno que son difíciles de revertir.

La creciente preocupación a nivel global en la preservación del ambiente ha generado la diversas normas legales y regulaciones tanto a nivel nacional como internacional. Estas normativas buscan garantizar la protección, control, monitoreo, mitigación y restauración del entorno natural, abarcando la implementación de proyectos tanto públicos como privados.

En los últimos años, se llevó a cabo en la región la obra del puente Nanay como parte de la inversión pública. Sin embargo, debido a la gran inversión involucrada y a una gestión inadecuada de sus impactos ambientales negativos, existe la posibilidad de que se esté generando contaminación en los entornos cercanos, como el aire, lo cual podría estar afectando a la población de la zona circundante a Bellavista Nanay., zona de construcción del puente Nanay. Es por ello, que la empresa responsable de la obra, Consorcio Puentes de Loreto realizó periódicamente el monitoreo ambiental del aire como un procedimiento para verificar y dar cumplimiento con el plan de manejo ambiental acorde a la normativa nacional. Dentro de este contexto surge la interrogante central de esta tesis: ¿Es factible llevar a cabo una sistematización y análisis de los monitoreos ambientales con el fin de comprender los cambios de los índices ambientales del aire durante la ejecución del Puente del Río Nanay? Para ello, se planteó como objetivo, Analizar la evolución de los parámetros ambientales del aire y valorar los niveles de concentración en el tiempo según los ECA, en la construcción del puente Nanay.

El estudio es importante porque evaluar la evolución de los parámetros ambientales del aire, genera información de utilidad para que los decisores tomen mejores decisiones sobre el estado del ambiente y de la vida. Hasta que no se fomente una conciencia arraigada respecto al uso y cuidado del medio ambiente, respaldada por políticas ambientales que regulen tanto las actividades públicas como las privadas que puedan dar lugar a problemas de contaminación del aire en la región, persistirá esta situación.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes.

Según Rojas J. (1), se indica que, en Perú, el monitoreo de la calidad del aire comenzó alrededor de los años 90 a través del Ministerio de Salud (MINSA) y la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA). En el año 2008, el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), a través de la Dirección General de Investigación y Asuntos Ambientales (DGIA), desarrolló un proyecto llamado "Implementación de un Servicio de Pronóstico de Calidad de Aire en la Zona Metropolitana de Lima y Callao". Este proyecto reveló que las partículas PM10 y PM2.5 mostraban una estacionalidad determinada por las condiciones meteorológicas. Durante los periodos con altas temperaturas (verano), se observaron mayores concentraciones de PM10 debido al transporte de polvo por los vientos. En los periodos con temperaturas más bajas (invierno), los procesos de conversión gas-partícula incrementaron la concentración de PM2.5 en el ambiente. Para el año 2019, en Lima y Callao, los niveles de gases como NO₂, SO₂, CO y O₃ cumplían con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para el aire. Sin embargo, los niveles de material particulado (PM10 y PM2.5) superaban los valores establecidos en las regulaciones vigentes, tanto en el promedio de 24 horas como en el promedio anual. Se espera que el proyecto "Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Control de la Calidad Ambiental a Nivel Nacional" permita implementar más estaciones automáticas de monitoreo de la calidad del aire en ciudades como Piura, Chiclayo, Trujillo, Iquitos, Huancayo y Cuzco en un futuro cercano.

Por su parte, **Estrella (2)**, realizó un estudio comparativo de dos investigaciones sobre la calidad del aire en las ciudades de Arequipa y Cusco. En Arequipa se realizó el Programa Regional de Aire Limpio (PRAL) en el 2005, mientras que en

Cusco se llevó a cabo el Programa de Eficiencia Energética en Ladrilleras Artesanales de América Latina (EELA) en el 2012. Ambos estudios se enfocaron en la producción de ladrillos artesanales, ya que la contaminación del aire está relacionada con la emisión de gases contaminantes. Las ladrilleras artesanales, en su mayoría micro y pequeñas empresas distribuidas a nivel nacional, presentan altos niveles de informalidad y utilizan técnicas tradicionales en la fabricación de sus productos. Estas ladrilleras utilizan una variedad de materiales combustibles y sus tecnologías son principalmente manuales, lo que genera una alta emisión de gases como el dióxido de nitrógeno (NO₂), dióxido de azufre (SO₂), dióxido de carbono (CO₂) y material particulado PM-10. Los hornos utilizados en estas ladrilleras son fijos, de fuego directo, con techo abierto y sin chimeneas, lo que se conoce como "quemado" de ladrillos. Al comparar las emisiones de gases contaminantes entre Arequipa y Cusco, se observa que las ladrilleras artesanales en Cusco generan niveles más altos de contaminantes, con un promedio de (CO 2395.63, COV 787.14, PM 458.59, NO 23.95, SO 3.42) toneladas por año, mientras que en Arequipa los niveles son más bajos, con (CO 49.85, COV 53.14 PM 39.73, NO 2.96, SO 0.46) toneladas por año. Esto se debe a la utilización de combustibles altamente contaminantes en Cusco, como estiércol de ovino, llantas y plásticos, lo que resulta en una gran emisión de gases que afecta el medio ambiente y la salud de la población.

Angulo J. y Capuena H. (3) investigaron el impacto de las actividades urbanas e industriales en los niveles de contaminación del aire en el Alto Mayo en 2015. Su estudio se centró en la medición de partículas suspendidas respirables (PM-2,5). Los resultados revelaron que las localidades de Segunda Jerusalén, Rioja y Moyobamba presentaron los valores promedio más altos de PM-2,5, con mediciones de 29,0, 30,83 y 33,39 ug/m³ respectivamente. Durante todo el período de monitoreo, se superó el estándar de calidad del aire (ECA) de 25

ug/m³ establecido por el DS N° 003-2008-MINAM para PM 2,5. Estos hallazgos demuestran claramente la influencia negativa de las actividades urbanas e industriales en la calidad del aire.

1.2. Bases teóricas.

La vigilancia de la calidad del aire, según Sáenz, R., Kork, M., (4), se lleva a cabo mediante el proceso de recolección y análisis de muestras de contaminantes atmosféricos. Los contaminantes más relevantes que se supervisan de manera habitual son: dióxido de azufre (SO₂), monóxido de carbono (CO), partículas suspendidas totales (PST), partículas de tamaño 10 micrómetros o menos (PM₁₀), ozono y óxidos de nitrógeno (NO_x). Estos contaminantes se conocen como "contaminantes criterio" y se establecen estándares de calidad del aire para su control. Estos estándares tienen como objetivo proteger la salud humana (normas primarias) y el bienestar tanto de las personas como de los ecosistemas (normas secundarias). Además, los hidrocarburos sin metano (HSM) también son contaminantes atmosféricos relevantes debido a sus posibles efectos en la salud y por ser precursores del ozono, junto con los óxidos de nitrógeno (NO_x).

El presente estudio se sustenta en la normativa ambiental del aire, DS N°003-2017 MINAM. En la tabla 1, se muestra los índices evaluados y sus estándares de calidad ambiental del aire, según el **MINAN (5)**.

Parámetro	Periodo	Unidad	ECA (DS N°003-2017.MINAM)
Material Particulado PM-10	24 h	ug/m ³	100
Monóxido de carbono (CO)	8 h	ug/m ³	10 000
Dióxido de azufre (SO ₂)	24 h	ug/m ³	250
Dióxido de nitrógeno (NO ₂)	1 h	ug/m ³	200
Sulfuro de hidrogeno (H ₂ S)	24 h	ug/m ³	150

1.3. Definición de términos básicos.

Niveles máximos: Es la cantidad máxima permitida legalmente de una sustancia **MINAM (6)**.

Estándares de Calidad Ambiental: Son los valores máximos establecidos por el MINAM para los contaminantes en el medio ambiente, con el objetivo de asegurar la conservación de la calidad ambiental mediante el uso de herramientas y evaluaciones precisas **(6)**.

Aerosol: Partículas sólidas o líquidas suspendidas en el aire.

Ambiente: Conjunto de factores externos que impactan en la existencia, progreso y supervivencia de un organismo **(6)**.

Muestra en blanco: Una prueba utilizada como referencia en análisis ambientales, que no contiene los contaminantes de interés **(6)**.

Concentración máxima permisible: El nivel máximo de concentración de una sustancia química que no debe ser superado en ninguna circunstancia durante la exposición **(6)**.

Contaminante: Materia o energía presente en un medio en una cantidad superior a la natural o que no le pertenece **(6)**.

Diámetro aerodinámico de las partículas: El tamaño de una partícula en relación con su velocidad de sedimentación en ausencia de viento **(6)**.

Dispersión de los contaminantes: Proceso mediante el cual un contaminante se desplaza hacia áreas alejadas de su origen **(6)**.

Emisión: Liberación de sustancias contaminantes al medio ambiente desde una fuente estacionaria o móvil **(6)**.

Estándar de Calidad del Aire: El nivel máximo de concentración permitido de una sustancia tóxica en un componente ambiental durante un período de tiempo específico.

Exposición: Interacción entre un agente tóxico y un sistema biológico, representa la cantidad de dicho agente que alcanza al receptor **(6)**.

Fuentes fijas: Fuentes de emisiones ubicadas en un lugar específico **(6)**.

Fuentes móviles: Fuentes de emisiones que cambian de ubicación con el tiempo **(6)**.

Valor guía: Un valor numérico que indica la concentración de contaminantes en el aire o la ingesta tolerable relacionada con el tiempo de exposición **(6)**.

Inventario de emisiones: Conjunto de datos que permite determinar la distribución de emisiones en un área específica, identificando las fuentes más importantes y las cantidades emitidas **(6)**.

Muestra: Una porción seleccionada que se considera representativa de un conjunto al que pertenece **(6)**.

Muestreo: Proceso de recolección de una muestra representativa para su análisis y ensayo **(6)**.

Partícula: Pequeña masa discreta de materia sólida o líquida. En particular, el polvo se refiere a partículas sólidas con un diámetro menor de 75 μm que pueden sedimentarse por su propio peso, pero también pueden permanecer suspendidas durante cierto tiempo **(6)**.

Protocolo: Conjunto ordenado de reglas o procedimientos que se siguen para llevar a cabo una función específica **(6)**.

Parámetro: Elemento o dato importante a partir del cual se examina un tema, cuestión o asunto **(6)**.

Dióxido de azufre: Gas que no presenta color, con un olor intolerable característico. **(6)**.

Dióxido de nitrógeno: Compuesto químico formado por nitrógeno y oxígeno, uno de los principales contaminantes entre los óxidos de nitrógeno. También se conoce como óxido de nitrógeno (IV) **(6)**.

Material particulado: Componente de la contaminación del aire que consiste en partículas sólidas y líquidas de composición variada **(6)**.

Monóxido de carbono: Gas incoloro y altamente tóxico, también conocido como óxido de carbono (II). Su fórmula química es CO y puede causar la muerte cuando se respira en niveles elevados **(6)**.

CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1. Formulación de la hipótesis.

H₀: La evolución de los índices del aire en la obra del puente Nanay 2019 al 2021 muestran valores superiores e incumplen con lo dispuesto en el Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM

H₁: La evolución de los índices del aire en la obra del puente Nanay 2019 al 2021 muestran valores inferiores que cumplen con lo establecido en el Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM.

2.2. Variables y su operacionalización

2.2.1. Identificación de las variables

- Variable independiente
Obra del puente Nanay
- Variable dependiente
Análisis de los cambios de los índices ambientales del aire

2.2.2. Operacionalización de variables.

Variables	Definición conceptual	Indicadores	Escala de medición	Categorías	Valores de la categoría
Variable dependiente: Análisis de la evolución de los parámetros ambientales del aire	Elementos de un sistema dinámico (aire) que cambian en función a las condiciones del entorno	Calidad del aire Variable de interés:	PM-10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)- Razón	Cumple/no cumple	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
			SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Razón	Cumple/no cumple	250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
			NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Razón	Cumple/no cumple	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
			CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Razón	Cumple/no cumple	10000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
			H ₂ S ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Razón	Cumple/no cumple	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Variable independiente: Construcción del puente nanay y viaductos de acceso	Conjunto de actividades de edificación destinadas a salvar un obstáculo físico.	D.S. N° 029-94-EM, Reglamento de protección ambiental	Ordinal/Razón	Cumple/no cumple	Varios

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño.

3.1.1. Tipo de investigación.

Es un estudio cuantitativo de observación, descripción, análisis, horizontal y retrospectivo. Se recopilará información secundaria de los Informes trimestrales de seguimiento de los Índices Ambientales del aire durante la obra del puente Nanay, proporcionados por la empresa responsable. Estos informes abarcan el período de 2018 a 2021 (7 informes en total). Utilizando esta información, se generarán gráficas de tendencia y se analizará el comportamiento de los índices del aire comparando con la normativa ambiental del aire nacional.

3.1.2. Diseño de investigación.

Debido a las características de las variables en estudio, la investigación es no experimental, lo que significa que no se realizaron manipulaciones en las variables. Se recopiló, organizó información secundaria generada por la Empresa responsable de la obra del puente Nanay, en cumplimiento de su Plan de Manejo Ambiental.

3.2. Diseño muestral.

3.2.1. Área de estudio

El presente trabajo de investigación se desarrolló sobre la calidad del aire ambiental del entorno a la zona adjunta de la obra del Puente Nanay. Punchana.

3.2.2. Población.

Conformada por los informes trimestrales de monitoreos de la calidad ambiental de del aire en la obra del puente Nanay.

3.2.3. Muestra.

Está definida por los informes de los seguimientos trimestrales de los índices del aire del 2018 al 2022, en tres puntos de evaluación, en la obra del Puente Nanay.

3.3. Procedimientos de recolección de datos.

El método de recopilación de datos y los lugares de muestreo del aire están establecidos por la empresa responsable de la obra, como se evidencia en la Foto 1; de imagen satelital, para llevar a cabo los seguimientos de los índices ambientales trimestrales del aire en la obra del Puente Nanay.

Figura 1. Puntos de muestreo del aire en la obra del puente Nanay



3.3.1. Tipo de datos recolectados

En la investigación se utilizó de información generada por la empresa encargada de la construcción del Puente Nanay, en cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental. Se realizaron evaluaciones ambientales del aire desde 2018 hasta 2021. Esta información de gran importancia permitió el análisis del comportamiento de los índices del aire evaluados.

3.3.2. Técnicas utilizadas en la recolección de datos

Se llevó a cabo una investigación que incluyó la búsqueda, revisión, procesamiento informático y análisis de las evaluaciones trimestrales de los índices ambientales del aire durante el periodo de ejecución de la obra., así como el acceso a otros informes relacionados con la calidad del aire.

3.4. Procesamiento y análisis de los datos.

La información generada a partir de las evaluaciones de los índices del aire se procesó con el Software Excel. Inicialmente se construirá una plataforma de datos sobre la cual se realizará las gráficas de tendencias y los análisis estadísticos de tendencia central.

3.5. Aspectos éticos.

Se garantizará el respeto por el derecho y la confidencialidad de la información que el Consorcio Puentes de Loreto, responsable de la ejecución de la obra, considere pertinente proporcionar y de colaborar con en el estudio. Además, el investigador estará obligado a mantener la confidencialidad de la información, cumpliendo con el deber de secreto, salvo que sea autorizado por el responsable o en casos excepcionales determinados por las instancias legales.

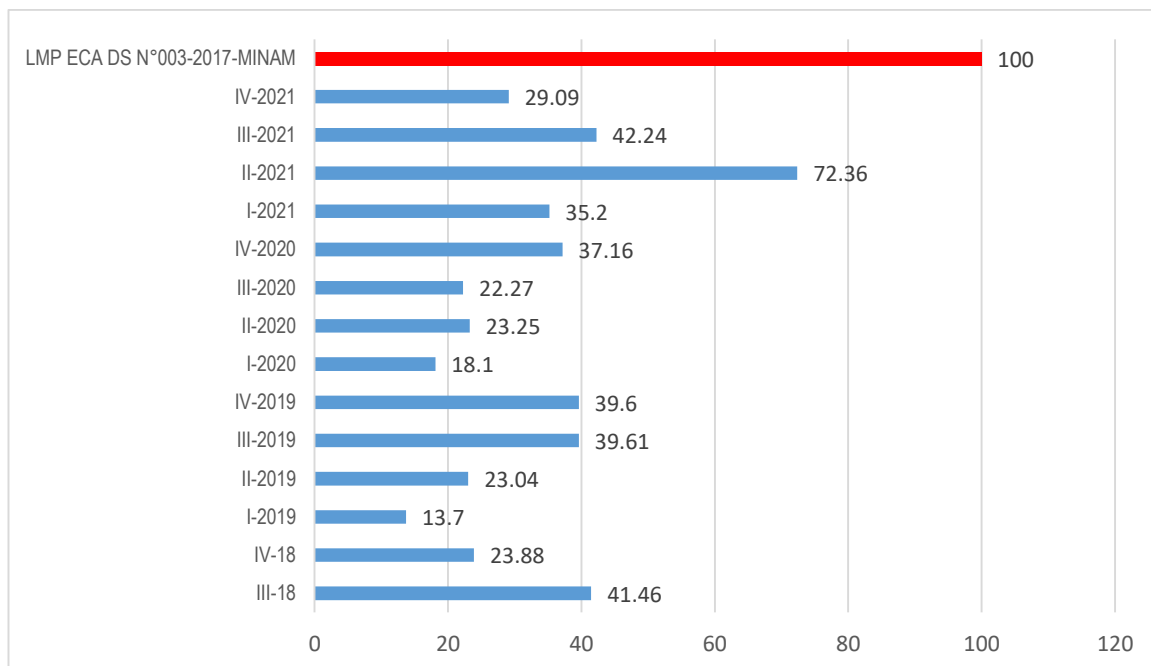
CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Evaluaciones de los parámetros ambientales del aire

4.1.1. Material particulado PM10

Las concentraciones de macropartículas se refieren a los finos sólidos suspendidos de menos de 10 micrones de diámetro (PM10) capaces de penetrar en las vías respiratorias y de causar un gran daño a la salud. La concentración de este material se muestra en la gráfica 1, en general se observa en los monitoreos trimestrales la concentración del material particulado PM10 se muestra por debajo de los LMP que según el DS N°003-2017 MINAM es de 100 ug/m³, el mayor nivel de concentración de material particulado con 72.36 ug/m³ se observa en el II monitoreo trimestral del año 2021, los demás monitoreos las concentraciones están por debajo, cumpliéndose con este estándar de calidad ambiental del aire.

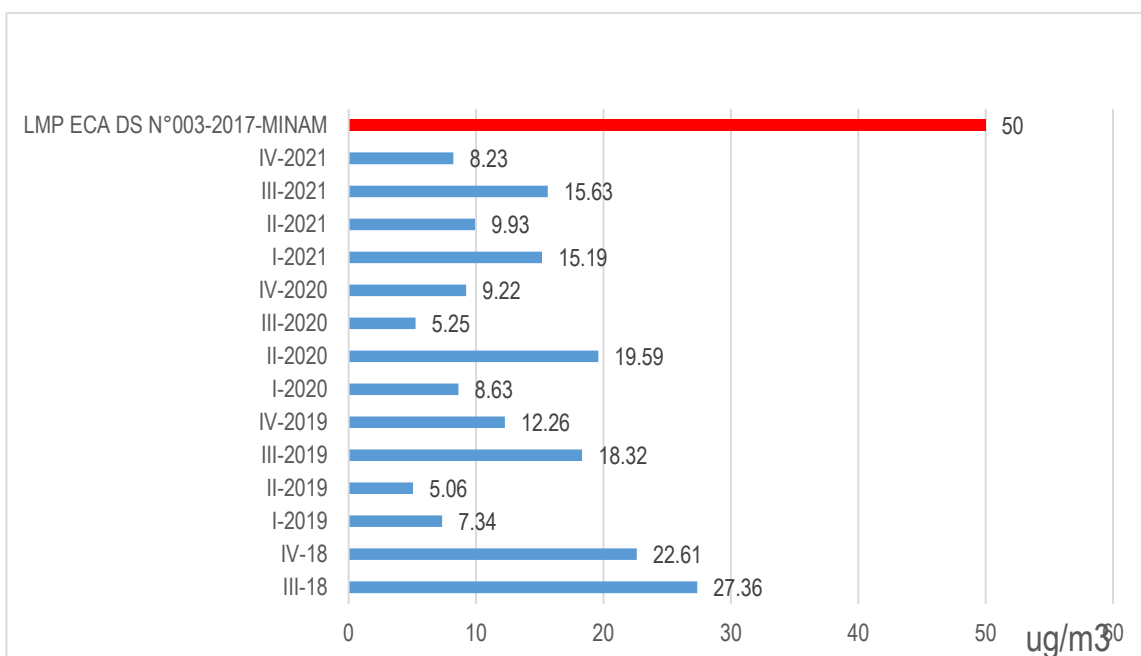
Gráfico 1. Concentración de material particulado PM 10 en el aire



4.1.2. Material particulado PM 2.5

La concentración de partículas cuyo diámetro es menor o igual a 2,5 μ . En el gráfico 2 se muestra los valores de concentración del PM 2.5, se observa que los valores de concentración del material particulado en los monitoreos ambientales están muy por debajo de los LMP de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ según el ECA DS N°003-2017-MINAM y que en todo caso los niveles de concentración no superar a 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Gráfico 2. Concentración de material particulado PM 2.5 en el aire

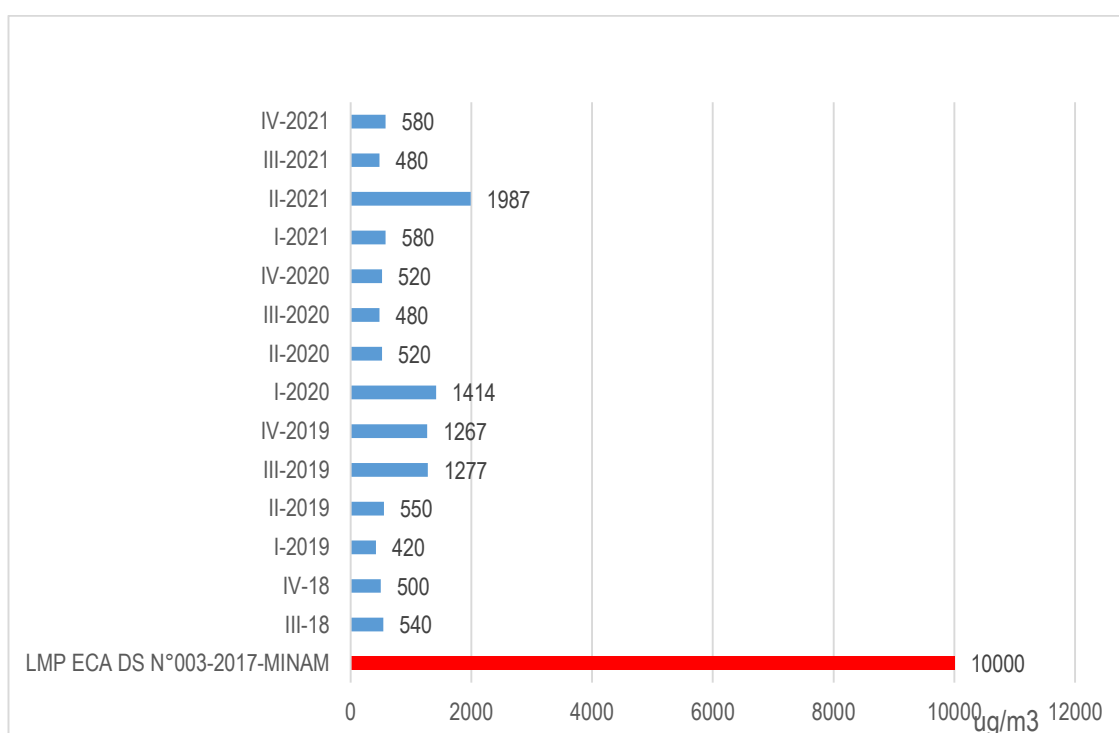


4.1.3. Monóxido de carbono (CO)

El monóxido de carbono (CO) es un gas que carece de olor y color, capaz de ocasionar la muerte. Se genera cada vez que se enciende cualquier tipo de combustible como gas natural, gas propano, gasolina, petróleo, queroseno, madera o carbón. Cuando una persona inhala CO, este gas tóxico se introduce en la corriente sanguínea y bloquea el suministro de oxígeno al cuerpo, lo cual puede resultar en daño a los tejidos y eventualmente causar el fallecimiento. por ello es importante conocer sus

niveles de concentración, en la gráfica 3 se muestra el monóxido de carbono presente en el aire entorno a la construcción del puente Nanay, se observa que en todos los monitoreos realizados los valores de concentración de CO están por debajo de los LMP de 1000 ug/m³ del ECA DS N°003-2017-MINAM. El nivel de concentración más alto fue de 1987 ug/m³ en el II trimestre del 2021, influenciado por el incremento y uso intensivo de maquinaria pesada.

Gráfico 3. Concentración de monóxido de carbono en el aire

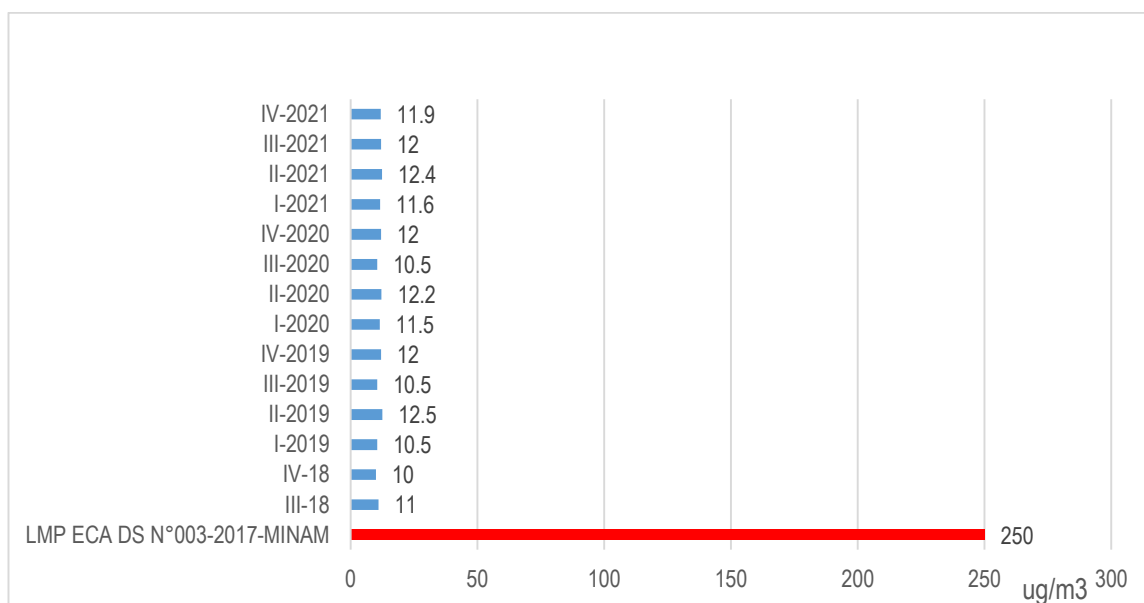


4.1.4. Dióxido de azufre (SO₂)

Es un gas pesado, acre e incoloro, formado principalmente por la quema de combustibles fósiles. Es perjudicial para los seres humanos y la vegetación, y contribuye a la acidez de las precipitaciones. Los monitoreos reportan niveles de concentración de dióxido de azufre muy por debajo de los LMP de 250 ug/m³ del ECA DS N°003-2017-MINAM.

Los niveles de concentración del dióxido de azufre son muy bajos con un rango de variación entre 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ hasta un máximo de 12.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ que se presenta en el II semestre del 2021, coincidentemente con el incremento del uso de maquinaria pesada en la obra.

Gráfico 4. Concentración de dióxido de azufre en el aire



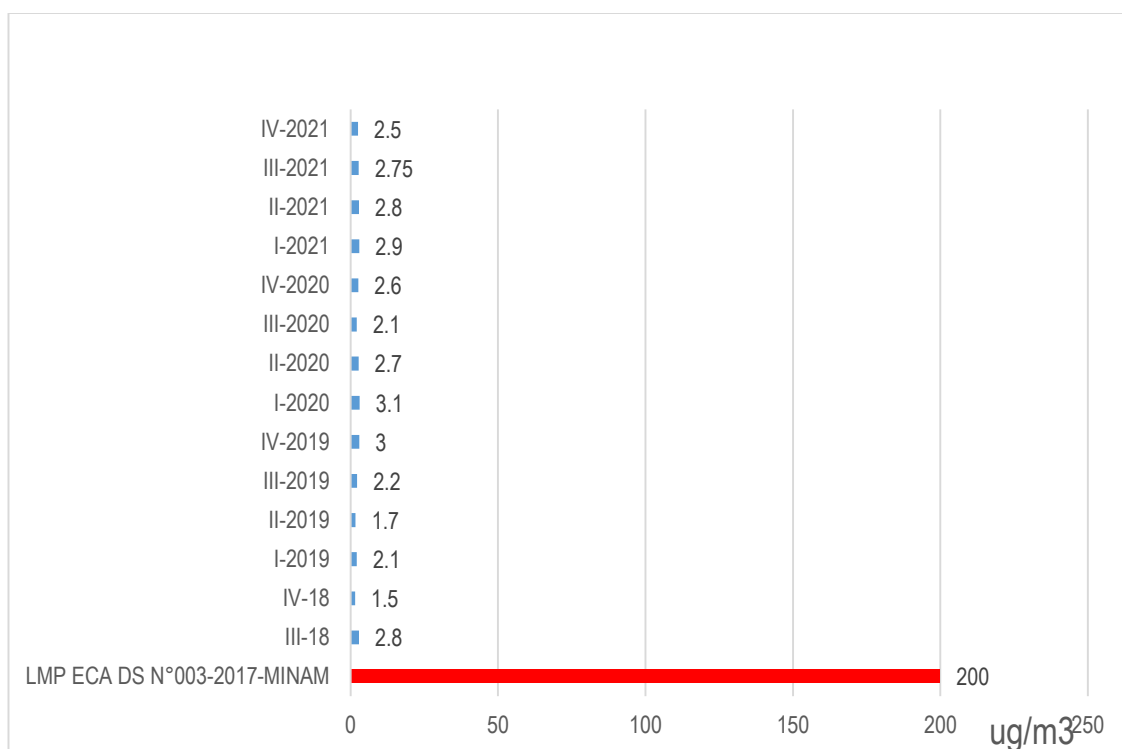
4.1.5. Dióxido de Nitrógeno (NO_2)

El dióxido de nitrógeno (NO_2) es un contaminante atmosférico, de origen principalmente antropogénico, principalmente del tráfico rodado. En el aire contribuye a la formación y modificación de otros contaminantes atmosféricos, tales como el ozono y las partículas en suspensión (PM10 y PM2,5). Los efectos sobre la salud de la contaminación atmosférica por NO_2 no pueden valorarse de manera aislada principalmente por su origen en el tráfico urbano, los niveles elevados de NO_2 pueden ir acompañados de niveles altos de partículas en suspensión, principalmente PM2,5, en cuya composición pueden encontrarse elementos perjudiciales para la salud, pudiendo irritar los pulmones y disminuir su capacidad funcional. El monitoreo del gas NO_2 se muestra en la gráfica 5, se observa niveles

de concentración muy por debajo de los LMP de 200 ug/m³ como lo establece el ECA DS N°003-2017-MINAM.

Los niveles de concentración del dióxido de nitrógeno son muy bajos con un rango de variación entre 1.5 ug/m³ hasta un máximo de 3.1 ug/m³ que se presenta en el I semestre del 2020, coincidentemente con el incremento del uso de maquinaria pesada en la obra.

Gráfico 5. Concentración de dióxido de nitrógeno en el aire



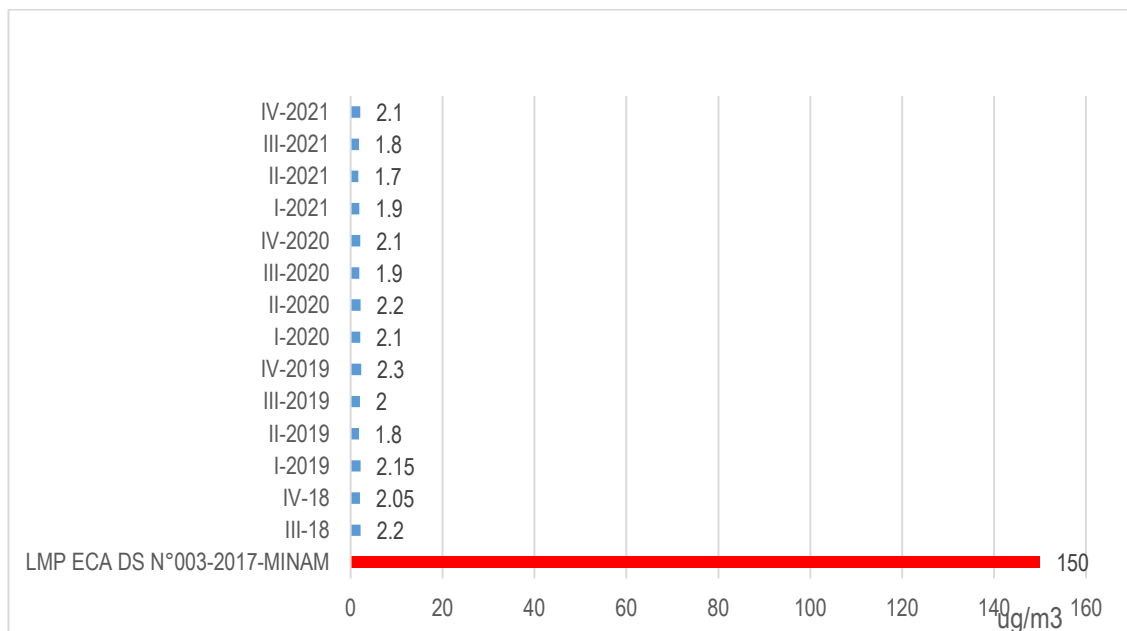
4.1.6. Sulfuro de Hidrogeno (H₂S)

El ácido sulfhídrico (H₂S) es un gas incoloro inflamable, de sabor algo dulce y olor a huevos podridos; en altas concentraciones puede ser venenoso. En altas concentraciones, una persona puede perder la capacidad para olerlo. Esto puede hacer al ácido sulfhídrico muy peligroso. El ácido sulfhídrico ocurre en forma natural y como producto de actividades humanas.

El monitoreo del gas H₂S se muestra en la gráfica 6, se observa que niveles de concentración están muy por debajo de los LMP de 150 ug/m³ como lo establece el ECA DS N°003-2017-MINAM.

Los niveles de concentración de sulfuro de hidrogeno son muy bajos con un rango de variación entre 1.7 ug/m³ hasta un máximo de 2.3 ug/m³ que se presenta en el IV semestre del 2019, coincidentemente con el incremento del uso de maquinaria pesada en la obra.

Gráfico 6. Concentración de Sulfuro de hidrogeno en el aire



CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

Se discuten las evidencias encontradas del comportamiento de los índices evaluados en el aire durante la ejecución de la obra del puente Nanay.

De las evaluaciones de los parámetros ambientales del aire

Sobre el Material particulado PM₁₀, La concentración de este se muestra por debajo de los LMP que según el DS N°003-2017 MINAM es de 100 ug/m³. El mayor nivel de concentración es de 72.36 ug/m³ en el II monitoreo trimestral del año 2021.

Mientras que la concentración de material particulado cuyo diámetro es menor o igual a 2,5 μ., reconocido como PM 2.5, están muy por debajo de los LMP de 50 ug/m³ según el ECA DS N°003-2017-MINAM y que en todos los monitoreos realizados los niveles de no superan a 20 ug/m³ de concentración en el aire entorno a la ejecución de la obra.

En relación al monóxido de carbono (CO) presente en el aire en la ejecución de la obra, los valores de concentración están por debajo de los LMP de 1000 ug/m³ según el ECA DS N°003-2017-MINAM. El nivel de concentración más alto fue de 1987 ug/m³ en el II trimestre del 2021, influenciado por el incremento y uso intensivo de maquinaria pesada en la ejecución de la obra.

Sobre el dióxido de azufre, los monitoreos reportan niveles de concentración en el aire por debajo de los LMP de 250 ug/m³ según el ECA DS N°003-2017-MINAM. Estos de valores de concentración según el los monitoreos ambientales varían en un rango d un mínimo de 10 ug/m³ a un máximo de 12.4 ug/m³ el que se observa en el II semestre del 2021, coincidentemente con el incremento del uso de maquinaria pesada en la obra.

El monitoreo del gas NO₂ presenta niveles de concentración muy por debajo de los LMP de 200 ug/m³ como lo establece el ECA DS N°003-2017-MINAM. Estos niveles

tienen un rango de variación entre 1.5 ug/m³ hasta un máximo de 3.1 ug/m³ que se presenta en el I semestre del 2020, coincidentemente con el incremento del uso de maquinaria pesada en la obra.

El monitoreo del gas Sulfuro de Hidrogeno (H₂S) presenta niveles de concentración están muy por debajo de los LMP de 150 ug/m³ como lo establece el ECA DS N°003-2017-MINAM. Los niveles de concentración de sulfuro de hidrogeno tienen un rango de variación entre 1.7 ug/m³ hasta un máximo de 2.3 ug/m³ que se presenta en el IV semestre del 2019, coincidentemente con el incremento del uso de maquinaria pesada en la obra.

A pesar de que todos los niveles de concentración de los parámetros evaluados están por debajo de los estándares de calidad ambiental para aire, en algunos trimestres puntuales, sobre todo cuando se incrementan las actividades y se hace un uso intensivo maquinaria pesada aunado al verano tropical (I, II semestre 2021 principalmente), estos parámetros se incrementan ligeramente muy por debajo de los límites máximos permitidos.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

Del análisis de la evolución de los índices ambientales del aire en la ejecución de la obra del puente, se concluye:

1. La evolución de los índices ambientales del aire en la ejecución de la obra del puente Nanay, muestran valores que no superan los límites máximos permitidos según con lo dispuesto en el DS N° 003-2017-MINAM, por lo que se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula.
2. La concentración PM10 se muestra por debajo de los LMP que según el DS N°003-2017 MINAM es de 100 ug/m³. El mayor nivel de concentración es de 72.36 ug/m³ en el II monitoreo trimestral del año 2021.
3. El material particulado PM 2.5 presenta concentraciones muy por debajo de los LMP de 50 ug/m³ según el ECA DS N°003-2017-MINAM, en todos los monitoreos realizados los niveles de PM 2.5 de no superan a 20 ug/m³ de concentración en el aire entorno a la ejecución de la obra.
4. En relación al monóxido de carbono (CO), los valores de concentración están por debajo de los LMP de 1000 ug/m³ según el ECA DS N°003-2017-MINAM. El nivel de concentración más alto fue de 1987 ug/m³ en el II trimestre del 2021.
5. Sobre el dióxido de azufre, los monitoreos reportan niveles de concentración en el aire por debajo de los LMP de 250 ug/m³ según el ECA DS N°003-2017-MINAM. Estos de valores de concentración según los monitoreos ambientales varían en un rango de 10 ug/m³ a 12.4 ug/m³ y se observa en el II semestre del 2021.
6. El dióxido de nitrógeno (NO₂) presenta niveles de concentración muy por debajo de los LMP de 200 ug/m³ como lo establece el ECA DS N°003-2017-MINAM.

Estos niveles tienen un rango de variación muy bajos entre 1.5 ug/m³ hasta un máximo de 3.1 ug/m³ que se presenta en el I semestre del 2020.

7. El Sulfuro de Hidrogeno (H₂S) presenta niveles de concentración muy por debajo de los LMP de 150 ug/m³ como lo establece el ECA DS N°003-2017-MINAM. Estos niveles de concentración de sulfuro de hidrogeno tienen un rango de variación muy bajos entre 1.7 ug/m³ hasta un máximo de 2.3 ug/m³ que se presenta en el IV semestre del 2019.
8. A pesar de que todos los niveles de concentración de los parámetros evaluados están por debajo de los estándares de calidad ambiental para aire, en algunos trimestres puntuales, sobre todo cuando se incrementan las actividades y se hace un uso intensivo maquinaria pesada aunado al verano tropical (I, II semestre 2021 principalmente), estos parámetros se incrementan ligeramente pero muy por debajo de los límites máximos permitidos en el ECA.

CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES

A las instituciones públicas que ejecutan obras de infraestructura en la región, estas deben realizarlo con empresas que garanticen procedimientos estrictos en el seguimiento y cumplimiento de los estándares de calidad ambiental según la normativa nacional.

CAPÍTULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN

1. **Rojas Quincho, Jhojan Pool.** (2020). Contaminación atmosférica. Capítulo de Libro. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. Lima. Perú <https://hdl.handle.net/20.500.12542/2026>.
2. **Estrella Pacca, Javier.** (2014). Contaminación por ladrilleras. Tesis. Universidad Privada San Carlos. Arequipa. <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/4442>.
3. **Angulo-Cuesta, J. M; & Capuena-Ruiz, H.** (2017). “Determinación de la influencia de las actividades urbanas e industriales en el nivel de contaminación del aire mediante la determinación de partículas suspendidas respirables (PM 2,5), en el Alto Mayo, 2015”. Tesis para optar al grado de Ingeniero Ambiental. Facultad de Ecología, Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú.
4. **Sáenz, Rodolfo, Kork, Marcelo.** Monitoreo del Aire; Control de la Calidad del Aire; América Latina. Organización Panamericana de la Salud. 1999. <https://iris.paho.org/handle/10665.2/55453>. Publications CEPIS.
5. **Ministerio del Ambiente.** Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para aire y Disposiciones Complementarias. D.S. N° 004-2017-MINAM.
6. **Ministerio del Ambiente.** Glosario de términos. Disponible en: <https://infoaireperu.minam.gob.pe/calidad-de-aire/glosario-de-terminos/>
7. **Servicios Analíticos Generales SAC.** Informes Mensuales de los Monitoreos Ambientales de las aguas en la construcción del Puente Nanay y Viaductos e acceso del 2018-2021. Punchana. Loreto. Perú
8. <https://infoaireperu.minam.gob.pe/calidad-de-aire/glosario-de-terminos/>

ANEXOS

1. Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Indicadores	Escala de medición	Categorías	Valores de la categoría
Variable dependiente: Análisis de la evolución de los parámetros ambientales del aire	Elementos de un sistema dinámico (aire) que cambian en función a las condiciones del entorno	Calidad del aire Variable de interés:	PM-10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)- Razón	Cumple/no cumple	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
			SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Razón	Cumple/no cumple	250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
			NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Razón	Cumple/no cumple	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
			CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Razón	Cumple/no cumple	10000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
			H ₂ S ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Razón	Cumple/no cumple	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Variable independiente: Construcción del puente nanay y viaductos de acceso	Conjunto de actividades de edificación destinadas a salvar un obstáculo físico.	D.S. N° 029-94-EM, Reglamento de protección ambiental	Ordinal/Razón	Cumple/no cumple	Varios

2. Matriz de consistencia

Título de la investigación	Pregunta de investigación	Objetivos de la Investigación	Hipótesis (cuando corresponda)	Tipo y diseño de estudio	Población de estudio y procesamiento de datos	Instrumento de recolección
<p>EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS AMBIENTALES DEL AIRE EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE NANAY, IQUITOS – LORETO - 2022.</p>	<p>¿Es posible conocer y relacionar la calidad de los parametros ambientales del Aire con la construcción del Puente Nanay, Iquitos?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL : Determinar los niveles de calidad ambiental del agua del río Nanay entorno a la Construcción del Puente Nanay y sus viaductos de acceso.</p>	<p>H₀: La calidad de los parámetros ambientales del aire en la construcción del puente Nanay del 2018 al 2021 no cumplen los estándares de calidad ambiental según el DS N°004-2017 MINAM. H₁: La calidad de los parámetros ambientales del aire en la construcción del puente Nanay del 2018 al 2021 cumplen los estándares de calidad ambiental según el DS N°004-2017 MINAM.</p>	<p>Tipo observacional, analítico, retrospectivo, prospectivo y longitudinal</p>	<p>Calidad de las Aguas superficiales del río Nanay</p>	<p>Monitoreo mensuales y analítica de la calidad del agua en río Nanay</p>
		<p>OBJETIVOS ESPECIFICOS : 1. Sistematizar la información de los monitoreos ambientales del aire en la construcción del Puente Nanay.</p>		<p>Diseño descriptivo, explicativo</p>	<p>Los datos serán procesados en Software Excel y la estadística básica será de tendencia central.</p>	
		<p>2. Analizar la información de los monitoreos de calidad del aire del 2018 – 2021 en la construcción del Puente Nanay.</p>				
		<p>3. Evaluar los resultados de los monitoreos y mediciones de la calidad de los parámetros ambientales del aire y comparar con los Estándares de Calidad Ambiental que regulen los parámetros medidos entorno a la construcción de Puentes en el País.</p>				