



**UNIVERSIDAD ANDINA**

**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**DOCTORADO EN CIENCIAS E INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL**



**VARIACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE CAUSADA POR  
ACTIVIDADES DE MEJORAMIENTO Y CONSERVACIÓN  
VIAL EN LA RUTA DESVIÓ LIMBANI PHARA**

**TESIS PRESENTADA POR:**

**OLIVER FERNANDO CONDORI ILAQUITA**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE  
DOCTOR EN CIENCIAS E INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL**

**JULIACA – PERÚ**

**2025**



**UNIVERSIDAD ANDINA**  
**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**DOCTORADO EN CIENCIAS E INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL**

**VARIACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE CAUSADA POR  
ACTIVIDADES DE MEJORAMIENTO Y CONSERVACIÓN  
VIAL EN LA RUTA DESVIÓ LIMBANI PHARA**

**TESIS PRESENTADA POR:**

**OLIVER FERNANDO CONDORI ILAQUITA**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE  
DOCTOR EN CIENCIAS E INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL**

**APROBADA POR:**


**PRESIDENTE**

:   
Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA

**PRIMER MIEMBRO**

:   
Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

**SEGUNDO MIEMBRO**

:   
Dr. LEOPOLDO WENCESLAO CONDORI CARI

**ASESOR**

:   
Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

: CONTAMINACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL – P67.



**UNIVERSIDAD ANDINA**  
**"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"**  
**ESCUELA DE POSGRADO**



**RESOLUCIÓN DIRECTORAL N°066-2025-D-EPG-UANCV/J**

Lunes, 05 de mayo del 2025

**VISTOS:**

El expediente N° 2024-11452 presentado por el (a) Mgtr. **CONDORI ILAQUITA OLIVER FERNANDO**, con número de DNI. **48144193** y con número de matrícula **1910101046**, del **DOCTORADO** en **CIENCIAS E INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL** ciencias e ingeniería civil ambiental, de la Escuela de Posgrado de la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" de la Sede Central Juliaca.

**CONSIDERANDO:**

**Que**, el (a) Mgtr. **CONDORI ILAQUITA OLIVER FERNANDO**, con número de DNI. **48144193**, asignado (a) con número de matrícula **1910101046**, del **DOCTORADO** en **CIENCIAS E INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL** de la Escuela de Posgrado, ha solicitado fecha, hora y modalidad de sustentación, de la Tesis titulada: **VARIACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE CAUSADA POR ACTIVIDADES DE MEJORAMIENTO Y CONSERVACIÓN VIAL EN LA RUTA DESVIÓ LIMBANI PHARA** La misma que pertenece a la Línea de Investigación: **CONTAMINACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL - P67** y;

**Que**, el (a) referido (a) Dictamen de Tesis aprobado por los jurados el 20 de agosto del 2024, **Establece** la fecha de sustentación; habiendo para el efecto cumplido los requisitos establecidos en el reglamento para la Obtención del Grado Académico de Magíster/Maestro y Doctor de la Escuela de Posgrado de la UANCV;

**Que**, en el Artículo 66 del Reglamento General de la Escuela de Posgrado de la UANCV, establece que la sustentación de Tesis de Postgrado es un trabajo de investigación original y crítico, de actualidad y de alto valor científico;

En uso de las atribuciones conferidas a la Dirección en el inciso "J" del artículo 17° del Reglamento General de la Escuela de Posgrado, y el Art. 76 del Estatuto Universitario;

**SE RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO. – DECLARAR EXPEDITO** para la Sustentación de la Tesis titulado: **VARIACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE CAUSADA POR ACTIVIDADES DE MEJORAMIENTO Y CONSERVACIÓN VIAL EN LA RUTA DESVIÓ LIMBANI PHARA** Elaborado por el (la) Mgtr. **CONDORI ILAQUITA OLIVER FERNANDO**. Integrado por los siguientes docentes:

Presidente del Jurado	:	Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
Miembro del Jurado	:	Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
Miembro del Jurado	:	Dr. LEOPOLDO WENCESLAO CONDORI CARI
Asesor de Tesis	:	Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

**ARTÍCULO SEGUNDO. -** El proceso de la Sustentación de la Tesis en mención, se llevará a cabo:

Fecha	:	<b>Viernes 09 de mayo del 2025</b>
Hora	:	<b>10:00 a.m.</b>
Lugar	:	<b>Aula N° 310 EPG - UANCV - JULIACA</b>

A cuya finalización el Jurado registrará los resultados en el Libro de Actas de Sustentación de Tesis de Doctorado con el grado de **DOCTOR** aprobado en la ley Universitaria N° **30220**.

**ARTÍCULO TERCERO. -** Elévese la presente Resolución al Rectorado, Vicerectorado Académico, Vicerectorado Administrativo y Oficina del Órgano de Inspección y Control para conocimiento.

Regístrese, comuníquese y Archívese.

Dr. Javier Antonio Quispe Zapana  
DIRECTOR (e)



### RESOLUCIÓN DIRECTORAL N°1157-2024-USA-EPG/UANCV

Juliaca, 14 Agosto del 2024

#### VISTOS:

El expediente N°. 08765, Presentado por el (a) Mgtr. **OLIVER FERNANDO CONDORI ILAQUITA**, con número de DNI **48144193** y con Código de matrícula N° **1910101046**, quien solicita cambio del segundo miembro del jurado del Comité de Investigación del Proyecto de Tesis titulado: **VARIACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE CAUSADA POR ACTIVIDADES DE MEJORAMIENTO Y CONSERVACIÓN VIAL EN LA RUTA DESVIÓ LIMBANI PHARA** Líneas de Investigación: **CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL – P67** Para optar el Grado Académico de **DOCTOR en CIENCIAS E INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL** de la Escuela de Posgrado de la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez", Sede Central Juliaca.

#### CONSIDERANDO:

Que, mediante expediente No. 08765, el Mgtr. **OLIVER FERNANDO CONDORI ILAQUITA**, solicita el cambio del segundo miembro del jurado del Comité de Investigación aprobado con Resolución Directoral N.º 482-2023-USA-EPG/UANCV, de fecha 30 de junio del 2023, en el que se le asignó como segundo miembro al Dr. Cesar Julio Larico Mamani, el mismo que se cambia por indisponibilidad de tiempo.

Que, el referido Dictamen de Tesis fue aprobado por los jurados el 16 de junio del 2023, registrado en el Folio N° 000737 del Libro de Registro de Proyectos de Investigación de Maestría, establece que se encuentra apto para ser desarrollado a lo establecido en el reglamento de Grado de Investigación conducente al Grado Académico de Magister/Maestro y Doctor de la Escuela de Posgrado de la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" de Juliaca;

Que, en el Reglamento General de la escuela de Posgrado de la UANCV, establece que la sustentación de Tesis de Posgrado es un trabajo de investigación original y crítico de actualidad y de alto valor científico.

En uso de las atribuciones conferidas a la Dirección en el inciso "j" del artículo 17 del Reglamento General de la Escuela de Posgrado, y el Art. 76 del Estatuto Universitario;

#### SE RESUELVE:

**PRIMERO.- ACEPTAR EL CAMBIO DEL SEGUNDO MIEMBRO DEL JURADO** para su revisión de la Tesis titulada: **VARIACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE CAUSADA POR ACTIVIDADES DE MEJORAMIENTO Y CONSERVACIÓN VIAL EN LA RUTA DESVIÓ LIMBANI PHARA** presentado por el (a) Mgtr. **OLIVER FERNANDO CONDORI ILAQUITA**, del Doctorado en: **CIENCIAS E INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**, conformado por los siguientes docentes:

Presidente	: Dr. <b>OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA</b>
Primer Miembro	: Dr. <b>EFRAIN PARILLO SOSA</b>
Segundo Miembro	: Dr. <b>LEOPOLDO WENCESLAO CONDORI CARI</b>
Asesor	: Dr. <b>LEONEL SUASACA PELINCO</b>

**SEGUNDO- AUTORIZAR** el desarrollo de Tesis, de acuerdo al Reglamento de Investigación conducente al Grado Académico de **DOCTOR** de la Escuela de Posgrado de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez.

**TERCERO.- ELEVAR** al Rectorado, Vicerrectorado Académico, Vicerrectorado Administrativo y Oficina del Órgano de Inspección y Control para conocimiento, así como a la Oficina de Economía, para cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese y Archívese,



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
ESCUELA DE POSGRADO

Dr. Leopoldo Wenceslao Condori Cari  
DIRECTOR (e)

Cc /CARGO (01)  
ARCHIVO EPG – 2024 (01)  
INTERESADO (01)  
LWCC@WRCH



RESOLUCION DIRECTORAL N° 482-2023-USA-EPG/UANCV

Juliaca, 30 de Junio del 2023.

**VISTOS:**

El expediente N° 2023 - 05355, de fecha 19 de junio de 2023 , presentado por el (la) Mgtr. **OLIVER FERNANDO CONDORI ILAQUITA** con DNI N° 48144193, código de matrícula 1910101046, quien solicita resolución de aprobación de proyecto de tesis titulado **VARIACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE CAUSADA POR ACTIVIDADES DE MEJORAMIENTO Y CONSERVACIÓN VIAL EN LA RUTA DESVIÓ LIMBANI PHARA** Línea de investigación **CONTAMINACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL – P67** para optar el grado académico de **DOCTOR** la Escuela de Posgrado de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de la Sede de Juliaca.

**CONSIDERANDO:**

Que, en el Reglamento General de la Escuela de Posgrado de la UANCV, establece que la sustentación de tesis de Posgrado es un trabajo de investigación original y crítico de actualidad de alto valor científico.

Que, según Resolución N° 0555-2019-UANCV-CU-R, de fecha 08 de noviembre del 2019, se aprueba el Reglamento para la obtención del grado académico de Magister, Maestro, Doctor y Titulación de los Programas de Segunda Especialidad Profesional de la Escuela de Posgrado.

Que, el **Art. 17**, establece que la aprobación del proyecto de investigación de tesis para la obtención de grados académicos de Magister, Maestro, Doctor se inicia con la presentación del proyecto de investigación de tesis según corresponda, en forma individual y conforme a las recomendaciones de la Escuela de Posgrado y estándares de la investigación científica, tecnológica y humanística.

Que, en el **Art.60**, señala que la fecha límite para la presentación del borrador de tesis es de 02 años contados desde la emisión de la resolución de aprobación del proyecto de tesis, vencido el plazo máximo el candidato a Magister, Maestro o Doctor deberá presentar un nuevo proyecto de investigación de tesis.

Que, el **Art. 21**, establece que el Director de la Escuela de Posgrado y el Director de la Unidad de Investigación de la Escuela de Posgrado, nominarán por sorteo a 03 docentes miembros del comité de investigación.

Que, mediante oficio circular N° 299- 2023-USA-EPG/UANCV-J, de fecha 24 de mayo del 2023, se nombra al Comité de Investigación del proyecto de tesis conformado por los siguientes docentes:

Presidente	: Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
Primer Miembro	: Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
Segundo Miembro	: Dr. CESAR JULIO LARICO MAMANI
Asesor	: Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

Que, con registro N° 000737, de fecha 16 de junio del 2023, el Comité de Investigación del proyecto de tesis titulado: **VARIACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE CAUSADA POR ACTIVIDADES DE MEJORAMIENTO Y CONSERVACIÓN VIAL EN LA RUTA DESVIÓ LIMBANI PHARA** presentado por el (la) Mgtr. **OLIVER FERNANDO CONDORI ILAQUITA** cumple con los lineamientos y contenidos establecidos en reglamento de grado de investigación conducentes al grado académico de Magister/Maestro y Doctor de la Escuela de Posgrado de la UANCV.

En uso de las atribuciones conferidas a la Dirección en el inciso "j" del artículo 17 del Reglamento General de la Escuela de Posgrado y en el artículo 76 del Estatuto Universitario;

**SE RESUELVE:**

**PRIMERO: APROBAR**, el Proyecto de investigación de Tesis de **DOCTORADO** y **AUTORIZAR** el desarrollo de la Tesis, titulado: **VARIACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE CAUSADA POR ACTIVIDADES DE MEJORAMIENTO Y CONSERVACIÓN VIAL EN LA RUTA DESVIÓ LIMBANI PHARA** presentado por el (la) Mgtr. **OLIVER FERNANDO CONDORI ILAQUITA** para obtener el grado académico de **DOCTOR** en: **CIENCIAS E INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL** de la UANCV.

**SEGUNDO: ELEVAR** al Rectorado, Vicerrectorado Académico, Vicerrectorado Administrativo, Vicerrectorado de Investigación, Oficina del Órgano de Inspección y Control para conocimiento y cumplimiento de la presente resolución.

Regístrese, Comuníquese y Archívese



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
ESCUELA DE POSGRADO

.....  
Dr. **Leopoldo Francisco Condori-Cari**  
DIRECTOR (e)



UNIVERSIDAD ANDINA  
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

.....  
Mgtr. **OSCAR PLUMA PUMA**  
SECRETARIO ACADÉMICO

c.c/CARGO (01)  
ARCHIVO EPG-2023 (01)  
INTERESADO (01)  
LWCC/VCH



## VARIACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE CAUSADA POR ACTIVIDADES DE MEJORAMIENTO Y CONSERVACIÓN VIAL EN LA RUTA DESVIÓ LIMBANI PHARA

### INFORME DE ORIGINALIDAD

22%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

18%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

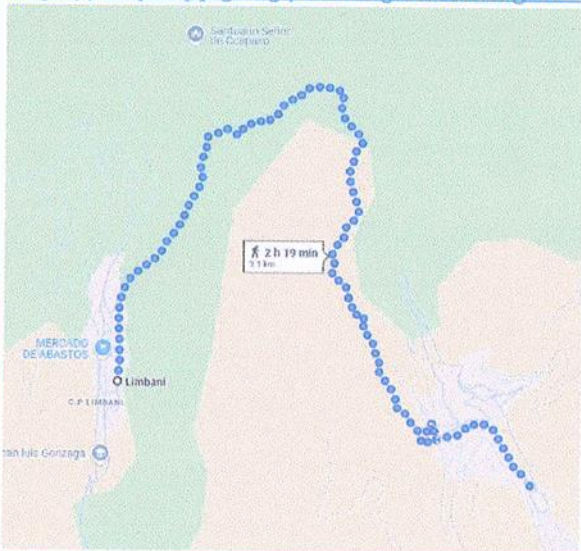
1	<a href="http://ciencialatina.org">ciencialatina.org</a> Fuente de Internet	2%
2	<a href="http://cdn.www.gob.pe">cdn.www.gob.pe</a> Fuente de Internet	2%
3	<a href="http://www.dof.gob.mx">www.dof.gob.mx</a> Fuente de Internet	1%
4	GESTION ESPECIALIZADA EN HIGIENE, SEGURIDAD INDUSTRIAL Y MEDIO AMBIENTE S.A.C. - GEHSIMA S.A.C.. "DAA para la Planta de Fabricación de Productos Farmacéuticos y el Almacén Central, las Oficinas Administrativas y el Local Comercial-IGA0012402", R.D. N° 388-2019-PRODUCE/DVMYPE-I/DGAAMI, 2020 Publicación	1%
5	<a href="http://repositorio.unfv.edu.pe">repositorio.unfv.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%



## Metadatos complementarios - UANCV

TITULO	
VARIACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE CAUSADA POR ACTIVIDADES DE MEJORAMIENTO Y CONSERVACIÓN VIAL EN LA RUTA DESVIÓ LIMBANI PHARA	
<b>Datos de autor</b>	
Nombres y Apellidos	OLIVER FERNANDO CONDORI ILAQUITA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	48144193
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0002-9945-2079">https://orcid.org/0000-0002-9945-2079</a>
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	40865558
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0001-6657-665X">https://orcid.org/0000-0001-6657-665X</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres Y Apellidos	OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02371550
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0009-0005-6613-6925">https://orcid.org/0009-0005-6613-6925</a>
<b>Miembro del jurado 1</b>	
Nombres Y Apellidos	EFRAIN PARILLO SOSA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02416058
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0001-7567-039X">https://orcid.org/0000-0001-7567-039X</a>



Miembro del jurado 2	
Nombres Y Apellidos	LEOPOLDO WENCESLAO CONDORI CARI
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02389341
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0003-2372-6720">https://orcid.org/0000-0003-2372-6720</a>
Datos de investigación	
Línea de investigación	CONTAMINACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL - P67
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	<p><b>Dirección:</b> RUTA DESVIÓ LIMBANI PHARA  <b>País:</b> Perú  <b>Departamento:</b> Puno  <b>Provincia:</b> Sandia  <b>Distrito:</b> Limbani - Phara            -14.15719, -69.65663  <a href="https://maps.app.goo.gl/UMm3gvWXAdZAgE1C8">https://maps.app.goo.gl/UMm3gvWXAdZAgE1C8</a></p> 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Junio 2023 - Mayo 2025
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería civil <a href="https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html">https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html</a> - Librería <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00</a> Ingeniería de la construcción <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03</a>



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
 ESCUELA DE POSTGRADO  
  
 Dr. Roberto Amílcar Bolaños Calderón  
 DIRECTOR  
 DE INVESTIGACIÓN - EPG



### DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo OLIVER FERNANDO CONDORI ILAQUITA, identificado con DNI Nro. 48144193 en mi condición de egresado de:

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

CIENCIAS E INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL

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

VARIACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE CAUSADA POR ACTIVIDADES DE MEJORAMIENTO Y CONSERVACIÓN VIAL EN LARUTA DESVIÓ LIMBANI PHARA

Asesorado por: Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

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 04 de JULIO del 2025\_

  
Firma del Asesor (Obligatoria)

  
FIRMA (Obligatoria)

  
Huella



## DEDICATORIA

La presente investigación está dedicado a toda mi familia, especialmente a mi padre Emilio Condori Paricahua, a mi madre Hilda Ilaquita Suca, a mis hermanas Liz Alesandra Condori Ilaquita y Nadine Hilda Condori Ilaquita, por su apoyo y comprensión inquebrantable durante mi desarrollo académico y a lo largo de mi existencia.



## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradezco a mi familia y a Dios por haber escuchado las súplicas y por haberme otorgado protección y favores tanto a mí como a la unidad familiar.

Así mismo agradezco a los educadores, asesor, evaluadores encargados de analizar mis esfuerzos de investigación y a la estimada Escuela de Posgrado de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez por brindar la plataforma para enriquecer nuestra perspicacia y prepararnos para un entorno caracterizado por la competitividad y la excelencia académica.

Finalmente, agradezco a la entidad supervisora, el Consorcio Conservador Puno I, Consorcio Vial 67, y su visión profesional colectiva son apreciados por la provisión de los recursos y el apoyo logístico esenciales para la experimentación y la adquisición de datos.



**ÍNDICE**

DEDICATORIA .....I

AGRADECIMIENTO .....II

ÍNDICE .....III

ÍNDICE DE TABLAS .....VIII

ÍNDICE DE FIGURAS .....X

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS .....XII

RESUMEN .....XIV

ABSTRACT .....XV

INTRODUCCIÓN .....XVI

Contenido

**CAPITULO I**

**PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

1.1. Análisis de la Situación Problemática ..... 1

1.2. Formulación del Planteamiento del Problema ..... 2

    1.2.1. Problema General ..... 2

    1.2.2. Problemas Específicos ..... 2

1.3. Exposición de la Justificación ..... 3

    1.3.1. Justificación Técnica ..... 3

    1.3.2. Justificación Económica ..... 4

    1.3.3. Justificación Ambiental ..... 6

    1.3.4. Justificación Social ..... 7

1.4. Objetivos ..... 8

    1.4.1. Objetivo General ..... 8

    1.4.2. Objetivos Específicos ..... 8

1.5. Importancia y Alcance de la Investigación ..... 9

1.6. Limitaciones y Delimitaciones de la Investigación ..... 9

1.7. Hipótesis ..... 10



1.7.1.	Hipótesis General.....	10
1.7.2.	Hipótesis Específicas .....	10
1.8.	Variables e Indicadores .....	10
1.8.1.	Variable Dependiente .....	10
1.8.2.	Variable Independiente.....	11
1.8.3.	Variable Interviniente.....	11
1.8.4.	Operacionalización de las Variables.....	12

## CAPITULO II

### MARCO TEORICO

2.1.	Antecedentes de Estudio.....	13
2.1.1.	Antecedentes Internacionales .....	13
2.1.2.	Antecedentes Nacionales.....	16
2.1.3.	Antecedentes Regionales.....	18
2.2.	Base Teórica .....	20
2.2.1.	Enfoques Teóricos de las Variables Dependientes.....	20
2.2.1.1.	Estándares de Calidad Ambiental. ....	20
2.2.1.2.	Estándares de Calidad Ambiental del Aire.....	22
2.2.1.3.	Material Particulado con Diámetro Menor a 10 Micras.....	27
2.2.1.4.	Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> ).....	28
2.2.1.5.	Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> ). ....	29
2.2.1.6.	Monóxido de Carbono (CO). ....	30
2.2.1.7.	Estándares de Calidad del Ruido. ....	32
2.2.1.8.	Nivel de Presión Sonora Continuo con Ponderación A.....	35
2.2.2.	Enfoques Teóricos de las Variables Independientes .....	36
2.2.2.1.	Conservación Vial. ....	36
2.2.2.2.	Niveles de Intervención en la Conservación Vial. ....	37
2.2.2.3.	Conservación Rutinario. ....	38



2.2.2.4.	Conservación Periódico o Correctivo.....	40
2.2.2.5.	Mantenimiento de Emergencia o Rehabilitación.....	42
2.2.2.6.	Mejoramiento. ....	43
2.3.	Marco Conceptual .....	44
2.3.1.	Pavimento .....	44
2.3.2.	Tipos de Pavimentos.....	45
2.3.2.1.	Pavimento Rígido. ....	47
2.3.2.2.	Pavimento Flexible. ....	47
2.3.2.3.	Pavimento Mixto.....	48
2.3.3.	Ciclo de Vida de un Pavimento.....	49
2.3.3.1.	Etapa de Diseño.....	49
2.3.3.2.	Etapa de Construcción. ....	50
2.3.3.3.	Etapa de Mantenimiento.....	51

## CAPITULO III

### METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

3.1.	Métodos Aplicados en la Investigación.....	53
3.1.1.	Método General.....	53
3.1.2.	Método Especifico .....	53
3.2.	Tipo de Investigación.....	53
3.3.	Nivel de Investigación.....	54
3.4.	Diseño de la Investigación.....	54
3.5.	Enfoque de la Investigación.....	55
3.6.	Población y Muestra .....	55
3.6.1.	Población de Estudio.....	55
3.6.2.	Muestra de Estudio .....	56
3.7.	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Informacion .....	56
3.7.1.	Técnicas de Investigación. ....	56



- 3.7.1.1. Determinación de Parámetros de Calidad de Aire ..... 57
- 3.7.1.2. Determinación de Parámetros de Calidad de Ruido ..... 58
- 3.7.2. Instrumentos de Investigación ..... 58
  - 3.7.2.1. Instrumentos de Parámetros de Calidad de Aire ..... 58
  - 3.7.2.2. Instrumentos de Parámetros de Calidad de Ruido ..... 60
- 3.8. Valides y Confiabilidad del Instrumento de Investigación ..... 61
  - 3.8.1. Validación de los Instrumentos ..... 61
  - 3.8.2. Confiabilidad de los Instrumentos ..... 61
- 3.9. Diseño de la Estrategia para la Prueba de Hipótesis ..... 61

## CAPITULO IV

### RESULTADOS

- 4.1. Presentación, Análisis e Interpretación de los Datos ..... 65
  - 4.1.1. Datos de Monitoreo Ambiental en Mejoramiento ..... 65
    - 4.1.1.1. Monitoreo de Calidad de Aire ..... 66
    - 4.1.1.2. Monitoreo de Ruido Ambiental ..... 69
  - 4.1.2. Datos de Monitoreo Ambiental en Conservación ..... 74
    - 4.1.2.1. Monitoreo de Calidad de Aire ..... 75
    - 4.1.2.2. Monitoreo de Ruido Ambiental ..... 77
- 4.2. Proceso de la Prueba de Hipótesis ..... 80
  - 4.2.1. Prueba de Hipótesis para SO<sub>2</sub> ..... 81
  - 4.2.2. Prueba de Hipótesis para PM<sub>10</sub> ..... 83
  - 4.2.3. Prueba de Hipótesis para NO<sub>2</sub> ..... 85
  - 4.2.4. Prueba de Hipótesis para CO ..... 86
  - 4.2.5. Prueba de Hipótesis para LAeqT ..... 88
- 4.3. Discusión de los Resultados ..... 89
  - 4.3.1. Discusión de Resultados de PM 10 ..... 96
  - 4.3.2. Discusión de Resultados de SO<sub>2</sub> ..... 99



4.3.3.	Discusión de Resultados de NO <sub>2</sub> .....	103
4.3.4.	Discusión de Resultados de CO.....	107
4.3.5.	Discusión de Resultados de LAeqT.....	111
4.3.6.	Discusión de Resultados Generales.....	115
4.4.	Aporte Filosófico.....	119
4.5.	Aporte Académico.....	120
4.6.	Aporte Epistemológico.....	122
	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>124</b>
	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>125</b>
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>127</b>
	<b>APÉNDICES Y ANEXOS.....</b>	<b>136</b>



## INDICE DE TABLAS

Tabla N° 01: Operacionalización de las Variables .....	12
Tabla N° 02: Normativas Aprobatorias de los ECAs en el Perú .....	21
Tabla N° 03: Estándares de Calidad Ambiental para el Aire en el Perú .....	22
Tabla N° 04: Directrices de Calidad del Aire y Metas Intermedias – OMS .....	23
Tabla N° 05: Valores Limites en el Aire para la Protección a la Salud .....	24
Tabla N° 06: Índice Aire y Salud para PM10 .....	25
Tabla N° 07: Índice Aire y Salud para Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> ) .....	26
Tabla N° 08: Índice Aire y Salud para Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> ) .....	26
Tabla N° 09: Índice Aire y Salud para el Monóxido de Carbono (CO) .....	26
Tabla N° 10: Distribución de Síntomas y Signos por Exposición al CO .....	31
Tabla N° 11: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido .....	32
Tabla N° 12: Valores Limite de Ruido Recomendados por la OMS .....	33
Tabla N° 13: Tiempo de Exposición Permitido para Niveles de Ruido .....	33
Tabla N° 14: Límites Máximos Permisibles .....	35
Tabla N° 15: Técnicas para Determinar Parámetros de Aire .....	57
Tabla N° 16: Técnicas para Determinar Parámetros de Ruido .....	58
Tabla N° 17: Instrumentos para Determinar Parámetros de Aire .....	58
Tabla N° 18: Informacion del Flujometro de Aire .....	59
Tabla N° 19: Informacion del Tren de Muestreo de Gases .....	59
Tabla N° 20: Muestreador de Partículas de Alto Volumen (HIVOL) .....	59
Tabla N° 21: Instrumento para Determinar el Ruido Ambiental .....	60
Tabla N° 22: Informacion del Sonómetro Clase 1 .....	60
Tabla N° 23: Informacion del Calibrador Acústico .....	60
Tabla N° 24: Primer Monitoreo Ambiental de Aire en Mejoramiento .....	66
Tabla N° 25: Segundo Monitoreo Ambiental de Aire en Mejoramiento .....	67
Tabla N° 26: Tercer Monitoreo Ambiental de Aire en Mejoramiento .....	68



Tabla N° 27: Cuarto Monitoreo Ambiental de Aire en Mejoramiento .....	68
Tabla N° 28: Primer Monitoreo de Ruido en Mejoramiento .....	70
Tabla N° 29: Segundo Monitoreo de Ruido en Mejoramiento .....	71
Tabla N° 30: Tercer Monitoreo de Ruido en Mejoramiento .....	72
Tabla N° 31: Cuarto Monitoreo de Ruido en Mejoramiento .....	73
Tabla N° 32: Conservación Rutinaria Antes del Mejoramiento (CRAME) .....	74
Tabla N° 33: Conservación Rutinaria Después del Mejoramiento (CRDME) .....	75
Tabla N° 34: Primer Monitoreo Ambiental de Aire en Conservación .....	76
Tabla N° 35: Segundo Monitoreo Ambiental de Aire en Conservación .....	77
Tabla N° 36: Primer Monitoreo de Ruido en Conservación .....	78
Tabla N° 37: Segundo Monitoreo de Ruido en Conservación .....	79
Tabla N° 38: Tabla de Distribución T - STUDENT.....	80
Tabla N° 39: Contrastación Unilateral T-STUDENT de SO <sub>2</sub> .....	81
Tabla N° 40: Contrastación Unilateral T-STUDENT de PM <sub>10</sub> .....	83
Tabla N° 41: Contrastación Unilateral T-STUDENT del NO <sub>2</sub> .....	85
Tabla N° 42: Contrastación Unilateral T-STUDENT del CO .....	86
Tabla N° 43: Contrastación Unilateral T-STUDENT del LAeqT .....	88
Tabla N° 44: Resumen de Kilómetros de Mejoramiento Entregados .....	91
Tabla N° 45: Calidad del Aire en Ruta 05 y Ruta 06 en Mejoramiento .....	92
Tabla N° 46: Calidad del Aire en Ruta 05 y Ruta 06 en Conservación .....	93
Tabla N° 47: Ruido Ambiental en Ruta 05 y Ruta 06 en Mejoramiento .....	94
Tabla N° 48: Ruido Ambiental en Ruta 05 y Ruta 06 en Conservación .....	95



### INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Red Vial Nacional Pavimentada y No Pavimentada .....	37
Figura N° 2: Esquema del Ciclo de Vida de un Pavimento y Conservación .....	38
Figura N° 3: Conservación Rutinaria o Preventiva .....	39
Figura N° 4: Conservación Periódico o Correctivo .....	41
Figura N° 5: Mantenimiento de Emergencia o Rehabilitación .....	43
Figura N° 6: Estructura por Tipo de Pavimentos .....	45
Figura N° 7: Componentes de un Pavimento en una Vía a Media Ladera .....	45
Figura N° 8: Tipos de Pavimentos .....	46
Figura N° 9: Pavimento Adoquinado .....	46
Figura N° 10: Pavimento Rígido .....	47
Figura N° 11: Pavimento Flexible .....	48
Figura N° 12: Pavimento Mixto .....	49
Figura N° 13: Ciclo de un Proyecto Vial .....	49
Figura N° 14: Diagrama de Diseño de un Pavimento .....	50
Figura N° 15: Sección de la Construcción de un Pavimento .....	51
Figura N° 16: Red Vial Nacional Pavimentada y No Pavimentada .....	56
Figura N° 17: Representación del Nivel de Significancia .....	62
Figura N° 18: Aceptación o Rechazo de Hipótesis .....	63
Figura N° 19: Curva de Aceptación de SO <sub>2</sub> .....	83
Figura N° 20: Curva de Aceptación de PM <sub>10</sub> .....	84
Figura N° 21: Curva de Aceptación de NO <sub>2</sub> .....	86
Figura N° 22: Curva de Aceptación de CO .....	87
Figura N° 23: Curva de Aceptación de LAeqT .....	89
Figura N° 24: Identificación de Ruta 05 y Ruta 06 .....	90
Figura N° 25: Resultado de Material Particulado PM <sub>10</sub> - Mejoramiento .....	96
Figura N° 26: Resultado de Material Particulado PM <sub>10</sub> - Conservación .....	98



Figura N° 27: Resultado de Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> ) en Mejoramiento .....	100
Figura N° 28: Resultado de Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> ) en Conservación .....	102
Figura N° 29: Resultado de Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> ) en Mejoramiento .....	104
Figura N° 30: Resultado de Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> ) en Conservación .....	106
Figura N° 31: Resultado de Monóxido de Carbono (CO) en Mejoramiento .....	108
Figura N° 32: Resultado de Monóxido de Carbono (CO) en Conservación .....	110
Figura N° 33: Resultado de Ruido Ambiental Diurno en Mejoramiento .....	113
Figura N° 34: Resultado de Ruido Ambiental Diurno en Conservación .....	114



## INDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografía N° 01: 1ra Estación de Calidad de Aire (CA-01) – Mejoramiento.....	150
Fotografía N° 02: 1ra Estación de Calidad de Aire (CA-02) – Mejoramiento.....	150
Fotografía N° 03: 1ra Estación de Ruido Ambiental (RA-01) - Mejoramiento.....	150
Fotografía N° 04: 1ra Estación de Ruido Ambiental (RA-02) - Mejoramiento.....	150
Fotografía N° 05: 1ra Estación de Ruido Ambiental (RA-05) - Mejoramiento.....	150
Fotografía N° 06: 1ra Estación de Ruido Ambiental (RA-06) - Mejoramiento.....	150
Fotografía N° 07: 1ra Estación de Calidad de Aire (CA-01) – Conservación.....	151
Fotografía N° 08: 1ra Estación de Calidad de Aire (CA-01) – Conservación.....	151
Fotografía N° 09: 1ra Estación de Ruido Ambiental (RA-01) - Conservación.....	151
Fotografía N° 10: 1ra Estación de Ruido Ambiental (RA-02) - Conservación.....	151
Fotografía N° 11: 1ra Estación de Ruido Ambiental (RA-05) – Conservación.....	151
Fotografía N° 12: 1ra Estación de Ruido Ambiental (RA-05) - Conservación.....	151
Fotografía N° 13: 2da Estación de Calidad de Aire (CA-01) – Mejoramiento.....	151
Fotografía N° 14: 2da Estación de Calidad de Aire (CA-02) – Mejoramiento.....	151
Fotografía N° 15: 2da Estación de Ruido Ambiental (RA-01) - Mejoramiento.....	152
Fotografía N° 16: 2da Estación de Ruido Ambiental (RA-02) - Mejoramiento.....	152
Fotografía N° 17: 2da Estación de Calidad de Aire (CA-01) – Conservación.....	152
Fotografía N° 18: 2da Estación de Calidad de Aire (CA-01) – Conservación.....	152
Fotografía N° 19: 2da Estación de Ruido Ambiental (RA-01) - Conservación.....	152
Fotografía N° 20: 2da Estación de Ruido Ambiental (RA-02) - Conservación.....	152
Fotografía N° 21: 2da Estación de Ruido Ambiental (RA-07) - Conservación.....	152
Fotografía N° 22: 2da Estación de Ruido Ambiental (RA-08) - Conservación.....	152
Fotografía N° 23: 3ra Estación de Calidad de Aire (CA-01) – Mejoramiento.....	153
Fotografía N° 24: 3ra Estación de Calidad de Aire (CA-02) – Mejoramiento.....	153
Fotografía N° 25: 3ra Estación de Ruido Ambiental (RA-07) - Mejoramiento.....	153
Fotografía N° 26: 3ra Estación de Ruido Ambiental (RA-08) - Mejoramiento.....	153



Fotografía N° 27: 4ta Estación de Calidad de Aire (CA-01) – Mejoramiento.....	153
Fotografía N° 28: 4ta Estación de Calidad de Aire (CA-02) – Mejoramiento.....	153
Fotografía N° 29: 4ta Estación de Ruido Ambiental (RA-05) - Mejoramiento.....	153
Fotografía N° 30: 4ta Estación de Ruido Ambiental (RA-06) - Mejoramiento.....	153



## RESUMEN

La infraestructura vial contribuye al desarrollo socioeconómico de una nación, tanto en términos de impactos sociales y ambientales positivos como negativos. Así, el objetivo de esta investigación es establecer la variación en la concentración de contaminantes del aire y niveles de ruido ambiental atribuibles a las actividades de mantenimiento y rehabilitación de la carretera Desvió Limbani Phara.

Con una metodología de tipo aplicada-descriptiva, así como un nivel exploratorio-descriptivo en un diseño experimental y enfoque de métodos mixtos, el investigador recopiló información mediante el Monitoreo Ambiental de contaminación del aire y ruido en la zona, midiendo la concentración de PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y LAeqT. No se superaron los Estándares de Calidad Ambiental (ECAS) de Perú.

En conclusión, los niveles de emisión de PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y LAeqT, durante la realización de trabajos de mantenimiento y conservación de la carretera, son compatibles con los límites legislados de la zona para la República del Perú; en contraste, las emisiones no cumplen con las recomendaciones de México y la OMS, lo que llama a las Secretarías de Ambientales de México y Perú a revisar los estándares de calidad del aire y cumplir plenamente con las directrices de la OMS para reducir los impactos adversos en la salud y el medio ambiente.

**Palabras Clave:** Variación; Calidad; Ambiental; Mejoramiento; Conservación.



## ABSTRACT

Road infrastructure contributes to the socio-economic development of a nation, both in terms of positive and negative social and environmental impacts. Thus, the objective of this research is to establish the variation in the concentration of air pollutants and environmental noise levels attributable to maintenance and rehabilitation activities of the Desvió Limbani Phara road.

With an applied-descriptive methodology, as well as an exploratory-descriptive level in an experimental design and mixed methods approach, the researcher collected information through the Environmental Monitoring of air pollution and noise in the area, measuring the concentration of PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO and LAeqT. Peru's Environmental Quality Standards (ECAS) were not exceeded.

In conclusion, the emission levels of PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO and LAeqT during road maintenance and maintenance work are compatible with the area limits legislated for the Republic of Peru; in contrast, emissions do not meet the recommendations of Mexico and WHO, calling on the Environmental Secretariats of Mexico and Peru to review air quality standards and fully comply with WHO guidelines to reduce adverse impacts on health and the environment.

**Keywords:** Variation; Quality; Environmental; Improvement; Conservation.



## INTRODUCCIÓN

El análisis y la programación sectorial de la Corporación Andina de Fomento, CAF, (2010), expone que la infraestructura vial de un país, de una región o incluso local, es vital para fomentar el progreso socioeconómico de una nación. Se asignan recursos para la construcción, mantenimiento, y restauración de carreteras,(...) invertidas en infraestructuras se obtendrán resultados esperados en rentabilidad socioeconómica, desarrollo y expansión. Por otro lado, es necesario rescatar lo que expone Kaur & Arosa (2012), "Cualquier proyecto de desarrollo para mejorar la calidad de vida conlleva impactos positivos y negativos." Esto es una clara señal de que al planificar cualquier tipo de obra se requiere prestar atención a los impactos negativos que puedan resultar de esta y de forma contraria, en cierta medida debe proteger su salud y el medio ambiente. Así, la investigación actual aborda la necesidad de realizar un monitoreo ambiental para evaluar la variación de la calidad del aire resultante de las actividades de mantenimiento y conservación de carreteras, evaluando el cumplimiento de los estándares de calidad ambiental establecidos para el resto del país, los límites de México y las directrices de la OMS.

Esta investigación tiene como objetivo investigar la variación en la calidad del aire con respecto a los servicios de mantenimiento de carreteras, lo que puede mejorar la comprensión del calentamiento global, un fenómeno que amenaza la vida en la tierra y requiere acciones urgentes para identificar los factores subyacentes clave dentro de la industria de la construcción. También busca analizar los impactos en la salud pública y las repercusiones ambientales resultantes de la emisión de contaminantes como Material Particulado, Dióxido de Azufre, Dióxido de Nitrógeno, Monóxido de Carbono y ruido durante las actividades de mantenimiento de carreteras. Esto es para permitir la consecución y preservación de la mejora junto con el fomento de un enfoque en la sostenibilidad, incluidos los estudios de impacto ambiental durante la planificación y



ejecución de la mejora, mantenimiento y preservación de carreteras nacionales, departamentales, locales y rurales en nuestro país.

De acuerdo con el Manual de carreteras - Conservación de carreteras, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones enfatiza que invertir en la conservación y mantenimiento de la infraestructura vial es un esfuerzo crítico de inversión que beneficia enormemente a los sectores de producción y servicios de la economía.

La efectividad de cualquier mantenimiento se traduce no solo en la preservación de la integridad vial, sino también en la disminución de los costos operativos para los usuarios, mejorando la competitividad del país. Por tanto, referente a las Obras de infraestructura de transporte y comunicaciones, el Mantenimiento y la conservación de las vías Nacionales, departamentales y locales, resulta tener un impacto determinante en el desarrollo económico de las regiones del Perú, permitiendo así un flujo óptimo del servicio en las diversas actividades económicas. Igualmente, el MTC (2015), Sampedro Rodríguez (2009) y Kaur & Arosa (2012) sostienen que cualquier intención de desarrollo debe buscar la mejora de la calidad de vida, argumentando que todo desarrollo trae consigo efectos tanto favorables como desfavorables; resalta la necesidad de los supervisores y personas que están a cargo de la administración, construcción, la conservación y el mantenimiento, resulta fundamental en estas labores.

Por lo tanto, en cualquier proyecto vial, se debe considerar la ejecución de una ingeniería vial sostenible que evalúe la huella de gases de efecto invernadero (GEI) durante la construcción, operación y conservación de la vía. Se deben considerar los métodos de construcción, los materiales utilizados, y el tráfico posconstrucción. Es imprescindible calcular los factores sociales, económicos, ambientales y técnicos que esto conlleva. Así, el argumento de esta investigación se fundamenta en que el factor ambiental asociado a la obra de construcción, mantenimiento y conservación de vías contamina, lo cual plantea la necesidad de controlar no solo el cumplimiento de los cronogramas de construcción, sino también el respeto a los estándares de calidad ambiental, de tal manera que el cumplimiento de las obras de infraestructura vial no solo permita el desarrollo de las



actividades económicas y un mejor nivel de vida, sino también uno restringido de gases de efecto invernadero.

Esto requiere adoptar sistemas de gestión ambiental más estratégicos y dentro de los márgenes contemporáneos para prevenir daños a la salud, perjudicar al medio ambiente (ecosistemas y biodiversidad), y evitar tener que gastar recursos para reparar los daños por remediación ambiental.



## CAPITULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1. Análisis de la Situación Problemática

La importancia de la infraestructura vial nacional, departamental y local para contribuir al progreso socioeconómico de una nación es notable. En consecuencia, esto requiere que el sector del transporte asigne recursos a la construcción, el mantenimiento y la restauración de las carreteras. Esto se debe a que las iniciativas viales facilitan la integración, la conectividad y la accesibilidad del transporte, las mercancías y varios vehículos a los mercados, así como a los servicios esenciales como la educación y la atención médica.

Del mismo modo, tras años de experiencia práctica, se ha demostrado que la presencia de infraestructura vial es indispensable. Sin embargo, al mismo tiempo, da lugar a una serie de problemas sociales y ambientales que, en muchos casos, se manifiestan como graves o extremadamente graves en los lugares específicos en los que se implementan. Un ejemplo de ello son los resultados adversos derivados del desarrollo de la carretera diagonal de Brasil que se origina en Limerá, ubicada en el kilómetro 153 de la SP-330 y que se extiende a través de la SP-310 hasta el kilómetro 292B (BR-364), lo que ha provocado una deforestación sustancial y la invasión de los territorios indígenas.



La aparición de estos efectos adversos como consecuencia de la construcción, el mantenimiento o la restauración de carreteras no implica que sean desafíos insuperables. Más bien, pueden identificarse, evaluarse y mitigarse eficazmente de manera oportuna para aliviar el impacto en los paisajes locales y en la población residente. El enfoque más ampliamente reconocido para lograr este objetivo es mediante el empleo de la gestión socioambiental como medida preventiva.

Sin embargo, la implementación de un marco de gestión ambiental de este tipo con frecuencia se limita a la documentación teórica, ya que carece del nivel requerido de implementación y de importancia en la aplicación práctica. Por todo ello es que la presente investigación se plantea según el siguiente problema general ¿Cuáles son los estándares de calidad ambiental, generados en los servicios de gestión, mejoramiento y conservación vial?, el mismo que para responder es necesario plantearnos las siguientes interrogantes: ¿Cuánto es la concentración de PM10, SO2, NO2 y CO en el aire, generadas en un servicios de gestión, mejoramiento y conservación vial? y ¿Cuál es el nivel de presión sonora continuo equivalente con ponderación A, producto del ruido generado en un servicio de gestión, mejoramiento y conservación vial?, generadas en un servicio de gestión, mejoramiento y conservación vial de la ruta desvió Limbani Phara.

## **1.2. Formulación del Planteamiento del Problema**

### **1.2.1. Problema General**

¿Cuál es la variación de la calidad del aire, causada por actividades de mejoramiento y conservación vial en la ruta desvió Limbani Phara?

### **1.2.2. Problemas Específicos**

- a) ¿Cuánto es la concentración de PM10 y SO2 en el aire, causada por actividades de mejoramiento y conservación vial en la ruta desvió Limbani Phara?



- b) ¿Cuánto es la concentración de NO<sub>2</sub> y CO en el aire, causada por actividades de mejoramiento y conservación vial en la ruta desvió Limbani Phara?
- c) ¿Cuál es el nivel de presión sonora continuo equivalente con ponderación A diurno (LAeqT) producido por las actividades de Mejoramiento y conservación vial en la ruta desvió Limbani Phara?

## 1.3. Exposición de la Justificación

### 1.3.1. Justificación Técnica

La infraestructura vial sirve como un mecanismo para impulsar el desarrollo de la economía y las condiciones sociales de una población determinada, ya que reduce las desigualdades entre las ciudades que están alejadas del centro geográficamente. Sin mencionar la importancia de contar con infraestructura vial de calidad y cómo se verifica mecánicamente a través de un control de calidad suficiente y determina el lanzamiento de los trabajos de mantenimiento, conservación o reparaciones de una carretera concesionada determinada.

Al tratar el caso de una respuesta más proactiva definiendo objetivos estratégicos, es importante entender otros factores pertinentes. Albrecht Arquer (2012) establece que una administración o gestión efectiva se describe como el uso adecuado de los recursos mínimos posibles hacia la administración de los activos viales para no acelerar una mayor degradación. Esto se debe a que la reparación o rectificación en tales escenarios incurriría en gastos enormes y, además, representaría ramificaciones negativas para los usuarios en el caso de que los objetivos estratégicos de la administración de la gestión vial no se cumplan con éxito, los cuales son: (Albrecht Arquer, 2012)

- Incrementar el nivel de la complacencia del usuario
- Preservación del la propiedad
- Mantenimiento y mejora de carreteras.
- Mayor seguridad



- Optimización de los fondos

En el contexto peruano, existe un déficit sustancial que asciende a alrededor de 6 000 millones de dólares, lo que impone restricciones al progreso potencial de la nación y sus diversas regiones al restringir la interacción entre los mercados locales y los centros de consumo más prósperos, lo que resulta en un aumento de los gastos de transporte, así como en una deficiencia de las ventajas tecnológicas y sanitarias (Vasquez Cordano & Bendezu Medina, 2008).

Según los informes del Ministerio de Transporte (MTC, 2015), se ha establecido un total de 10.000 kilómetros de infraestructura vial desde el año 2011, a pesar de este esfuerzo destinado a reducir el déficit de infraestructura en el país, no deben pasarse por alto las repercusiones en los recursos naturales y el paisaje ecológico de las zonas intervenidas.

El estudio propuesto de esta manera tiene como objetivo determinar las variaciones causadas en el aire por las actividades de mejoramiento y conservación vial en proyectos similares y como este afecta al entorno que lo rodea, durante el tiempo de ejecución del proyecto y que impactos requieren estrategias de mitigación, puesto que es crucial tener en cuenta que la preservación de los recursos y el medio ambiente reviste una importancia significativa para la sostenibilidad de la sociedad, y es competencia de la ingeniería civil diseñar soluciones que contribuyan en la fase de mantenimiento y conservación de un proyecto vial.

### **1.3.2. Justificación Económica**

La región de Puno y nuestra nación, sin lugar a dudas, requieren una infraestructura vial de alta calidad para garantizar el avance de las actividades económicas que se llevan a cabo en cada localidad. Almeida y Guimarães (2014) introducen métricas adicionales para subrayar la importancia de la infraestructura como un catalizador fundamental del progreso social. Estas métricas incluyen el



aumento de la productividad laboral, la disminución de los gastos de transporte, lo que facilita el acceso a los productos y la tecnología, y la mejora de la conectividad física, que fomenta el crecimiento del mercado regional y mejora la difusión de la información.

El MTC, a través del Manual de carreteras – Conservación Vial, establece que la conservación vial es de naturaleza claramente tipificada como gastos ordinarios, aplicados a la necesidad de proporcionar un nivel de servicio operativo optimizado en el concepto económico, que en cualquier caso debe significar una condición de transpirabilidad continua, cómoda y segura y por otro lado, debemos mencionar que el gasto en la conservación de carreteras y caminos se constituye en una actividad estratégica de la que depende la mayor parte de la producción y de los servicios del país, en razón que una conservación adecuada, no solo preserva el patrimonio vial, sino que disminuyen los costos de operación de los usuarios lo que hace más competitivo al país.

Del Manual de Carreteras – Mantenimiento de Carreteras, el MTC define el mantenimiento como “gastos regulares”, refiriéndose a un nivel óptimo de servicio que interactúa con la economía. Es imperativo que este nivel de servicio garantice el mantenimiento de un flujo de tráfico óptimo, continuidad, confort y seguridad. También es crucial entender que las inversiones en preservación, conservación y mantenimiento de carreteras son un aspecto fundamental que impacta la productividad y los sectores de servicios de cualquier economía. Esto se debe a que un mantenimiento efectivo no solo protege la integridad de los activos viales, sino que también minimiza la carga de costos para los usuarios, aumentando así la competitividad del país. (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, MTC, 2013)

De esto, podemos concluir que la importancia de la infraestructura de transporte y comunicaciones en relación con el mantenimiento y conservación de las



carreteras nacionales, departamentales y locales impacta la expansión financiera de las regiones en Perú, lo cual también se refleja en el estado de las carreteras y en si cumplen con el nivel de servicio solicitado, asegurando así un buen desempeño en la conservación, mantenimiento y desarrollo de diversas actividades económicas.

### **1.3.3. Justificación Ambiental**

Perú ha sido signatario de los acuerdos de las Naciones Unidas sobre el cambio climático y posteriormente se adhirió al Protocolo de Kioto en 2002. Esto fue de acuerdo con el compromiso asumido para aliviar la carga de los gases de efecto invernadero en la atmósfera y establecer medidas para evitar el calentamiento global.

Sampedro Rodríguez (2009) menciona la ingeniería vial sostenible que implica el monitoreo de las emisiones de gases de efecto invernadero durante las fases de construcción y operación de la carretera, teniendo en cuenta las técnicas de construcción, los materiales utilizados y el volumen de tráfico.

En su artículo, Bueno Risco, Safonst, Gonzalez & Mustelier Cuba (2016) señala que durante la realización de las actividades de construcción civil por parte de una empresa contratista, se observó que las deficiencias ya citadas incluyen el parcheo o reemplazo inadecuado de losas de pavimento de concreto y el mantenimiento de los sistemas de drenaje en la actual infraestructura vial avanzada, lo que afecta la eficiencia operativa de las carreteras; la falta de señalización vial adecuada y apropiada en áreas críticas que comprometen la estética visual y la seguridad vial.

La implementación de estrategias de conservación trae como resultado diversos impactos tales como emisiones de humo, vertimientos inadecuados, efecto de barrera y alteraciones del paisaje. Por consiguiente, tales impactos pueden mitigarse a través de la regulación del control estipulado dentro de los contratos a



futuro para el cierre de obras, que permite el control de las operaciones. La función primaria de los gerentes y el personal de las entidades que controlan la gestión, la obra, y la operación y mantenimiento es fundamental en estas actividades.(Bueno Risco, Safonst Gonzalez, & Mustelier Cuba, 2016)

Por lo tanto, la gestión eficaz de todas las tareas relacionadas con el mantenimiento y la conservación de las carreteras conduciría a una disminución sustancial de la liberación de gases de efecto invernadero. La reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero sería sustancial como resultado de la disminución de las emisiones de CO<sub>2</sub> del equipo y la maquinaria utilizados en el proceso de implementación. Además, las medidas propuestas inhibirían la emisión de gases de efecto invernadero producidos por las mezclas asfálticas durante las operaciones de mantenimiento, reparación y conservación.

#### **1.3.4. Justificación Social**

Desde un punto de vista social, una carretera constituye un componente fundamental de la infraestructura destinada a mejorar los servicios sociales, lo que hace que el progreso de una comunidad sea inalcanzable en ausencia de vagones, autopistas y amplios sistemas de carreteras bien construidos. Sin embargo, la contemplación de variables adicionales, incluidos los aspectos ambientales, técnicos y económicos, se vuelve imperativa dentro de este marco.

Moreno (2018) indica que la conservación abarca un conjunto de actividades en la preservación de carreteras para condiciones de circulación que genere seguridad de manera fija que la sociedad pueda utilizar, así mismo Rimayhuaman Taipe (2022) establece que la satisfacción tiene que ver con la calidad de servicio y a la percepción del nivel de la prestación indica que las perspectivas americanas de calidad de servicio se caracterizan los siguiente: la seguridad, los elementos tangibles, así como la capacidad de respuesta y la fiabilidad servirá para medir la percepciones (Rimayhuaman Taipe, 2022)



En este contexto, el factor ambiental asociado con la construcción, así como el mantenimiento y conservación de carreteras, implica la contaminación que surge durante las fases de construcción, mantenimiento y operación posterior. El aspecto técnico abarca la adherencia a los cronogramas y el logro de los estándares de calidad requeridos que, en última instancia, sostienen el ciclo de vida del proyecto al prevenir el deterioro prematuro durante la fase de construcción. Por último, no se puede pasar por alto el factor económico debido al hecho de que una infraestructura vial de buena calidad beneficia la economía de la región a través de actividades económicas mejoradas, así como menores gastos en mantenimiento, conservación y reparaciones de las carreteras.

Entonces como sociedad, existe un deseo colectivo de desarrollar la infraestructura vial para mejorar las actividades económicas y elevar el nivel de vida. Sin embargo, es imperativo priorizar también la implementación meticulosa de estos proyectos para prevenir el daño ambiental y evitar cargas financieras injustificadas.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General**

Determinar la variación de la calidad del aire, causada por actividades de mejoramiento y conservación vial en la ruta desvió Limbani Phara.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- a. Encontrar el grado de concentración de PM10 y SO<sub>2</sub>, en el aire, causada por actividades de mejoramiento y conservación vial en la ruta desvió Limbani Phara y compararlo con los estándares de calidad ambiental.
- b) Establecer el grado de concentración de NO<sub>2</sub> y CO en el aire, causada por actividades de mejoramiento y conservación vial en la ruta desvió Limbani Phara y compararlo con los estándares de calidad ambiental.



- c) Determinar el nivel de presión sonora continuo equivalente con ponderación A diurno (LAeqT) producido por las actividades de mejoramiento en la ruta desvió Limbani Phara.

## 1.5. Importancia y Alcance de la Investigación

La Dirección de Análisis y Programación Sectorial de la Corporación Andina de Fomento (2010), establece que la infraestructura vial desempeña un papel importante en el progreso de un país o localidad, además la condición o estado de la infraestructura es un factor crucial para garantizar la realización de esta conexión, esto implica que la inversión en infraestructura es esencial para lograr los resultados esperados en términos de rentabilidad socioeconómica, desarrollo y expansión.

Es crucial examinar y evaluar los efectos ambientales producidos al llevar a cabo las tareas de mejora y preservación de la infraestructura vial, a fin de elaborar estrategias e implementarlas en la construcción, el mantenimiento y la conservación de las carreteras con un enfoque en la sostenibilidad.

Por todos estos motivos, la validación de este estudio está justificada, porque no se incluyen diagnósticos de evaluación de impactos al ambiente durante la realización de actividades de mejoramiento, mantenimiento y conservación vial de vías nacionales, departamentales, locales y caminos vecinales en nuestro país.

## 1.6. Limitaciones y Delimitaciones de la Investigación

La liberación de dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, monóxido de carbono y otros gases, así como el ruido relacionado con el mejoramiento y conservación de carreteras, provoca un impacto significativo en la población que vive y transita por los proyectos. Por los motivos anteriormente expuestos, esta investigación cobra relevancia social porque el fenómeno del calentamiento global afecta a gran parte de la sociedad e incurre en diversos problemas de salud.

Es por esto que, a continuación, se presentarán los aspectos principales de este fenómeno que se deben considerar para poder mitigar sus impactos.

## **1.7. Hipótesis**

### **1.7.1. Hipótesis General**

La variación de la calidad del aire, causada por actividades de mejoramiento y conservación vial en la ruta desvió Limbani Phara, no sobrepasan los estándares de calidad ambiental en el Perú.

### **1.7.2. Hipótesis Específicas**

- a) La concentración de PM<sub>10</sub> y SO<sub>2</sub>, en el aire, causada por actividades de mejoramiento y conservación vial en la ruta desvió Limbani – Phara, no sobrepasan los estándares de calidad ambiental del aire.
- b) La concentración de NO<sub>2</sub> y CO en el aire, causada por actividades de mejoramiento y conservación vial en la ruta desvió Limbani – Phara, no sobrepasan los estándares de calidad ambiental del aire.
- c) El nivel de presión sonora continuo equivalente con ponderación A diurno (LAeqT), causada por actividades de mejoramiento y conservación vial en la ruta desvió Limbani – Phara, no sobrepasan los estándares de Ruido Ambiental.

## **1.8. Variables e Indicadores**

### **1.8.1. Variable Dependiente**

Variación de la calidad del aire

#### **1.8.1.1. Dimensiones Dependientes.**

Estándares de calidad ambiental

#### **1.8.1.2. Indicadores Dependientes.**

- ECA Aire
- ECA Ruido



## **1.8.2. Variable Independiente**

Actividades de mejoramiento y conservación vial en la ruta desvió Limbani Phara

### **1.8.2.1. Dimensiones Independientes.**

- Estándares de calidad ambiental para aire
- Estándares de calidad de Ruido Ambiental

### **1.8.2.2. Indicadores Independientes.**

- Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM 10)
- Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>)
- Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>)
- Monóxido de Carbono (CO)
- Nivel de Presión Sonora Continuo con ponderación A (LAeqT)

## **1.8.3. Variable Interviniente**

- Metodología de medición
- Calibración de los Equipos
- Selección de la normativa

## 1.8.4. Operacionalización de las Variables

Tabla 1.

Operacionalización de las variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTR. DE MEDICIÓN
<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b>  Variación de la calidad del aire	Estándares de calidad ambiental	ECA Aire	Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM Resolución Ministerial N° 181-2016-MINAM
		ECA Ruido	Decreto Supremo N° 085-2003-PCM Resolución Ministerial N° 227-2013-MINAM
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b>  Actividades de mejoramiento y conservación vial en la ruta desvío Limbani Phara.	Estándares de calidad ambiental para aire	Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM 10)	Muestreador de Partículas de Alto Volumen (HI VOL)
		Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	Tren de Muestreo de gases con flujometro de aire
		Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	Tren de muestreo de gases con flujometro de aire
<b>VARIABLE INTERVINIENTE:</b>  Metodología de medición Calibración de los Equipos Selección de los normativa	Estándares de calidad de Ruido Ambiental	Monóxido de Carbono (CO)	Tren de muestreo de gases con flujometro de aire
		Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A diurno (LAeqT)	Sonómetro Digital – Clase 1

Fuente: Elaboración Propia - 2024.



## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de Estudio

##### 2.1.1. *Antecedentes Internacionales*

**Artículo de Investigación “Análisis de la contaminación por PM2.5 en la ciudad de Monterrey, Nuevo León, enfocado a la identificación de medidas estratégicas de control”, elaborada por el Centro Mario Molina - 2018.**

El presente estudio evaluó y propuso medidas de reducción de emisiones de PM2.5 primarias y de sus precursores en el Área Metropolitana de Monterrey (AMM) mediante un análisis histórico de datos de calidad del aire y meteorología, una campaña de monitoreo de PM2.5 dentro del AMM y estimaciones de mortalidad debido a PM2.5 para la población expuesta. Con esta información se lograron identificar patrones típicos de mala calidad del aire y fuentes potenciales de emisión, permitiendo así la integración de propuestas de medidas estratégicas de control de PM2.5 para fuentes industriales, fuentes móviles, y fuentes de área. (Centro Mario Molina, 2018)

**Artículo de Investigación “Evaluación de condiciones ambientales: aire, agua y suelos en áreas de actividad minera en Boyacá, Colombia”, elaborada en la Universidad Nacional de Colombia - 2015.**



Los objetivos del estudio fueron, determinar concentraciones de PM10, mercurio y plomo en aire intramural de viviendas, en fuentes de agua y suelo de municipios aledaños a actividad minera, por lo que se evaluaron 6 puntos en áreas de influencia y 2 en áreas control, para así realizar el análisis de suelos mediante técnica de vapor frío (mercurio) y absorción atómica (plomo); obteniendo como resultados que en casi todas las viviendas seleccionadas, las concentraciones promedio de PM10 y mercurio en aire intramural superaron las normas aplicables de seguridad del aire, mientras que las concentraciones de plomo estuvieron por debajo, así mismo en todos los cuerpos de agua se encontraron concentraciones elevadas de plomo y en algunos puntos en las zonas mineras se encontraron niveles altos de hierro, mercurio y aluminio. (Agudero Calderon, Quiroz Arcentrales, Grcia Ubaue, Robledo Martinez, & Garcia Ubaque, 2015)

En el monitoreo de suelos, las concentraciones de mercurio están por debajo del nivel de detección y, para plomo se observaron diferencias entre los puntos monitoreados. Conclusiones Se encontró concentración de varios contaminantes por encima de los valores aceptables. En las zonas evaluadas hay numerosas y diversas fuentes de contaminación de tal manera que no es posible individualizar las relaciones entre actividad minera y contaminación. Sin embargo, este tipo de estudios de corte aportan información puntual, útil para los agentes del sistema de salud ambiental e investigadores. Se sugiere instalar redes de monitoreo ambiental que permitan un seguimiento continuo. (Agudero Calderon, Quiroz Arcentrales, Grcia Ubaue, Robledo Martinez, & Garcia Ubaque, 2015)

**Artículo de Investigación “Impacto ambiental producido por el transporte durante la construcción de carreteras”, elaborada en la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho - 2014.**

Los impactos del transporte difieren de otros muchos tipos de impactos ambientales ya que pueden resultar más graves a una distancia considerable de

la ubicación de una determinada explotación (por ejemplo: embotellamiento de tráfico, ruido, etc.). (Molina López, 2014)

Estos impactos que son principalmente adversos, pueden dividirse en las cuatro categorías, Impactos producidos por vehículos, Impactos de seguridad y operacionales, Impactos en las carreteras y los Impactos durante la construcción. En algunos países, la evaluación de los impactos de seguridad, así como el rendimiento asociado a la construcción y mejora de las carreteras, se considera de forma independiente a la evaluación ambiental del proyecto, dado que dichos impactos se pueden sumar al tiempo de viaje y al costo operacional de los vehículos. Es de hacer notar que el foco de este documento son los impactos ambientales del tráfico vehicular y las carreteras; no obstante, el contenido que aquí se expone también podría resultar pertinente para otros modos de transporte, como el aéreo o ferroviario. (Molina López, 2014)

**Tesis Doctoral “Análisis de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero a lo largo del Ciclo de Vida de las Carreteras”, elaborada en la Universidad Complutense de Madrid - 2013.**

La presente investigación tiene como objetivo analizar la problemática de las emisiones de gases de efecto invernadero en el sector de la construcción de carreteras en España, abarcando el ciclo de vida de los proyectos, y pretende proporcionar un conocimiento funcional y operativo. (Berzosa González, 2013)

Logrando determinar en cuanto a los resultados obtenidos que, los proyectos de construcción de carreteras evaluados tienen un impacto ambiental, en la categoría de cambio climático, bastante mayor de lo que señalan otros estudios (entre 8860 y 50300 tCO<sub>2</sub>e/km). Del análisis de resultados se ha determinado que los esfuerzos para el control y reducción de emisiones deben centrarse en las actividades de construcción, más particularmente en el capítulo de movimiento de tierras, que es el que provoca un mayor impacto y, por ende, en reducir las emisiones de la maquinaria de obra, principal elemento contaminante. En un

segundo plano, la tendencia debería ser a optimizar la selección de materiales y a mejorar el manejo de los sistemas naturales, que contribuyen también de forma relevante a las emisiones de GEIs del proyecto. (Berzosa González, 2013)

En definitiva, en el presente trabajo se han sentado las bases para la evaluación holística de las emisiones de gases de efecto invernadero en proyectos de construcción de infraestructuras. Se ha señalado, mediante su aplicación a cuatro proyectos completos y diferentes escenarios alternativos, la magnitud del problema y los principales componentes involucrados. *Además, se han abierto nuevos campos de investigación aplicada, como la inclusión de los impactos sobre sistemas naturales o la determinación de la responsabilidad de las emisiones en este sector, aportando una herramienta funcional para el desarrollo de futuras investigaciones.* (Berzosa González, 2013)

### **2.1.2. Antecedentes Nacionales**

**Tesis Doctoral “Evaluación de la calidad del agua a partir de indicadores biológicos del Río Chira””, elaborada en la Universidad Nacional De Piura - 2021.**

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua del río Chira utilizando bioindicadores como bacterias coliformes, peces, plantas, macroinvertebrados y una pequeña selección de parámetros físico-químicos. Estos fueron medidos en comparación con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, establecidos por el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. El análisis microbiológico para coliformes se realizó utilizando el Método de Múltiples Tubos como se detalla en los Métodos Estándar para el Examen de Agua y Aguas Residuales, y sus resultados cumplieron con los ECA. Los índices de calidad del agua para los puntos de muestreo del río Chira se basaron en la puntuación BMWP, utilizando adaptaciones realizadas para los ríos del norte de Perú (Lizboa et al., 2018). La temperatura del agua osciló entre 27.4 y 28.9 °C. La conductividad



estuvo entre 373 y 1167  $\mu\text{s}/\text{cm}$ . Los sólidos disueltos totales variaron entre 187 y 550 mg/L. La turbidez medida en la unidad nefelométrica arrojó un valor entre 2.42 y 58.4 UNT. Por último, el pH se midió entre 7.28 y 4.42. El clima de la región, junto con la turbulencia, asegura temperaturas por debajo de  $28^{\circ}\text{C}$ , junto con la conductividad, sólidos disueltos totales y pH que alcanzan el ECA. Los valores de la UNT no son apropiados para la Subcategoría A1 de los ECA. En términos de oxígeno disuelto, los valores están dentro de lo aceptable de ECA, exceptuando la zona del Puente Viejo. Las densidades de coliformes termotolerantes fueron superiores a lo permitido (5 700 a 160 000 NMP/100ml) lo que indica que las aguas están muy por encima de los límites estipulados en el ECA. Las plantas registradas, *Eichhornia crassipes* y otras, en el río Chira indican que las aguas están contaminadas. El IBI en análisis de los peces clasifica como aguas de mala a pésima calidad. En el estudio de los macroinvertebrados estos dan una clasificación de regular calidad. Se concluye que, durante el periodo del estudio, las aguas del río Chira contaban con diferentes niveles de contaminación. Se proponen una serie de pautas y recomendaciones entre ellas la culminación de la construcción de la PTAR para este año. (Coronel Chavez, 2021)

**Tesis Doctoral “Evaluación de las partículas pm2.5 y pm10 en la construcción de la carretera Chota – Cochabamba (Cajamarca)”, elaborada en la Universidad Nacional de Cajamarca - 2019.**

El objetivo principal de esta investigación fue establecer los niveles de concentración de PM2.5 y PM10 en relación con las actividades de construcción de la carretera Chota-Cochabamba. En cuanto a los hallazgos preliminares, los niveles de partículas PM2.5 y PM10 no superaron los estándares de calidad del aire ambiente (ECA) establecidos para los cinco sitios de monitoreo; sin embargo, lugares como la Plaza de Armas de Lajas, la Chancadora Ajipampa, la Cantera el Molino y la Plaza de Cochabamba superaron el 50% de la ECA establecida para PM2.5. De manera similar, las concentraciones registradas de partículas PM10 en

la trituradora Ajipampa en diciembre de 2012 fueron de 74.90  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , y en la Cantera El Molino el valor fue de 74.40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en el mismo mes, ambos superando la marca del 50% de la ECA. En conclusión, la evaluación de las partículas PM<sub>2.5</sub> y PM<sub>10</sub> con respecto a la construcción de la carretera Chota-Cochabamba en Cajamarca muestra evidencia de que, aunque estos niveles de partículas no superan el estándar de calidad del aire ambiente (ECA), su presencia plantea riesgos potenciales para la salud pública y la integridad ambiental. (Mosqueira Estraver, 2019)

### **2.1.3. Antecedentes Regionales**

**Tesis Doctoral “Diagnostico del Impacto Ambiental de la Industria de la Construcción de la Ciudad de Juliaca”, elaborada en la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez - 2023.**

Los hallazgos indican que el sector de la construcción genera importantes repercusiones ambientales, que se evalúan durante la ejecución de las actividades de construcción en varios tipos o sectores, así como en diferentes sistemas o modalidades de construcción. Para comenzar, se analiza la base cognitiva de los conceptos preexistentes aplicados a escenarios prácticos, seguida de una evaluación técnica y la aplicación de la normativa vigente para evaluar cuantitativamente los impactos utilizando el equipo apropiado para validar los parámetros establecidos para cada impacto pertinente; posteriormente, se realiza un diagnóstico mediante encuestas a la población residente; y finalmente, se realiza un análisis para pronosticar las posibles consecuencias en la ciudad de Juliaca, atribuibles a estos impactos identificados, específicamente en relación con ruido, calidad del aire y del agua.

**Tesis Doctoral “Evaluación de la calidad del agua en la subcuenca parte alta del Río Llallimayo, Provincia de Melgar, Puno, Perú”, elaborada en la Universidad Nacional del Altiplano - 2022.**



La evaluación se realizó desde octubre del 2020 hasta mayo del 2021, en la temporada de lluvias y sequías. Se evaluaron parámetros "in situ" en dos lugares estratégicos y se tomaron muestras aguas arriba y abajo del río Chacapalca. Posteriormente, en laboratorio, se analizaron los parámetros físico-químicos, inorgánicos y microbiológicos, tales como el potencial hidrógeno (pH), temperatura (°C), conductividad eléctrica (CE), metales pesados de aluminio (Al), arsénico (As), cadmio (Cd), cobre (Cu), manganeso (Mn), mercurio (Hg), plomo (Pb) y coliformes termotolerantes por el método EPA de espectroscopía de absorción atómica. Las relaciones entre los puntos de muestreo mostraron diferentes patrones en las zonas del estudio, siendo muy significativas para los parámetros inorgánicos; se concluyó que la descarga del efluente minero contamina gravemente y sobrepasa los límites permisibles para agua de uso y consumo humano. (Espinoza Rivas, 2022)

**Tesis Doctoral "Evaluación de la contaminación acústica producida por los aviones en el aeropuerto de la ciudad de Juliaca", elaborada en la Escuela de Posgrado de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez - 2018.**

En el capítulo I se describe el planteamiento del problema, considerando la situación actual de la contaminación sonora en la zona circundante al aeropuerto Inca Manco Cápac de la ciudad de Juliaca, debido a las actividades propias de este aeropuerto. Se plantean preguntas, objetivos e hipótesis, observando la relevancia de la investigación por el uso de conceptos y tecnología actual acerca del tema de investigación. En el capítulo II, como parte del Marco cognitivo, se presentan resúmenes de estudios anteriores realizados y relacionados con el tema de investigación, a la vez que se desarrollan los conceptos de términos utilizados en el estudio de la contaminación sonora y algunos de los efectos (daños) que producen sobre la salud de las personas, y las bases técnicas y legales para desarrollar los estudios y evaluar este tipo de contaminación. En el capítulo III se describe la metodología de investigación seguida en la investigación



desarrollada, describiendo sus etapas, técnicas e instrumentos de colecta y registro de datos y el tratamiento y evaluación de éstos. Se describen las técnicas estadísticas que se pueden utilizar para la evaluación y validación de los datos obtenidos. En el capítulo IV se evalúa el nivel de contaminación sonora que se presenta en la zona en estudio, en función de los datos de campo obtenidos, identificando la fuente de contaminación (ruido) y los cuerpos receptores, comparando los valores obtenidos con los índices o valores de los Estándares de calidad ambiental establecidos en las Normas vigentes en nuestro país.

En el capítulo V se evalúan los daños que pueden ocasionar en la salud de las personas, los niveles de contaminación sonora registrados con los datos de presión sonora equivalentes obtenidos con el sonómetro, además de plantear la formulación de mapas acústicos de la zona en estudio. Finalmente se describen las conclusiones de los temas estudiados y evaluados, y se plantean algunas recomendaciones con el objeto de dar alternativas de solución a este tipo de contaminación ambiental. (Viamonte Calla, 2018)

## **2.2. Base Teórica**

### **2.2.1. Enfoques Teóricos de las Variables Dependientes**

Considerando que este capítulo consiste en realizar un proceso mental que de lugar a nuevas ideas a través de abstracciones paralelas respecto a la Variable Dependiente.

#### **2.2.1.1. Estándares de Calidad Ambiental.**

Para un adecuado análisis epistemológico de los estándares de calidad ambiental, consideramos:

La Ley General del Ambiente, N.º 28611 (2005), art. 31, núm. 31.1, define al estándar de calidad ambiental (ECA), como "La concentración se define como el grado de un elemento, sustancia, o parámetro físico, químico o biológico, presente en el aire, agua o suelo; esto implica que los estándares de calidad

ambienta, tiene como objetivo fijar un nivel de concentración de los elementos o sustancias químicas y biológicas que no representan riesgo para la salud de las personas o el medio ambiente, siendo estos en el aire, suelo u agua.

Guillermo Espinoza (2007), establece respecto a los estándares de calidad que *"(...) Esto se refiere a una compilación sistemática de criterios formulados de manera secuencial, delineados en fases y niveles, que deben cumplirse para la ejecución de la evaluación ambiental preventiva"*; Por lo tanto, el análisis de estándares de calidad ambiental, implica cumplir con un adecuado procedimiento y de ese modo garantizar un análisis idóneo de los contaminantes presentes en el medio ambiente de forma preventiva.

Así mismo, la Ley General del Ambiente, N.º 28611 (2005), art. 31, núm. 31.2, define a los estándares de calidad ambiental-ECA, como *"(...) Un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental"*; refiere el cumplimiento obligatorio de los parámetros establecidos de estándares de calidad ambiental en el aire, suelo, agua u ruido; y respetarlo en el diseño u aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental, ya sea antes durante y después en la ejecución de proyectos.

Tabla 2.

Normativas Aprobatorias de los ECAs en el Perú

Estándar de calidad	Norma Aprobatoria
ECA para el aire	Decreto Supremo N.º 074-2001-PCM, Decreto Supremo N.º 069-2003-PCM, Decreto Supremo N.º 003-2008-MINAM, Decreto Supremo N.º 006-2013-MINAM, Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM
ECA para el agua	Decreto Supremo N.º 002-2008-MINAM / Decreto Supremo N.º 015-2015-MINAM, Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM
ECA para el suelo	Decreto Supremo N.º 002-2013-MINAM, Decreto Supremo N.º 011-2017-MINAM
ECA para el ruido	Decreto Supremo N.º 085-2003-MINAM
ECA para irradiaciones no ionizantes	Decreto Supremo N.º 010-2005-MINAM

Nota. El cuadro anterior, muestra la normativa con la cual se controla los parámetros de estándares de calidad ambiental para el aire, agua, ruido, suelo y radiaciones no ionizadas; Fuente: elaboración Propia (2024).

### 2.2.1.2. Estándares de Calidad Ambiental del Aire.

Según el Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM (2017), establece que (...) Artículo 1.- Aprobación de los Estándares de Calidad Ambiental para el Aire Aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para el Aire, que como Anexo son parte integral de este Decreto Supremo. Artículo 2.- Los ECA son calidad ambiental para aire como referente obligado 2.1 Los ECA para Aire son un referente obligatorio para la gestión ambiental, por parte de los titulares de actividades productivas, extractivas y de servicios. (Ministerio del Ambiente - MINAM, 2017)

Tabla 3.

Estándares de Calidad Ambiental para el Aire en el Perú

.Parámetro	.Periodo	Valor (Mg/M3)	Criterio De Evaluación
Benceno (C6H6)	Anual	2	Media Aritmética anual
Dióxido de Azufre (SO2)	24 Horas	250	NE m.as de 7 vec.es al año
Dióxido de Nitrógeno (NO2)	1 Hora	200	NE mas de 24 veces al año
	Anual	100	Media aritmética anual
Material Particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM2,5)	24 horas	50	NE mas de 7 veces al año
	Anual	25	Media aritmética anual
Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM10)	24 horas	100	NE mas de 7 veces al año
	Anual	50	Media aritmética anual
Mercurio Gaseoso Total (Hg)	24 horas	2	No exceder
Monóxido de Carbono (CO)	1 hora	30000	Ne mas de 1 vez al año
	8 horas	10000	Media aritmética móvil
Ozono (O3)	8 horas	100	Máxima media diaria NE más de 24 veces al año
Plomo (Pb) en PM10	Mensual	1.5	NE más de 4 vec.es al año

	Anual	0.5	Media aritmética de los valores mensuales
Sulfuro de Hidrógeno (H <sub>2</sub> S)	24 horas	150	Media aritmética

*Nota. El cuadro anterior, muestra los parámetros de estándares de .calidad ambiental para el aire aprobados para territorio Peruano en 2017; NE significa No exceder; Fuente: Ministerio del Ambiente - MINAM, 2017.*

Del decreto Supremo N° 003-2017-MINAM, dado en la casa de gobierno peruano y que fue publicada en fecha 06 de junio del 2017, podemos inferir que fue actualiza y aprobó los estándares de calidad ambiental para el aire, como una referencia esencial para la formulación e implementación de herramientas de gestión ambiental y que se consideran referencias obligatorias aplicadas a los parámetros que definen las emisiones que se originan en las actividades relacionadas con la producción, la extracción y los servicios.

Las Directrices Mundiales de la OMS sobre la Calidad del Aire ofrecen orientaciones a escala mundial sobre los umbrales y límites de los primordiales contaminantes en el medio atmosférico que entrañan riesgos para la salud, en las Directrices Mundiales de la OMS sobre la Calidad del Aire (2022) (.. ) se establecen también metas intermedias para promover una reducción gradual desde concentraciones altas a otras más; (...) Las Directrices ofrecen también declaraciones cualitativas sobre buenas prácticas para la gestión de ciertos tipos de materia particulada, por ejemplo carbono negro o carbono elemental, partículas ultrafinas y partículas procedentes de tormentas de arena y polvo, respecto de los cuales no se dispone de datos cuantitativos suficientes para establecer niveles en las mismas Directrices. (Organizacion Mundial de la Salud - OMS, 2022)

Tabla 4.

Directrices de Calidad del Aire y Metas Intermedias – OMS

Contaminante	Tiempo Promedio	Meta Intermedia				Nivel de las directrices sobre la calidad del aire
		1	2	3	4	
MP2,5 mg/m <sup>3</sup>	Anual	35	25	15	10	5
	24 horas*	75	50	37.5	25	15

PM10, µg/m3	Anual	70	50	30	50	15
	24 horas*	150	100	75	50	45
O3, µg/m3	Temporada Alta*	100	70	-	-	60
	8 horas*	160	120	-	-	100
NO2, µg/m3	Anual	40	30	20	-	10
	24 horas*	120	50	-	-	25
SO2, µg/m3	24 horas*	125	50	-	-	40
CO, mg/m3	24 horas*	7	-	-	-	4

*Nota. (a) Percentil 99 (es decir, 3-4 días de superación por año). (b) Promedio de la concentración máxima diaria del promedio de 8 horas de O3 en los seis meses consecutivos con la concentración promedio de O3 más alta del semestre móvil. Fuente: Organización Mundial de la Salud – OMS (2022).*

la Secretaría de Salud es el órgano responsable de evaluar la evidencia de los impactos de la contaminación atmosférica en la salud y establecer los límites permisibles de concentración de los contaminantes en la atmósfera, por lo que a través de las normas oficiales mexicanas 025-SSA1-2021, 020-SSA1-2021, 022-SSA1-2019, 023-SSA1-2021, 021-SSA1-2021 y 026-SSA1-2021, establecen (...) *la tabla resume de indicadores con los que se evalúa el cumplimiento de las NOM de salud con respecto a cada uno de los contaminantes criterio. Se muestra además el tipo de dato base que se utiliza en el cálculo y el tiempo para calcular la métrica, el tipo de exposición, la frecuencia tolerada, los valores límite, los criterios de suficiencia de información y la NOM que corresponde a cada contaminante. Para reducir las repercusiones de la contaminación atmosférica urbana sobre la salud pública. (Comisión federal para la protección contra riesgos sanitarios, 2017)*

Tabla 5.

Valores Límites en el Aire para la Protección a la Salud

Contaminante	Indicador	Valor Límite		
		Año 1	Año 3	Año 5
MP10	Anual	36 µg/m3	28 µg/m3	20 µg/m3
	24 horas	Promedio anual de los promedios de 24 horas		
		70 µg/m3	60 µg/m3	50 µg/m3
PM2.5,	Anual	10 µg/m3	10 µg/m3	10 µg/m3
	24 horas*	Promedio anual de los promedios de 24 horas		
		41 µg/m3	33 µg/m3	25 µg/m3
O3	1 hora	Percentil 99 (frecuencia tolerada: 1 % de veces al año)		
		0.090 ppm	0.090 ppm	0.090 ppm

		Obtenido como el máximo de los máximos diarios de las concentraciones horarias
	Promedio móvil de 8 horas	0.065 ppm      0.060 ppm      0.051 ppm
		Obtenido como el máximo de los máximos diarios de las concentraciones de los promedios móviles de 8 horas
SO <sub>2</sub>	1 hora	0.075 ppm promedio aritmético de 3 años consecutivos de los percentiles 99 anuales del máximo diario de los datos horarios
	24 horas	0.040 ppm máximo de tres años consecutivos de los promedios de 24 horas
NO <sub>2</sub>	1 hora	0.106 ppm Máximo de las concentraciones horarias
	Anual	0.021 ppm Promedio aritmético anual de las concentraciones horarias
CO	1 hora	26 ppm obtenido como el máximo de las concentraciones horarias
	Promedio móvil de 8 horas	9 ppm obtenido como el máximo de los promedios móviles de 8 horas
Pb	Anual	0.50 µg/m <sup>3</sup> promedio anual obtenido a partir de la fracción PM <sub>10</sub> por el método gravimétrico

*Nota. El cuadro anterior muestra los límites permisibles de concentración de contaminantes en el aire como medida para la protección a la salud. Fuente: Comisión federal para la protección contra riesgos sanitarios (2017).*

El Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Gobierno Mexicano formula y publica las directrices para la obtención y comunicación de la evaluación de riesgos para el aire y la salud, que se aprueban bajo la Norma Oficial Mexicana NOM-172-SEMARNAT-2023. Los artículos 1 y 2 establecen que... Los intervalos del ÍNDICE DE AIRE Y SALUD se dividirán en bandas como se describe en las tablas a continuación, que se clasifican de acuerdo con el contaminante crítico relevante. (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2023)

Tabla 6.  
Índice Aire y Salud para PM<sub>10</sub>

Calidad del Aire	Nivel de Riesgo Asociado	Intervalo de PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) promedio móvil ponderado de 12 horas		
		Al entrar en vigor la NOM	A partir de enero de 2024	A partir de enero de 2026
Buena	Bajo	<45	<45	<45
Aceptable	Moderado	>45 a 70	>45 a 60	>45 a 50
Mala	Alto	>70 a 132	>60 a 132	>50 a 132
Muy Mala	Muy Alto	>132 a 213	>132 a 213	>132 a 213
Extremadamente Mala	Extremadamente Alto	>213	>213	>213

*Nota. El cuadro anterior muestra los límites permisibles de concentración para el PM<sub>10</sub> y su clasificación de calidad y riesgo para la salud. Fuente: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2023).*

Tabla 7.  
Índice Aire y Salud para Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>)

Calidad del Aire	Nivel de Riesgo Asociado	Intervalo de dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ) promedio de una hora (ppm)
Buena	Bajo	< 0.035
Aceptable	Moderado	>0.035 a 0.075
Mala	Alto	> 0.075 a 0.185
Muy Mala	Muy Alto	>0.185 a 0.304
Extremadamente Mala	Extremadamente Alto	>0.304

*Nota. El cuadro anterior muestra los límites permisibles de concentración para el Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>) y su clasificación de calidad y riesgo para la salud. Fuente: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2023).*

Tabla 8.  
Índice Aire y Salud para Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>)

Calidad del Aire	Nivel de Riesgo Asociado	Intervalo de dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> ) promedio de una hora (ppm)
Buena	Bajo	<0.053
Aceptable	Moderado	>0.053 a 0.106
Mala	Alto	>0.106 a 0.160
Muy Mala	Muy Alto	>0.160 a 0.213
Extremadamente Mala	Extremadamente Alto	>0.213

*Nota. El cuadro anterior muestra los límites permisibles de concentración para el Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y su clasificación de calidad y riesgo para la salud. Fuente: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2023).*

Tabla 9.  
Índice Aire y Salud para el Monóxido de Carbono (CO)

Calidad del Aire	Nivel de Riesgo Asociado	Intervalo de monóxido de carbono (CO) promedio móvil de 8 horas (ppm)
Buena	Bajo	<5.00
Aceptable	Moderado	>5.00 a 9.00
Mala	Alto	>9.00 a 12.00
Muy Mala	Muy Alto	>12.00 a 16.00
Extremadamente Mala	Extremadamente Alto	>16.00

*Nota. El cuadro anterior muestra los límites permisibles de concentración para el Monóxido de carbono (CO) y su clasificación de calidad y riesgo para la salud. Fuente: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2023).*



Con respecto a los cuadros elaborados en los lineamientos para la obtención y comunicación del índice de calidad del aire y riesgos a la salud, aprobado a través de la Norma Oficial Mexicana NOM-172-SEMARNAT-2023; es idóneo para la presente investigación, además de ser muy necesario para la clasificación del riesgo de cada contaminante y su impacto con la SALUD de las personas, pudiendo de ese modo no solo cuantificar los resultados y determinar si se encuentra o no dentro de los parámetros, sino que permite clasificar el nivel de riesgo que ocasiona a la SALUD y la calidad de aire que presenta el medio ambiente con esos valores.

### **2.2.1.3. Material Particulado con Diámetro Menor a 10 Micras.**

Quijano Parra & Orozco M (2005), mencionan que en términos de calidad de aire se define cuatro parámetros fundamentales atendidos al tamaño de corte de los sistemas de captación: PTS, PM10, PM2.5 PM1.

Pérez (2015), establece que las partículas pequeñas con un diámetro menor a 10 micrómetros PM10 son un indicador que representa la fracción respirable de las partículas de las partículas suspendidas totales susceptible de causar efectos a la salud....

Entonces, realizado el análisis se infiere que en la calidad del aire se definen muchos parámetros entre ellos según al tamaño de corte de los sistemas de captación se encuentra la PTS, PM10, PM2.5, PM1 y la última y que es punto de análisis en la presente investigación la PM10, esta última son partículas con un diámetro menor a 10 micrómetros como partículas suspendidas totales susceptible a causar daños a la salud, ya que su tamaño hace posible que penetren más profundamente en el sistema respiratorio humano es decir en la parte torácica que influye la tráquea pulmonar y bronquios; siendo considerado como un agente que contribuye a los efectos en la salud que se encuentra en el entorno del medio ambiente.

#### 2.2.1.4. Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>).

Torrez Muñoz (2022), establece que el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) es un contaminante del aire incoloro y reactivo con un fuerte olor. Este gas puede ser una amenaza para la salud humana, la salud animal y la vida vegetal. Las principales causas y razones de emisiones de dióxido de azufre provienen de la combustión de combustibles fósiles y la actividad volcánica natural.

El dióxido de azufre irrita la piel y las membranas mucosas de los ojos, la nariz, la garganta y los pulmones. Las altas concentraciones de SO<sub>2</sub> pueden causar inflamación e irritación del sistema respiratorio, especialmente durante la actividad física intensa. Los síntomas resultantes pueden incluir dolor al respirar profundamente, tos, irritación de garganta y dificultades respiratorias. Las altas concentraciones de SO<sub>2</sub> pueden afectar la función pulmonar, empeorar los ataques de asma y empeorar la enfermedad cardíaca existente en grupos sensibles.

El dióxido de azufre es un contaminante que contribuye a la deposición ácida, lo que, a su vez, puede conducir a posibles cambios en la calidad del suelo y el agua. Los impactos posteriores de la deposición ácida pueden ser significativos, incluidos los efectos adversos en los ecosistemas acuáticos en ríos y lagos y el daño a los bosques, cultivos y otra vegetación.

Núñez Caraballo, Rodríguez Rojas, Gómez Camacho, Herrera Moya, & Morales Pérez (2019), indican que la exposición crónica al SO<sub>2</sub> y a partículas de sulfatos se ha correlacionado con un mayor número de muertes prematuras asociadas a enfermedades pulmonares y cardiovasculares. El efecto irritativo continuado puede causar una disminución de las funciones respiratorias y el desarrollo de enfermedades como la bronquitis, siendo uno de los factores que contribuyen al fenómeno bien documentado de la lluvia ácida es la reacción del dióxido de azufre con el vapor de agua atmosférico, lo que resulta en la formación de ácido sulfúrico.



Las repercusiones en la agricultura, la ganadería, los bosques, los suelos y los sistemas acuáticos son profundamente perjudiciales.

#### **2.2.1.5. Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>).**

En el Dossier elaborado por GreenFacts hechos sobre la salud y el medioambiente, respecto al informe de consenso científico publicados en 2003 y 2004 por la Organización Mundial de la Salud (2006), El dióxido de nitrógeno constituye un componente de una categoría de contaminantes gaseosos que se generan como consecuencia del tráfico de vehículos y de procesos adicionales que implican la combustión de combustibles fósiles. Su existencia en la atmósfera facilita la génesis y la alteración de otros contaminantes atmosféricos, incluidos el ozono y las partículas, además de contribuir a la manifestación de la precipitación ácida.

La Organización de la Naciones Unidas a través del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2019), estudia nuevos temas de interés ambiental como la presencia de dióxido de nitrógeno, el cual atrae una serie de problemas en los ecosistemas. Por ejemplo, puede contribuir a la acidificación del suelo y del agua, lo que altera la flora y la vida acuática. Además, altos niveles de dióxido de nitrógeno en el aire pueden causar estrés oxidativo en las plantas, lo que incide directamente en su crecimiento y el correcto desarrollo vegetativo. La presencia de niveles altos de dióxido de nitrógeno en la atmósfera puede alterar el equilibrio químico del aire y con ello favorecer un impacto en el clima global. Por otra parte, el dióxido de nitrógeno puede interactuar con otros contaminantes presentes en el aire para originar las nocivas partículas suspendidas. De igual manera, al reaccionar con el ozono, forma el smog fotoquímico. Esta niebla tóxica no solo es perjudicial para la salud humana, sino que también puede generar un impacto negativo en los ecosistemas al reducir la visibilidad y dañar la vegetación.



Entonces, realizado el análisis de la información plasmada en los distintos artículos, se concreta una nueva idea respecto al dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ), el cual proviene del proceso de quema de combustibles fósiles, provocando así efectos serios sobre la salud de un ser humano (La irritación pulmonar, la disminución de la función pulmonar, aumenta la susceptibilidad a contraer enfermedades como la bronquitis aguda, la tos ferina y la producción excesiva de moco, aumenta la incidencia de infecciones respiratorias y agrava las manifestaciones en personas con enfermedades respiratorias crónicas, incluidos los asmáticos y las personas con afecciones alérgicas), además de tener un impacto significativo en el ecosistema, y es importante tomar medidas para reducir su presencia en nuestro aire para proteger nuestra salud y la de nuestro planeta.

#### **2.2.1.6. Monóxido de Carbono (CO).**

Bolaños Morera & Chacon Araya (2017), define al monóxido de carbono (CO) como un gas incoloro, no irritante, inodoro e insípido que se produce por la combustión incompleta de hidrocarburos como carbón y gas (butano, propano); todas las personas están expuestas al CO en distintos niveles, pero inhalarlo en grandes cantidades puede ser mortal, sin que la víctima se dé cuenta, por lo cual se le conoce como "asesino silente". Existen fuentes naturales y humanas; la principal fuente humana es la emisión por los tubos de escape de automóviles, además de aparatos que funcionen de forma inadecuada con gas o madera; algunas fuentes naturales son los volcanes e incendios forestales.

Quispicuro Huaman (2015), indica que Los orígenes principales de este contaminante ambiental son el transporte motorizado que utiliza gasolina o diésel como fuentes de combustible; las actividades industriales: las conflagraciones en áreas boscosas y urbanas y la combustión de materiales orgánicos, y los vehículos motorizados y las operaciones industriales representan casi el 80% de las emisiones de carbono liberadas a la atmósfera.

Tabla 10.  
Distribución de Síntomas y Signos por Exposición al CO

Signos y Síntomas	Grupo expuesto	
	Nº	%
Dificultad de audición	3	15
Disnea	3	15
Dolor abdominal	3	15
Flujo nasal	3	15
Tos	3	15
Problemas Visuales	5	25
Somnolencia	7	35
Cefalea	8	40
Irritación nasal	8	40
Mareo	8	40
Irritación ocular	12	60
Fatiga	13	65

Fuente: Revista Panamericana de la Salud (2001)

Quispicuro Huaman (2015), indica que Los principales orígenes de este contaminante incluyen los vehículos motorizados que utilizan gasolina o diésel como combustible; las actividades industriales: las conflagraciones forestales y urbanas, así como la incineración de materiales orgánicos. Los vehículos motorizados y las actividades industriales representan aproximadamente el 80% de las emisiones de carbono liberadas a la atmósfera. (Quispicuro Huaman V. , 2015)

Quispicuro Huaman (2015), habla respecto las emisiones de dióxido de carbono las cuales son las principales responsables del calentamiento del planeta, estas emisiones proceden fundamentalmente de la utilización de energía y de la producción de combustibles fósiles.

Por todo ello, el monóxido es un contaminante atmosférico considerado como uno de los causantes del calentamiento global y el deterioro de la calidad de vida, ya que al combinarse con otros contaminantes atmosféricos forma ozono troposférico (próximo a la superficie terrestre) que provoca quemaduras importantes en el ser humano y es dañino para la flora y fauna autóctona.

### 2.2.1.7. Estándares de Calidad del Ruido.

El decreto Supremo N° 085-2003-PCM (2003), establece que (...) *Artículo 1.- Del Objetivo.* En el segundo artículo se describe el problema del ruido como uno de los principales indicadores de polución; esta norma establece los límites que no deben ser sobrepasados por niveles de ruido en el país. La inversión particular y la estatal deben orientarse a la mejora de las condiciones de vida a través de la contención de la contaminación por ruido (Presidencia de Consejo de Ministros, 2003)

Tabla 11.

Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido

Zonas de Aplicación	Valores Expresados en LAeqT	
	Horario Diurno	Horario Nocturno
Zona de Protección Especial	50	40
Zona Residencial	60	50
Zona Comercial	70	60
Zona Industrial	80	70

*Nota.* El cuadro anterior, muestra los parámetros de estándares nacionales de calidad ambiental para el ruido aprobados para territorio Peruano en 2017; Fuente: Presidencia de Consejo de Ministros (2003)

Del decreto Supremo N° 085-2003-PCM, dado en la casa de gobierno peruano y que fue publicada en fecha 24 de octubre del 2003, podemos inferir que fue actualiza y aprobó Las normas de calidad ambiental relacionadas con el ruido sirven como punto de referencia necesario para salvaguardar la salud pública, mejorar la calidad de vida de las personas y fomentar el desarrollo sostenible. Estas normas se promueven en los marcos de políticas públicas y privadas, así como en las inversiones que faciliten la mejora de la calidad de vida mediante la mitigación de la contaminación acústica.

La Organización Panamericana de la Salud y Organización Mundial de la Salud (2022), publican las Directrices de la OMS sobre Vivienda y Salud, en la cual determinan que la exposición al ruido puede provocar problemas auditivos y no auditivos para la salud, pudiendo provocar de forma directa traumatismos en el sistema auditivo, el ruido puede dar lugar a la pérdida de audición y tinnitus. Esto se debe a la angustia psicológica y fisiológica que provoca, así como a la alteración de la homeostasis del organismo y al aumento de la carga alostática, siendo los principales efectos reconocidos del ruido ambiental incluyen molestias, enfermedades cardiovasculares, deterioro cognitivo y alteración del sueño, que afectan en particular a grupos de población vulnerables como las mujeres embarazadas, etc (Organización Panamericana de la Salud y Organización Mundial de la Salud, 2022)

Tabla 12.  
Valores Límite de Ruido Recomendados por la OMS

Tipo de Fuente	Valores Expresados en dBA	
	Periodo	Valor límite de ruido
Tráfico vehicular	Día	53
	Noche	45
Ruido ferroviario	Día	54
	Noche	44
Ruido aéreo	Día	45
	Noche	40
Ruido de aerogeneradores	Día	45
	Noche	No aplica
Ruido por ocio	24 horas	70

Fuente: (Gameró Motta H. G., 2020)

Tabla 13.  
Tiempo de Exposición Permitido para Niveles de Ruido

Ambiente específico	Efecto(s) crítico(s) sobre la salud	Laeq,T dB(A)	Tiempo (horas)
Exteriores	Molestia grave en el día y el anochecer	55	16
	Molestia moderada en el día y anochecer	50	16



Interior de la vivienda, dormitorios	Interferencia en la comunicación oral y molestia moderada en el día y al anochecer	35	16
	Trastorno del sueño durante la noche	30	8
Fuera de los dormitorios	Trastorno del sueño, ventana abierta (valores en exteriores)	45	8
Sala de la clase e interior de los centros preescolares	Interferencia en la comunicación oral, disturbio en el análisis de información y comunicación del mensaje	35	Durante clases
Dormitorios de centros preescolares, interiores	Trastorno del sueño	30	Durante el descanso
Escuelas, áreas exteriores de juego	Molestia (fuentes externas)	55	Durante el juego
Hospitales, pabellones, interiores	Trastorno del sueño durante la noche	30	8
	Trastorno del sueño durante el día y al anochecer	30	16
Hospitales, salas de tratamiento, interiores	Interferencia en el descanso y la recuperación	Lo más bajo posible	
Áreas industriales, comerciales y de tránsito, interiores y exteriores	Deficiencia auditiva	70	24
Ceremonias, festivales y eventos de entretenimiento	Deficiencia auditiva (no más de 5 veces al año)	100	4
Discursos públicos, interiores y exteriores	Deficiencia auditiva	85	1
Música y otros sonidos a través de audífonos o parlantes	Deficiencia auditiva (valor de campo libre)	85 (valor a campo libre)	1
Exteriores de parques de diversión y áreas de conservación	Interrupción de la tranquilidad	Se debe preservar la tranquilidad	

Fuente: (Gamero Motta H. G., 2020)

La norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT (2013), establece que (...)

*Artículo 5.4 Los límites máximos permisibles del nivel sonoro en ponderación "A" emitidos por fuentes fijas, son los establecidos en la Tabla 1. (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos, 2013)*

Tabla 14.  
Límites Máximos Permisibles

Zonas	Limite Máximo Permissible	
	Horario	dB (A)
Residencial (1) (Exteriores)	6:00 a 22:00	55
	22:00 a 6:00	50
Industriales y comerciales	6:00 a 22:00	68
	22:00 a 6:00	65
Escuelas (áreas exteriores de juegos)	Durante el Juego	55
Ceremonias, festivales y eventos de entretenimiento	4 horas	100

*Nota. (1) entendida por: vivienda habitacional unifamiliar y plurifamiliar, vivienda habitacional con comercio en planta baja, vivienda habitacional mixta, vivienda habitacional con oficinas, centros de barrio y zonas de servicios educativos; Fuente: (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos, 2013)*

Basándonos en la información expuesta y el informe sobre Ruido Ambiental y Salud de Bizkaia, Tecnalía y Ekoiure (2018), se concluye que, la exposición a ruido ambiental ejerce un impacto negativo en la salud originando principalmente molestias e interferencias en el sueño (efectos críticos), pero también enfermedades cardiovasculares (alta calidad de las evidencias de cardiopatías isquémicas (IHD) a niveles por encima de 59 dBA de Lden). Este último efecto en la salud puede ser directo o indirecto mediado por la molestia e interferencias en el sueño al formar parte de la ruta causal de las enfermedades cardiovasculares y metabólicas inducidas por el ruido. (Bizkaia, Tecnalía y Ekoiure, 2018)

#### **2.2.1.8. Nivel de Presión Sonora Continuo con Ponderación A.**

La ponderación de frecuencia «A» constituye la métrica convencional para evaluar las frecuencias audibles; está diseñada específicamente para emular la respuesta auditiva del oído humano a varios niveles de ruido. La ponderación «A» representa el método de ponderación más utilizado, utilizado para ilustrar la respuesta auditiva del oído humano a los estímulos de ruido. Los resultados derivados de las mediciones realizadas con esta ponderación se expresan en decibelios en dB (A) o dBA. (Cirrus Research S.L., 2016)

El nivel de presión acústica continua equivalente con ponderación A (LAE<sub>qt</sub>): representa el nivel de presión acústica constante, expresado en decibelios A, que,

durante el mismo intervalo de tiempo (T), abarca una energía total equivalente a la del sonido grabado. (Presidencia de Consejo de Ministros, 2003)

## **2.2.2. Enfoques Teóricos de las Variables Independientes**

Considerando que este capítulo consiste en realizar un proceso mental que, de lugar a nuevas ideas a través de abstracciones paralelas respecto a la Variable Independiente "Actividades de mejoramiento y Conservación Vial".

### **2.2.2.1. Conservación Vial.**

Según el léxico de la Real Academia Española (2016), el término conservación se define como, (...) *la acción y el efecto de conservar, mientras que conservar se refiere al acto de sostener un objeto o garantizar su existencia continua*".

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones, define a la conservación vial, como (...) *La variedad de intervenciones de ingeniería vial que deben ejecutarse de manera proactiva para evitar la degradación prematura de los componentes que constituyen la carretera.*

De igual manera, las Especificaciones Técnicas Generales para la conservación de carreteras aprobado por Resolución Directoral N°051 2007 MTC define a la conservación vial como (...) *Un conjunto de procedimientos que se ejecutan para preservar en estado óptimo los atributos físicos de los diversos componentes que componen la carretera y, en consecuencia, garantizar que el movimiento de los vehículos sea conveniente, seguro, eficiente y rentable.*

Vicente Armas (2012), indica que el mantenimiento de las carreteras constituye un esfuerzo destinado a preservar la transitabilidad de las vías para garantizar que el tráfico de vehículos y los servicios de transporte se lleven a cabo de manera oportuna y eficiente; Es necesario establecer una cultura de conservación de las carreteras y, en este contexto, las contribuciones de las universidades y los centros de investigación son de suma importancia, ya que el mantenimiento

adecuado de las carreteras garantiza el crecimiento y el desarrollo de las economías nacionales, regionales y locales. (Vicente Armas, 2012)

Campos Cruz (2010), realiza un análisis técnico económico, definiendo de ese modo a las (...) *actividades de conservación y que estas se debe considerar para la viabilidad técnica y económica para su ejecución, y en caso de ser necesario, impulsar la adopción de técnicas y prácticas más eficientes.*

Por todo los referentes bibliográficos, podemos determinar a la Conservación vial, el cual defino como las acciones y/o conjunto de actividades planificados y ejecutados con la dirección de ingenieros civiles especialistas en la construcción vial, que tienen como fin mantener en buen estado las vías, para de ese modo mantener cada uno de sus elementos que lo componen, complementan y conservar en circunstancias óptimas para el movimiento de los vehículos, es imperativo alinearse con las especificaciones geométricas, la composición estructural de la carretera en el momento de su construcción inicial o la condición final que haya alcanzado después de cualquier mejora instituida a lo largo del tiempo, teniendo en cuenta la viabilidad técnica y económica para su implementación y el funcionamiento efectivo de nuestra Red Nacional de Carreteras Pavimentadas.



Figura 1. Red Vial Nacional Pavimentada y No Pavimentada  
Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2023)

### 2.2.2.2. Niveles de Intervención en la Conservación Vial.

Los niveles de intervención a nivel de conservación vial, constituyen actividades establecidas en base a criterios técnicos y económicos, según la necesidad de la

vía, pueden ser conservaciones rutinarias, conservaciones periódicas, rehabilitaciones u mejoramientos.

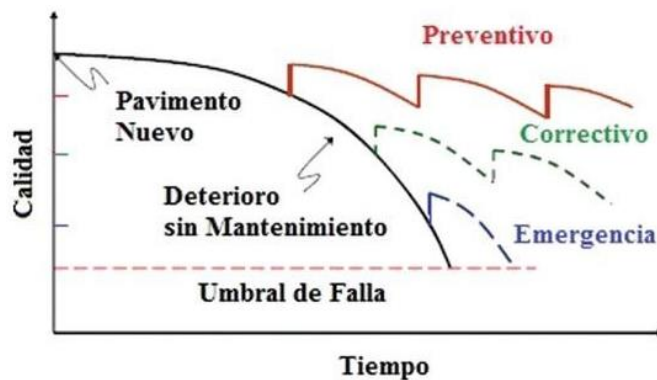


Figura 2. Esquema del Ciclo de Vida de un Pavimento y Conservación  
Fuente: (Flintsch & Fernandez Gomez, 2015, pág. 2)

### 2.2.2.3. Conservación Rutinario.

Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones Republica del Perú (2007), la conservación Rutinaria (...) *comprenden acciones ejecutadas diariamente en varios segmentos de la carretera. El objetivo principal de estas actividades es proteger todos los componentes de la carretera con el menor grado de modificaciones o deterioros, al tiempo que se esfuerzan por mantener las condiciones actuales después de la construcción o la rehabilitación.*

El mantenimiento Rutinario, son medidas preventivas y permanentes destinadas a preservar los elementos componentes de la resistencia de las vías y mantenerlos en condiciones óptimas después de su construcción o rehabilitación. Las reparaciones menores del firme, los terraplenes y la nivelación de la vía, etc. y otros elementos componentes de estas, que se pueden realizar a mano.

La superintendencia de riesgo del trabajo (SRT) de Argentina, define a la conservación rutinaria como (...) *toda tarea que tenga como objetivo el mantenimiento en buenas condiciones de la superficie del camino/ruta, las zonas laterales y las obras de arte.*

El mantenimiento rutinario abarca la ejecución de actividades y tareas menores, duraderas y recurrentes, que se llevan a cabo con el objetivo de salvaguardar,

anticipar y mantener los parámetros de seguridad, la integridad de la superficie y la eficacia operativa de la infraestructura vial, sin impedir la degradación natural de la infraestructura. (Leguia & Pacheco, 2016, pág. 27).



Figura 3. Conservación Rutinaria o Preventiva  
Fuente: (Flintsch & Fernandez Gomez, 2015, pág. 2)

Por último, los términos de referencia integrados del servicio de gestión, mejoramiento y conservación vial por niveles de servicio del corredor vial por región puno- paquete 01: "PE-3SM, PE-3SN, PE-34M, PE-34N, PE-34Ñ, PE-34O y PE-34P", establecen que (...) *la Conservación Rutinaria es el conjunto de actividades de carácter preventivo que se ejecutan permanentemente en toda la longitud del corredor vial, que se realizan diariamente o con la frecuencia requerida, con la finalidad de sostener los niveles de servicio exigidos en el tiempo, mitigando el deterioro prematuro de los elementos viales, después de la construcción, de la conservación periódica, del mejoramiento, rehabilitación o de la reconstrucción, según sea el caso.* (Provias Nacional, 2017).

Teniendo en cuenta las secciones anteriores, la conservación rutinaria puede definirse como las actividades sistemáticas emprendidas desde el inicio de la construcción, que incluyen el mantenimiento, la mejora, la rehabilitación o la reconstrucción periódicos que se ejecutan a diario en varios segmentos de la carretera. El objetivo principal de estas actividades es proteger los componentes de la carretera y, al mismo tiempo, minimizar las alteraciones o los daños a la superficie de la carretera, las áreas adyacentes y las estructuras artísticas,

garantizando así la preservación de la seguridad, la capacidad de servicio y la funcionalidad de la infraestructura en beneficio de los usuarios

#### **2.2.2.4. Conservación Periódico o Correctivo.**

Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones Republica del Peru (2007), la conservación Rutinaria como (...) *El conjunto de actividades que se ejecutan en períodos, en general, de más de un año y que tienen el propósito de evitar la aparición o el agravamiento de defectos mayores, de preservar las características superficiales, de conservar la integridad estructural de la vía y de corregir algunos defectos puntuales mayores.*

El mantenimiento periódico, a menudo denominado mantenimiento correctivo, con el objetivo de prevenir la aparición o la exacerbación de defectos importantes, mantener las características de la superficie logradas durante la fase de construcción, garantizar la preservación de la integridad estructural de la carretera en respuesta a las aplicaciones de cargas dinámicas y corregir deficiencias específicas. Además, los sistemas de mantenimiento de carreteras subcontratados incorporan iniciativas socioambientales, protocolos de respuesta de emergencia para incidentes viales y prácticas integrales de monitoreo y supervisión de carreteras. (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2016)

El mantenimiento Periódico, se trata de una serie de acciones llevadas a cabo durante un periodo de un año o más, con el objetivo de preservar la integridad estructural de la carretera, abordar defectos específicos importantes y prevenir el desarrollo o el empeoramiento de daños más graves. (Aldas Sanchez, Acosta Lozada, Fras Torres, & Lopez Sanchez, 2024)

Además, es pertinente aclarar que el mantenimiento periódico abarca el tratamiento y la rehabilitación de la superficie de la banda de rodadura, cuyo objetivo es restaurar ciertas características de la superficie, como la textura, o simplemente preservar la longevidad de la mezcla asfáltica, evitando así el

desarrollo de fisuras y fracturas, y se implementa mientras el pavimento permanece en condiciones adecuadas. (Leguia & Pacheco, 2016, pág. 30).



Figura 4. Conservación Periódico o Correctivo

Fuente: (Flintsch & Fernandez Gomez, 2015, pág. 2)

Por último, los términos de referencia integrados del servicio de gestión, mejoramiento y conservación vial por niveles de servicio del corredor vial pro region puno- paquete 01: "PE-3SM, PE-3SN, PE-34M, PE-34N, PE-34Ñ, PE-34O y PE-34P", establecen que (...) *La conservación periódica se esfuerza por restablecer la funcionalidad operativa de la carretera contratada, logrando los niveles de servicio requeridos que serán obligatorios durante la vigencia del contrato de Gestión, Mejoramiento y Conservación Vial, y mejorando las condiciones que se encuentren en la etapa de entrega de áreas y bienes de la carretera; previniendo además la aparición o agravamiento de defectos mayores, preservando las características superficiales y considerando la integridad superficial de la vía.*

Por lo tanto, de acuerdo con las secciones anteriores, las iniciativas de mantenimiento rutinario están diseñadas para restablecer las condiciones de servicio de las carreteras mediante una amplia gama de actividades, con el objetivo de prevenir la aparición o exacerbación de defectos importantes, mantener los atributos de la superficie, salvaguardar la integridad estructural de la carretera y rectificar ciertos defectos localizados importantes, mediante la



implementación de capas de refuerzo o la recuperación en las superficies de asfalto, la sustitución de los agregados y la rehabilitación de la carretera existente en las establecidas las carreteras, la aplicación de tratamientos bituminosos a las carreteras sin pavimentar y la reparación de los diversos componentes físicos de la carretera.

### **2.2.2.5. Mantenimiento de Emergencia o Rehabilitación.**

El mantenimiento o la rehabilitación de emergencia se ejecutan cuando el estado de la carretera presenta un deterioro que supera el deterioro previsto, de acuerdo con su vida útil o longevidad funcional designada. Esta fase requiere la sustitución integral del aglomerante asfáltico por un pavimento flexible, lo cual es esencial para restaurar la integridad estructural, la capacidad de carga, el nivel de servicio, la seguridad y la comodidad del pavimento al estado en que se encontraba al finalizar el proyecto. (Leguia & Pacheco, 2016, pág. 31).

La rehabilitación, es la mejora del estado de un pavimento devolviéndole su estado original y asegurando que el pavimento tiene suficiente capacidad estructural para soportar la carga de tráfico sin alterar la geometría de la sección transversal. (Aldas Sanchez, Acosta Lozada, Frías Torres, & López Sánchez, 2024)

Las renovaciones de la superficie abordan problemas que se limitan a los estratos superficiales del pavimento, relacionados con el deterioro del asfalto y las fisuras que emergen en la superficie como resultado de las influencias térmicas. El objetivo es aplicar una capa delgada de mezcla asfáltica, ya sea calentada o no calentada. (Leguia & Pacheco, 2016, pág. 31).

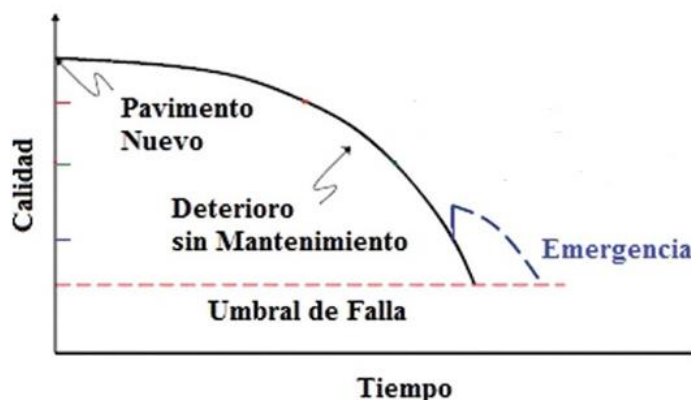


Figura 5. Mantenimiento de Emergencia o Rehabilitación

Fuente: (Flintsch & Fernandez Gomez, 2015, pág. 2)

Además, el objetivo de la rehabilitación es restaurar tanto la integridad estructural como la calidad de la superficie del pavimento. Por lo general, la rehabilitación se lleva a cabo en los casos en que no se ha realizado un mantenimiento adecuado. Las actividades incluidas en el proceso de rehabilitación se pueden clasificar de la siguiente manera. (Meñendez, 2003, pág. 10):

- Restablecer en su totalidad la capacidad estructural y también la calidad de la calzada y superficie de rodadura.
- Mejorar y optimizar el sistema de evacuación de agua (drenaje).

#### 2.2.2.6. Mejoramiento.

Se refiere a la implementación de mejoras en la infraestructura vial, que abarca modificaciones relacionadas con el ancho, la alineación, la curvatura o el gradiente longitudinal, así como las actividades asociadas con la renovación y rehabilitación de superficies. El objetivo principal de estas iniciativas es aumentar la capacidad de la carretera y mejorar la velocidad de los vehículos, además de mejorar la seguridad de los vehículos que la atraviesan. (Meñendez, 2003, pág. 11).

Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones Republica del Peru (2007), define el mejoramiento como aquel que (...) *Comprende obras que se ejecutan para elevar de manera sustancial el estándar de la vía, a efectos de atender en*



*forma oportuna y adecuada nuevas exigencias por cambios en las condiciones del tránsito, en la seguridad u otros aspectos. El Mejoramiento implica el redimensionamiento de la capacidad funcional, estructural y de seguridad de la calzada y/o los demás elementos viales.*

Por último, los términos de referencia integrados del servicio de gestión, mejoramiento y conservación vial por niveles de servicio del corredor vial pro region puno- paquete 01: "PE-3SM, PE-3SN, PE-34M, PE-34N, PE-34Ñ, PE-34O y PE-34P", establecen que (...) *el objetivo de las intervenciones es la de dotar de una solución a nivel de mejoramiento con pavimentos a nivel de soluciones básicas a los tramos del corredor vial que han sido evaluados en los estudios de preinversión, y que el Mejoramiento ejecutado debe alcanzar los parámetros de los niveles de servicio establecidos en el presente documento.*

Entonces conforme los párrafos anteriores el mejoramiento tienen como objetivo mejorar los caminos, ya sea en el ancho, alineamiento, curvatura o pendiente longitudinal para elevar de manera sustancial el estándar de la vía, y atender en forma oportuna y adecuada nuevas exigencias por cambios en las condiciones del tránsito, en la seguridad u otros aspectos, mejorando de ese modo la capacidad funcional, estructural y de seguridad de la calzada y/o los demás elementos viales.

## **2.3. Marco Conceptual**

### **2.3.1. Pavimento**

El Ministerio de Transporte y Comunicaciones, la caracteriza como una estructura compuesta que consiste en múltiples capas situadas en el subsuelo de la carretera, diseñada para resistir y distribuir las fuerzas ejercidas por los vehículos y, al mismo tiempo, mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para la circulación de los vehículos. (M.T.C., 2013, pág. 23)

En consecuencia, un pavimento constituye un conjunto estructural compuesto por capas relativamente alineadas horizontalmente, que se diseñan y construyen meticulosamente utilizando materiales adecuados.

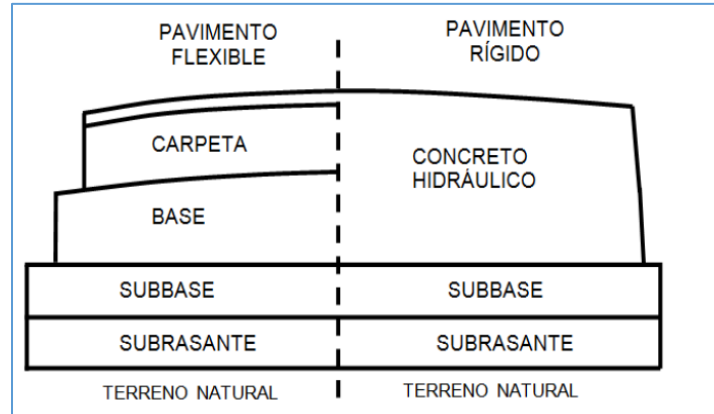


Figura 6. Estructura por Tipo de Pavimentos.  
Fuente: (Sotelo, 2013, pág. 3)

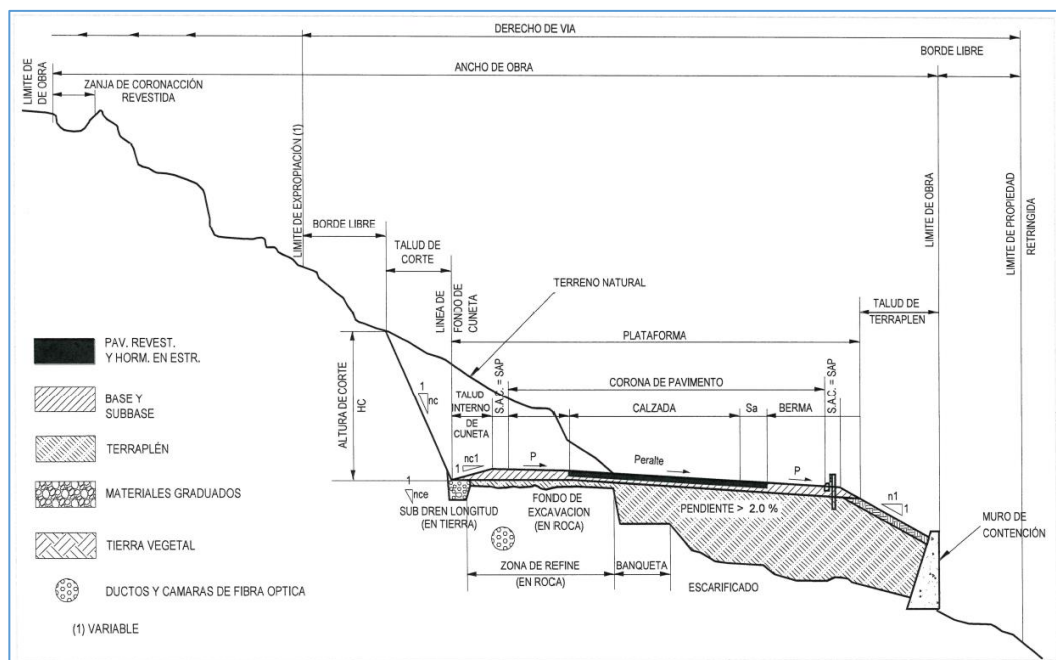


Figura 7. Componentes de un Pavimento en una Vía a Media Ladera  
Fuente: (Direccion General de Caminos y Ferrocarriles, 2018)

### 2.3.2. Tipos de Pavimentos

La categorización de los pavimentos se ejecuta de acuerdo con la composición estructural (las distintas capas que lo constituyen), ya que esto delimita su rendimiento y la manera en que las cargas dinámicas encontradas se transmiten desde la superficie a la capa del suelo fundamental denominada subsuelo. (Tacza & Rodriguez, 2018, pág. 19)

Básicamente, existen dos clasificaciones principales de pavimentos: la primera son los pavimentos rígidos y la segunda los pavimentos flexibles. Estas clasificaciones se distinguen por los materiales que las constituyen y la manera en que alojan y distribuyen las cargas. Específicamente, los pavimentos rígidos están constituidos por losas de concreto hidráulico, mientras que los pavimentos flexibles utilizan una mezcla bituminosa o concreto asfáltico como capa superficial.

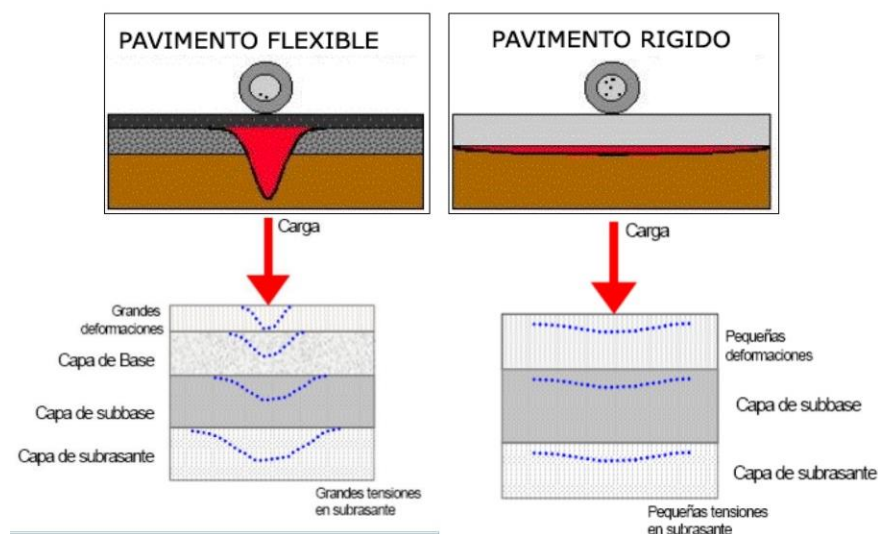


Figura 8. Tipos de Pavimentos

Fuente: (Chirinos, 2015, pág. 5)

Además, existe una categoría terciaria de pavimento, denominada pavimento mixto o pavimento articulado, que se compone principalmente de bloques de hormigón prefabricados en su superficie.

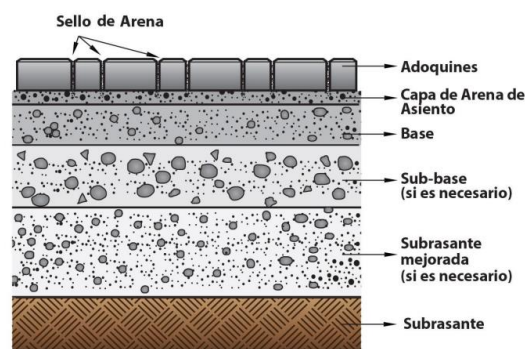


Figura 9. Pavimento Adoquinado

Fuente: (Olguin, 2015, pág. 3)

### 2.3.2.1. Pavimento Rígido.

Un pavimento rígido, según lo delineado por el Departamento Nacional de Planeación de Bogotá (DNP, 2017), está constituido en la capa superior por una losa de concreto, que se coloca sobre una base o directamente sobre un subsuelo, lo que facilita la transmisión de las fuerzas al suelo de una manera que minimiza su impacto.

En consecuencia, estos pavimentos están diseñados para cumplir la función de contrarrestar las tensiones normales y tangenciales ejercidas por los neumáticos de los vehículos, alineándose así con los atributos principales de los pavimentos de concreto hidráulico, que incluyen disposiciones para una vida útil operativa prolongada y requisitos mínimos de mantenimiento. (Calixto Gonzales, Gomez Beltran, Bravo Martinez, & Perico Granados, 2013, pág. 146).

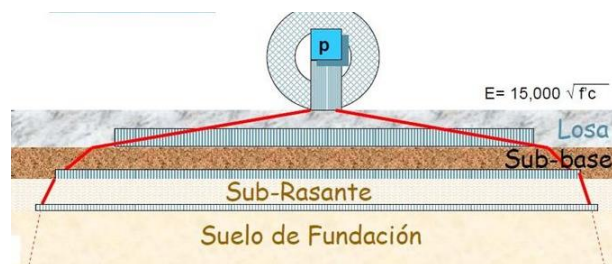


Figura 10. Pavimento Rígido

Fuente: (Mendes Semedo, 2010, pág. 5)

### 2.3.2.2. Pavimento Flexible.

Un pavimento flexible caracterizado por un aglutinante bituminoso, comúnmente denominado aglutinante asfáltico, ubicado en su capa superior, está sostenido por dos capas granulares distintas conocidas como base granular y subbase granular. (Minaya & Ordoñez, 2006, pág. 1).

En consecuencia, este tipo de suelo se denomina suelo flexible, ya que el aglutinante se deforma al aplicar cargas, que posteriormente vuelve a su estado original una vez que se retira la carga. Este suelo presenta una superficie rodante compuesta por una mezcla asfáltica que resiste directamente las tensiones

inducidas por el tráfico, con un aglutinante que absorbe eficazmente tanto las fuerzas horizontales como una parte de las verticales, lo que facilita la distribución de las cargas entre las capas subyacentes gracias a las propiedades de fricción y cohesión de los materiales constitutivos.

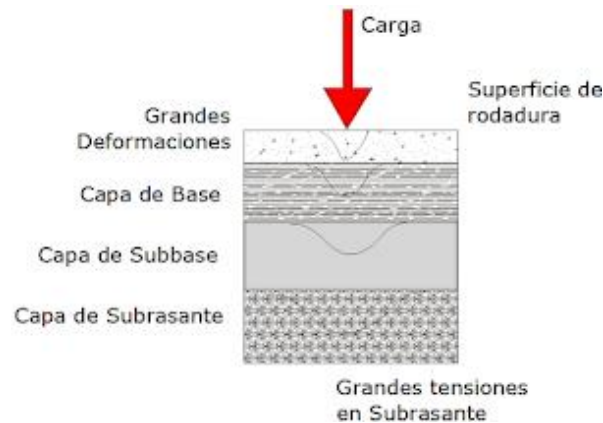


Figura 11. Pavimento Flexible

Fuente: (Martinez, 2018, pág. 6)

### 2.3.2.3. Pavimento Mixto.

Un pavimento compuesto o articulado constituye un sistema de pavimento en el que la capa de carga está compuesta de materiales como piedra, madera, arcilla o elementos contemporáneos de hormigón (adoquines), que se instala sobre una capa de arena y, al mismo tiempo, llena con arena los huecos intersticiales entre los adoquines.. (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2010, pág. 44)

El pavimento articulado se caracteriza por una colección de componentes prefabricados, construidos de concreto, que se aplican a un sustrato que les confiere una calidad estética, integridad estructural, longevidad y vida útil funcional. (Hernandez, 2018, pág. 5).

Entonces es un pavimento el cual confinada con un sello de arena estando de ese modo constituido por una subrasante, subbase, base, cama de arena y adoquines que es colocada sobre una superficie compactada.

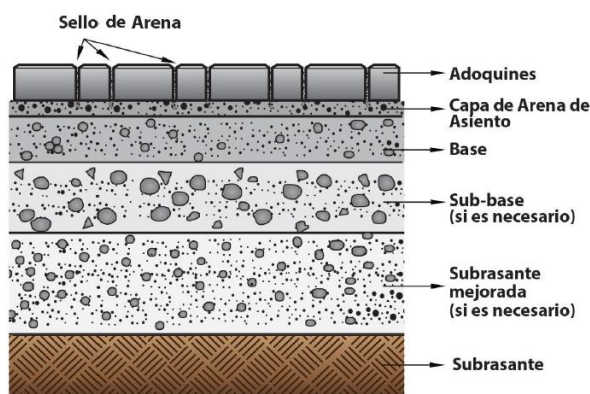


Figura 12. Pavimento Mixto  
Fuente: (ICCG, 2014, pág. 9)

### 2.3.3. Ciclo de Vida de un Pavimento

En el ámbito de la infraestructura vial, los pavimentos constituyen un elemento fundamental que contribuye significativamente al progreso de la sociedad; sin embargo, al igual que todos sus componentes constitutivos, pasan por un ciclo de vida integral que abarca desde su diseño inicial hasta su estado final de degradación. Por lo tanto, aclararé las diversas fases que experimenta un pavimento a lo largo de su ciclo de vida en la siguiente discusión.



Figura 13. Ciclo de un Proyecto Vial  
Fuente: (Barriga - Dall Orto S.A. Ingenieros consultores, 2011)

#### 2.3.3.1. Etapa de Diseño.

La fase de diseño representa el paso inicial en el desarrollo de un pavimento, por lo que el objetivo del diseño del pavimento es identificar, evaluar y cuantificar los factores actuales y potenciales a los que estará sujeto un pavimento en una carretera, ya sean internos o externos, con el objetivo de establecer los

parámetros necesarios y determinar las características esenciales que deben incorporarse para garantizar la creación de un pavimento robusto y eficiente. (CORASCO, 2008, pág. 10).

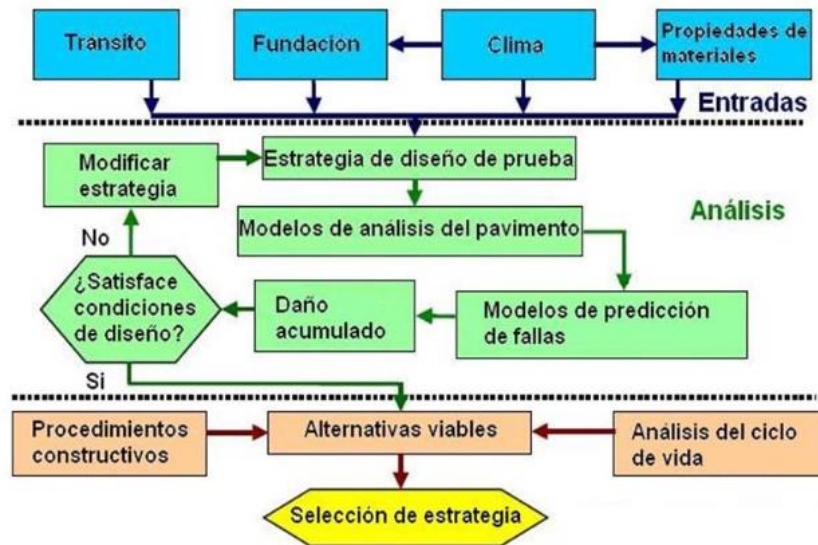


Figura 14. Diagrama de Diseño de un Pavimento

Fuente: (Cordo, 2014, pág. 2)

### 2.3.3.2. Etapa de Construcción.

Desde un punto de vista técnico, la fase de construcción comienza con la ejecución de las actividades preparatorias, que incluyen la movilización y desmovilización de la maquinaria, los estudios topográficos, la georreferenciación, el establecimiento de campamentos temporales y el mantenimiento de la seguridad vial. Posteriormente, se lleva a cabo el movimiento de tierras, que abarca la ejecución de excavaciones para la remoción del suelo y/o la limpieza de materiales de calidad inferior, junto con la construcción de terraplenes. Después de esto, se produce la implementación de los componentes estructurales del pavimento, denominados subbase granular, base granular, imprimación asfáltica y aglutinante asfáltico; es importante reconocer que estos elementos pueden variar según el tipo específico de pavimento y la mezcla asfáltica empleada.

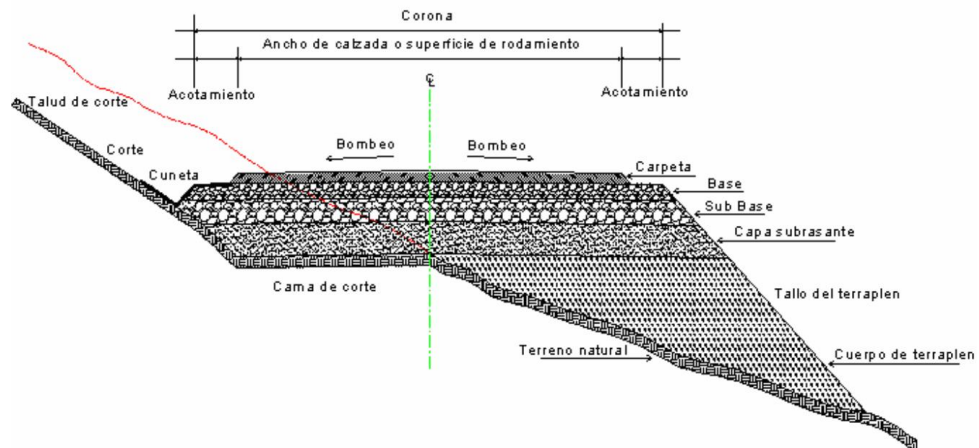


Figura 15. Sección de la construcción de un pavimento

Fuente: (CFE, 2009, pág. 5)

### 2.3.3.3. Etapa de Mantenimiento.

Abarca la serie de acciones emprendidas para mantener el estado físico óptimo de los diversos componentes que componen la infraestructura vial, garantizando así que el transporte siga siendo cómodo, seguro y rentable, al tiempo que tiene como objetivo salvaguardar el capital que ya se ha asignado a la carretera y evitar su degradación física prematura. (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2016)

El Manual de Carreteras de mantenimiento o Conservación Vial establece que la etapa de mantenimiento consiste en (...) *la ejecución de actividades de forma preventiva o correctiva con la finalidad de contar con un camino conservado en condiciones que garanticen el tránsito durante más tiempo, aplicando las técnicas, los materiales e insumos y la oportunidad de su realización como parte de una estrategia de intervención a mediano y largo plazo* (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2013)

El informe de Infraestructura elaborado por "International Strategy for Disaster Reduction" (2014), define al mantenimiento de infraestructura como una actividad (...) *necesaria para garantizar que es lo suficientemente fuerte como para resistir las fuerzas externas, especialmente las fuerzas relacionadas con el aumento de situaciones de amenaza. Como las estructuras y la edad de las redes, los*



*materiales se vuelven débiles, se parten o se resquebrajan, y los niveles de resistencia caen por debajo de lo que los materiales fueron diseñados para soportar. (International Strategy for Disaster Reduction, 2014)*

En este contexto, conceptualizamos el mantenimiento o la conservación como la fase particular del ciclo de vida de un pavimento en la que se implementan diversas actividades, a saber, medidas preventivas, correctivas, de rehabilitación o mejora, para garantizar el funcionamiento eficaz del pavimento, contribuyendo así positivamente al progreso económico y social.



## CAPITULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. Métodos Aplicados en la Investigación

##### 3.1.1. Método General

El Método utilizado de manera general, es la observación visual y análisis empírico - científico, puesto que todo el procedimiento de actividades de mejoramiento y conservación vial en la ruta desvió Limbani Phara debe ser identificado y plasmado en la presente investigación, además de realizar un análisis de los datos obtenidos por ensayos de campo y laboratorio, para verificar las hipótesis planteadas en la presente investigación.

##### 3.1.2. Método Específico

Inductivo, porque mediante la instalación de estaciones de monitoreo de los contaminantes, fue realizado haciendo uso de equipos calibrados con fecha de vigente menor a un año y metodologías de referencia, para después realizar un análisis y comparar los resultados con los estándares nacionales de calidad de aire agua y ruido ambiental

#### 3.2. Tipo de Investigación

Considerando el objetivo general de la tesis, la metodología de investigación empleada y con referencia al trabajo fundamental Metodología de la investigación

de Guillermina Baena Paz (2017), clasifíco esta investigación como perteneciente del tipo APLICADO-DESCRIPTIVO. Esta categorización se sustenta en la utilización de una amplia gama de técnicas teóricas, empíricas y estadísticas destinadas a recopilar datos del mundo empírico, mejorando así el corpus de conocimiento teórico científico general, que posteriormente se aplica y refina en contextos prácticos para abordar las exigentes necesidades articuladas por la sociedad.

### **3.3. Nivel de Investigación**

En la presente investigación se considera un nivel Exploratorio - Descriptivo, considerando que se determinará los valores de efectos en el entorno ambiental causados por las actividades de mejoramiento y conservación vial, colocándonos de forma directa con la realidad del estado en la cual se encuentran en campo, para obtener la información y cuantificarla, describirla y definir así los contaminantes causados por estas actividades y sea el punto de partida para la incorporación de monitoreos ambientales en otros servicios de mantenimiento y conservación de vías departamentales, locales u caminos vecinales.

### **3.4. Diseño de la Investigación**

La Investigación cuenta y fue aplicado un diseño Semi Experimental, puesto que para lograr el objetivo de la investigación, es necesario ejecutar ensayos de monitoreo ambiental para comparar los contaminantes generados en el mantenimiento y conservación vial con los ECAs; así mismo para determinar la Variación de la calidad del aire y como esta afecta con las Actividades de mejoramiento y conservación vial en la ruta desvío Limbani Phara, es necesario la realización de ensayos en campo y laboratorio; y demostrar la necesidad de realizar monitoreos ambientales en otros servicios de mantenimiento y conservación de vías departamentales, locales u caminos vecinales.



### 3.5. Enfoque de la Investigación

Para este caso de estudio, se ha realizado una investigación mixta, empleando enfoques cualitativos y cuantitativos. Esto, en gran parte, porque el objetivo principal se centra en localizar y establecer variaciones de recil y la contaminación; se hace imprescindible por un lado, un nivel de recoger datos a partir de cuantificaciones numéricas, así como un análisis estadístico, en conjunción con una evaluación de la calidad del aire para determinar si está dentro de los parámetros establecidos por la norma de estándares de calidad ambiental del Perú. Así, se puede argumentar que, en este caso, para determinar las cualidades y valores se hace necesario realizar la cuantificación de resultados a partir de la recolección de datos derivados del estudio como son: la cuantificación del PM10, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y el nivel de presión sonora continuo equivalente con ponderación "A" a través de monitoreos ambientales.

### 3.6. Población y Muestra

#### 3.6.1. Población de Estudio

Teniendo en cuenta que en 2023, de un total de 29028.0 kilómetros de la red nacional de carreteras, se han construido 27057.40 kilómetros y de estos, el 83.90 % está pavimentado (22690.30 km), donde se están realizando o se planean algunas obras de mantenimiento y mejora, sin incluir los 4367.10 km que están sin pavimentar, pero que requerirán mantenimiento y/o conservación en el futuro, cifra que aumentará para 2024; defino como población de estudio todas las construcciones viales nacionales existentes y futuras. Específicamente, las carreteras nacionales que tendrán obras de gestión, mejora y conservación realizadas en fases bajo el nivel de servicio proporcionado por Provias Nacional.



Figura 16. Red Vial Nacional Pavimentada y No Pavimentada  
Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2023)

### 3.6.2. Muestra de Estudio

La muestra de estudio está definida como la ruta desvió Limbani Phara, la cual está conformada desde el Km. 0+000 en el Empalme PE-34K (Dv. Limbani) y culmina en el Km. 25+000, puesto que en este tramo se realizaron actividades de mejoramiento; instalando durante la ejecución actividades de mejoramiento estaciones de monitoreo ambiental.

### 3.7. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información

Esta sección fue considerada dentro de la presente investigación para la definición de las técnicas, procedimientos, materiales y equipos que permiten determinar y cuantificar los indicadores de:

- Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM 10)
- Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>)
- Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>)
- Monóxido de Carbono (CO)
- Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A (LAeqT)

#### 3.7.1. Técnicas de Investigación.

Las técnicas adoptadas para la realización de la presente investigación son las siguientes:

### 3.7.1.1. Determinación de Parámetros de Calidad de Aire.

En relación con la medición de los parámetros de calidad ambiental concernientes a la contaminación del aire, las metodologías en ellos seculares fueron establecidas por el Ministerio del Ambiente a través del Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire, aprobado mediante el Decreto Supremo N°10- 2019 MINAM, por lo que se expone lo siguiente:

Tabla 15.  
Técnicas para Determinar Parámetros de Aire

Parámetro	Método (Ingles)	Método (Español)	Norma de Referencia
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	Reference method for the determination of sulfur dioxide in the atmosphere (Pararosaniline method)	Método de referencia para la determinación de dióxido de azufre en la atmósfera (método de pararosanilina)	EPA CFR 40, Appendic A-2 to part 50 – 2019.
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	Standard test method for nitrogen dioxide content of the atmosphere (Griess-Saltzman reaction)	Método de prueba estándar para el contenido de dióxido de nitrógeno de la atmósfera (reacción de Griess-Saltzman)	ASTM D1607-91 (2018) e1;2018
Monóxido de Carbono (CO)	Determination of carbon monoxide in the atmosphere, method 4; carboxybenzene sulfonamide.	Determinación de Monóxido de carbono en la atmosfera, método 4; carboxibenceno sulfonamida.	P. Peter O. Warner *Analysis of air pollutants) Ed. Español 1981, Cap 03, Pag. 121-122 (Validado-Modificado) – 2015
Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM 10)	Sampling of ambient air for total suspended particulate matter (SPM) and PM10 Using High Volume (HV) Sampler.	Muestreo de aire ambiente para materia particulada suspendida total (SPM) y PM10 utilizando un muestreador de alto volumen (HV).	EPA – Compendium Method IO – 2.1-1999

Fuente: Elaboración Propia - 2024

### 3.7.1.2. Determinación de Parámetros de Calidad de Ruido.

El método para establecer los parámetros de Ruido Ambiental se realizó siguiendo las directrices del Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental. Este protocolo fue aprobado mediante la Resolución Ministerial 227\*-2013-MINAM. Por ello, a continuación se presentan:

Tabla 16.  
Técnicas para Determinar Parámetros de Ruido

Parámetro	Método	Norma de Referencia
Ruido Ambiental	Acústica: Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 1: Índices básicos y procedimiento de evaluación	NTP-ISO-1996-1; 2007
	Acústica: Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 2: Determinación de los niveles de Ruido Ambiental.	NTP-ISO-1996-2; 2008

Fuente: Elaboración Propia – 2024

### 3.7.2. Instrumentos de Investigación

Los instrumentos utilizados para la realización de la presente investigación son las siguiente:

#### 3.7.2.1. Instrumentos de Parámetros de Calidad de Aire.

Para la determinación de los parámetros de calidad ambiental en el aire, los instrumentos aplicados están en relación a las técnicas establecidas en el protocolo nacional de monitoreo de la calidad ambiental del aire, aprobados con el Decreto Supremo N° 10-2019-MINAM, las cuales son las siguientes:

Tabla 17.  
Instrumentos para Determinar Parámetros de Aire

Parámetro	Equipo	Materiales
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	Tren de muestreo de gases con flujometro de aire	Solución Captadora – Teracloromercurato de potasio
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	Tren de muestreo de gases con flujometro de aire	Solución captadora – reactivo captador de NO <sub>2</sub>

Monóxido de Carbono (CO)	Tren de muestreo de gases con flujometro de aire	Solución Captadora – Solución alcalina de P-SABA
Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM 10)	Muestreador de Partículas de Alto Volumen (HI VOL)	Filtro de Cuarzo

Fuente: Elaboración Propia- 2024

A continuación, se detalla la información de los instrumentos utilizados para la investigación:

### A) Flujometro de Aire

Tabla 18.

Información del Flujometro de Aire

Información	Ilustración
Equipo: Flujometro de Aire	
Marca: Dwyer	
Modelo: VFA-21-SSV	
Número de Serie: T19AF	

Fuente: Elaboración Propia- 2024

### B) Tren de Muestreo de Gases

Tabla 19.

Información del Tren de Muestreo de Gases

Información	Ilustración
Equipo: Tren de Muestreo de Gases	
Marca: MYM	
Modelo: 05 Impingers	

Fuente: Elaboración Propia- 2024

### C) Muestreador de Partículas de Alto Volumen (HIVOL)

Tabla 20.

Muestreador de Partículas de Alto Volumen (HIVOL)

Información	Ilustración
Equipo: Muestreador de Partículas de Alto Volumen (HIVOL)	
Modelo: G10557PM10-1	
Número de Serie: P9504X	

Fuente: Elaboración Propia- 2024

### 3.7.2.2. Instrumentos de Parámetros de Calidad de Ruido.

Para la determinación de los parámetros de Ruido ambiental, los instrumentos aplicados están en relación a las técnicas establecidas en la Resolución Ministerial N° 227\*-2013-MINAM, las cuales son las siguientes:

Tabla 21.

Instrumento para Determinar el Ruido Ambiental

Parámetro	Equipo	Materiales
Ruido Ambiental	Sonómetro Clase 1	Calibrador de Campo

Fuente: Elaboración Propia- 2024

A continuación, se detalla la información de los instrumentos utilizados para la investigación:

#### A) Sonómetro Clase 1

Tabla 22.

Información del Sonómetro Clase 1

Información	Ilustración
Equipo: Sonómetro Clase 1	
Marca: 3M	
Modelo: SOUNDPRO SE/DL	
Número de Serie: BJS040026	

Fuente: Elaboración Propia- 2024

#### B) Calibrador Acústico

Tabla 23.

Información del Calibrador Acústico

Información	Ilustración
Equipo: Calibrador Acústico	
Marca: 3M	
Modelo: AC - 300	
Número de Serie: AC-300010635	

Fuente: Elaboración Propia

### **3.8. Valides y Confiabilidad del Instrumento de Investigación**

#### **3.8.1. Validación de los Instrumentos**

Los instrumentos mencionados en la sección 3.7.2. de instrumentos de investigación para la determinar los parámetros de calidad ambiental de aire y parámetros de ruido ambiental, fueron determinados conforme establece:

- El protocolo nacional de monitoreo de la calidad ambiental del aire, aprobados con el Decreto Supremo N° 10-2019-MINAM
- El protocolo nacional de monitoreo de Ruido ambiental, aprobados con la Resolución Ministerial N° 227\*-2013-MINAM

Asi mismos, los instrumentos utilizados para la presente investigación fueron validados por las empresas contratadas para el monitoreo ambiental "Belen Servicios de Ingeniería S.R.L.", "Yanapaqui Consultoría e ingeniería S.A.C y "Allin Hallpa Consultoría Ambiental", monitoreos que fueron realizados en los puntos seleccionados, remitiéndonos de ese modo el informe técnico correspondiente, con los datos obtenidos, resultados procesados y validando los resultados.

#### **3.8.2. Confiabilidad de los Instrumentos**

Los instrumentos mencionados en la sección 3.7.2. de instrumentos de investigación, fueron validados por las empresas contratadas para el monitoreo ambiental "Belen Servicios de Ingeniería S.R.L.", "Yanapaqui Consultoría e ingeniería S.A.C y "Allin Hallpa Consultoría Ambiental" y para la confiabilidad del instrumento utilizados en los ensayos realizados In Situ y procesamiento de datos en laboratorio, fue necesario contar con la respectiva certificación de laboratorio y calibración de los equipos aplicados.

### **3.9. Diseño de la Estrategia para la Prueba de Hipótesis**

La prueba de hipótesis es un procedimiento mediante el cual se especifican reglas para la aceptación o rechazo a una afirmación acerca de una población dependiendo de la evidencia proporcionada por una muestra de datos, en ese

sentido consideramos como nuestra hipótesis general e hipótesis específicas como las afirmaciones acerca de nuestra población y muestra de estudios, para que posteriormente en relación a los resultados obtenidos con la aplicación de las técnicas e instrumentos de investigación realicemos la evaluación y definamos finalmente si las hipótesis planteadas en la presente investigación serán aceptadas o rechazadas, por lo que será necesario aplicar la siguiente estrategia.

#### Primero: Plantear la hipótesis en términos estadísticos

Esta etapa consiste en representar el problema de investigación bajo la forma de dos hipótesis excluyentes:

- La Hipótesis Nula, con esta hipótesis planteamos que los valores comparados son iguales, además dependiendo del problema podría presentarse como:

$$H_0 : \mu = \mu_0 \quad \circ \quad H_0 : P = P_0$$
$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 \quad \circ \quad H_0 : P_1 = P_2$$

- La Hipótesis Alternativa, en esta hipótesis plantearemos que los valores comparados son distintos y por lo tanto pertenecen a universos distintos; así mismo dependiendo del problema podrá presentarse como:

$$H_1 : \mu \neq \mu_0 \quad \circ \quad H_1 : P \neq P_0$$
$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2 \quad \circ \quad H_1 : P_1 \neq P_2$$

#### Segundo: Elegir un nivel de Significancia

En esta etapa definiremos el nivel de significancia, siendo esta la probabilidad de que la diferencia observada se deba al azar, motivo por el cual utilizamos un valor igual o inferior al 0.05 u también es representado como alfa medios ( $\alpha/2$ ).



Figura 17. Representación del Nivel de Significancia

Fuente: (Quevedo Ricardi, 2011)

### Tercero: Cálculo estadístico de prueba a base de los datos muestrales

En esta etapa, el estadístico que se utilice para la prueba de la hipótesis dependerá de los elementos que participan en él, así pues cuando se trate de comparar los 2 promedios usaremos el estadístico "t d student";

### Cuarto: Buscar en la tabla que corresponda

En esta etapa, aplicaremos lo siguiente

" $P(z > z_0)$  cuando  $z_0$  sea positivo" o

" $P(z < z_0)$  cuando  $z_0$  sea negativo"

Esto consiste en que determinaremos la probabilidad de obtener el valor igual o mayor al estadístico calculado, en relación a los parámetros establecidos en las ECAS; cuando este sea positivo o cuando la probabilidad de obtener un valor menor o igual será un dato estadístico negativo.

### Quinto: Comparación Probabilidad – Nivel de Significancia

En esta etapa, decidiremos si la hipótesis nula es verdadera o falta, en razón a la evidencia aportada por los datos de la muestra aceptaremos o rechazaremos la hipótesis nula según sea la evaluación de cada hipótesis planteada en la investigación, entonces definiremos lo siguiente:

*"Se rechaza la hipótesis si la probabilidad encontrada en la tabla es inferior a la mitad del nivel de significancia ( $\alpha/2$ ), es decir si se encuentra en la zona de rechazo".*



Figura 18. Aceptación o rechazo de hipótesis

Fuente: Elaboración Propia

### Sexto: Elaboración de las conclusiones



En esta etapa, una vez aceptado o rechazado la hipótesis y habiendo tomado la decisión sobre la hipótesis planteada, debemos exponer los resultados con el grado de significancia y lo que significa en el contexto de nuestra investigación referida a la problemática planteada y objetivos planteados en la presente investigación.



## CAPITULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. Presentación, Análisis e Interpretación de los Datos

La Presentación de datos según Gutierrez Alvarez, Babativa, & Lozano (2004), es la representación precisa y completa de los datos es crucial para la aceptación de las publicaciones, por ello es aconsejable presentar los datos mediante tablas, gráficos o figuras para evitar errores o circunstancias indeseables.

Asi mismo, el proceso de análisis de la información y la interpretación de la misma según Sarduy Dominguez (2007), implica la adquisición de conocimientos pertinentes de varias fuentes de información, lo que permite una expresión clara e inequívoca del contenido, con el objetivo de almacenar y recuperar la información de manera efectiva. además de ser una actividad intelectual que logra el arte o la excelencia en refinar la experiencia profesional por parte del analista; la interpretación implica la aplicación de metodologías y protocolos de investigación.

##### 4.1.1. Datos de Monitore Ambiental en Mejoramiento

Considerando que la mejora es una actividad que eleva sustancialmente el estándar de la vía, el servicio de conservación y mantenimiento por niveles de servicio, mejora los caminos de la Ruta Limbani Phara en su ancho, alineamiento, curvatura y pendientes longitudinales. Esto se hace para mejorar el servicio dado

a la población usuaria a través de un pavimentado a nivel de soluciones básicas que comprende las siguientes actividades:

- Perfilado de superficie sin aporte de material granular.
- Aporte de agregados de cantera y estabilización con cemento portland,  $e=15\text{cm}$ .
- Imprimación con Emulsión Catiónica.
- Colocación de Otta Seal con PEN 120-150.

#### 4.1.1.1. Monitoreo de Calidad de Aire.

Según Salcido y otros autores (2019), el monitoreo atmosférico es definido como (...) "Una serie de procedimientos que permiten cuantificar los factores meteorológicos y también medir la calidad del aire en una región, así como para el desarrollo de puntos de referencia de calidad del aire y la evaluación de su cumplimiento" (Salcido, y otros, 2019). Acerca de esto, para poder determinar y cuantificar los resultados de la calidad de aire propuestos para esta investigación, se identificaron y midieron el Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM10), Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>), Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y Monóxido de Carbono (CO), los cuales están presentes en la zona influenciada por las obras de mejora de la ruta Limbani-Phara. Por esta razón, fue necesaria la monitoreo de calidad de aire con el uso de los instrumentos y técnicas descritas en la investigación, obteniendo los resultados que se detallan a continuación:

##### a) Datos del Primer Monitoreo Ambiental de Calidad del Aire

Tabla 24.

Primer Monitoreo Ambiental de Aire en Mejoramiento

N° de Punto de Evaluacion	1	2	3	4	
Codigo Muestreo	CA 01	CA 02	CA 03	CA 04	
Codigo de Laboratorio	M-22-06054	M-22-06056	M-22-41609	M-22-41511	
Coordenadas UTM	Este	366121.00	385958.00	368660.00	389881.00
	Norte	8461898.00	8434400.00	8428309.00	8453149.00
	Zona	19L	19L	19L	19L
Altitud (msnm)	3945.00	4181.00	4096.00	4242.00	
Ubicación Referencia	Ruta	Ruta 01	Ruta 04	Ruta 05	Ruta 03
	Referencia	Plaza C.P. Tayacchucho	Km. 29+630	Km. 5+470	Coasa

Muestreo	Inicio (Fecha y Hora)		03/07/2021 17:00	30/06/2021 12:00	02/07/2021 15:00	01/07/2021 13:30
	Fin (Fecha y Hora)		04/07/2021 17:00	01/07/2021 12:00	03/07/2021 15:00	02/07/2021 13:30
Parametro	LCM	LDM	Resultados (µg/m3)	Resultados (µg/m3)	Resultados (µg/m3)	Resultados (µg/m3)
SO2	5.20	41.00	< 41.00	< 41.00	< 41.00	< 41.00
NO2	24.95	3.90	< 3.90	< 3.90	< 3.90	< 5.20
CO	500.00	6523.00	< 652.00	< 652.00	< 652.00	< 652.00
PM10	0.27	1.00	13.00	13.00	22.70	68.90

(\*) Los resultados obtenidos corresponden a metodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

"<" : Menor que el Limite de Cuantificación del Método (LCM)

"<" : Menor que el Limite de Deteccion del Metodo (LDM)

Fuente; Elaboración Propia – 2024

## b) Datos del Segundo Monitoreo Ambiental de Calidad del Aire

Tabla 25.

Segundo Monitoreo Ambiental de Aire en Mejoramiento

N° de Punto de Evaluación		1	2	3	4	
Codigo Muestreo		CA 01	CA 02	CA 03	CA 04	
Codigo de Laboratorio		M-22-06054	M-22-06056	M-22-41609	M-22-41511	
Coordenadas UTM	Este	366125.00	395984.00	372345.00	399760.00	
	Norte	8461891.00	8457496.00	8417620.00	8411173.00	
	Zona	19L	19L	19L	19L	
	Altitud (msnm)	3729.00	3836.00	4016.00	4242.00	
Ubicación Referencia	Ruta	Ruta 01	Ruta 03	Ruta 04	Ruta 05	
	Referencia	C.P. Tayacchucho	C.P. Tahuana	Carlos Gutierrez	C.P. Oruro	
Muestreo	Inicio (Fecha y Hora)	09/02/2022 08:10	12/02/2022 10:30	09/02/2022 08:10	10/02/2022 09:00	
	Fin (Fecha y Hora)	10/02/2022 08:10	13/02/2022 10:30	10/02/2022 08:10	11/02/2022 09:00	
	Parametro	LCM	LDM	Resultados (µg/m3)	Resultados (µg/m3)	Resultados (µg/m3)
SO2	5.20	13.00	< 13.00	< 13.00	< 13.00	< 13.00
NO2	24.95	71.81	< 71.81	< 71.81	< 71.81	< 71.81
CO	500.00	1250.00	< 1250.00	< 1250.00	< 1250.00	< 1250.00
PM10	0.27	0.90	2.77	1.04	0.90	7.07

(\*) Los resultados obtenidos corresponden a metodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

"<" : Menor que el Limite de Cuantificación del Metodo (LCM)

"<" : Menor que el Limite de Deteccion del Metodo (LDM)

Fuente: Elaboracion Propia – 2024

### c) Datos del Tercer Monitoreo Ambiental de Calidad del Aire

Tabla 26.

Tercer Monitoreo Ambiental de Aire en Mejoramiento

N° de Punto de Evaluacion		1	2	3	4	
Codigo Muestreo		CA 01	CA 02	CA 03	CA 04	
Codigo de Laboratorio		M-22-41113	M-22-41115	M-22-41609	M-22-41511	
Coordenadas UTM	Este	362809.00	399599.00	356375.00	473947.00	
	Norte	8472517.00	8411232.00	8470433.00	8442371.00	
	Zona	19L	19L	19L	19L	
Ubicación Referencia	Altitud (msnm)	3633.00	4240.00	3573.00	1362.00	
	Ruta	Ruta 01	Ruta 05	Ruta 02	Ruta 07	
Muestreo	Referencia	C.P. Carabaya	C.P. Oruro	C.P. Hanac Ayllu	C.P. Massiapo	
	Inicio (Fecha y Hora)	05/08/2022 10:00	06/08/2022 13:00	07/08/2022 15:00	08/08/2022 16:00	
	Fin (Fecha y Hora)	06/08/2022 10:00	07/08/2022 13:00	08/08/2022 15:00	09/08/2022 16:00	
Parametro	LCM	LDM	Resultados (µg/m3)	Resultados (µg/m3)	Resultados (µg/m3)	Resultados (µg/m3)
SO2	5.20	13.00	< 13.00	< 13.00	< 13.00	< 13.00
NO2	24.95	71.81	< 71.81	< 71.81	< 71.81	< 71.81
CO	500.00	1250.00	< 1250.00	< 1250.00	< 1250.00	< 1250.00
PM10	0.27	0.90	25.14	8.53	24.61	10.84

(\*) Los resultados obtenidos corresponden a metodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

"<" : Menor que el Limite de Cuantificacion del Metodo (LCM)

"<" : Menor que el Limite de Deteccion del Metodo (LDM)

Fuente: Elaboracion Propia – 2024

### d) Datos del Cuarto Monitoreo Ambiental de Calidad del Aire

Tabla 27.

Cuarto Monitoreo Ambiental de Aire en Mejoramiento

N° de Punto de Evaluacion		1	2	3	4	
Codigo Muestreo		CA 01	CA 02	CA 03	CA 04	
Codigo de Laboratorio		M-22-67798	M-22-68400	M-22-68401	M-22-68401	
Coordenadas UTM	Este	356375.00	390226.00	425745.00	472665.00	
	Norte	8470433.00	8453893.00	8409745.00	8442442.00	
	Zona	19L	19L	19L	19L	
Ubicación Referencia	Altitud (msnm)	3573.00	3729.00	3991.00	1462.00	
	Ruta	Ruta 02	Ruta 03	Ruta 06	Ruta 07	
Muestreo	Referencia	C.P. Hanac Ayllu	C.P. Coasa	C.P. Canu Canu	C.P. Massiapo	
	Inicio (Fecha y Hora)	20/11/2022 09:00	21/11/2022 11:00	22/11/2022 12:00	23/11/2022 14:00	
	Fin (Fecha y Hora)	21/11/2022 09:00	22/11/2022 11:00	23/11/2022 12:00	24/11/2022 14:00	
Parametro	LCM	LDM	Resultados (µg/m3)	Resultados (µg/m3)	Resultados (µg/m3)	Resultados (µg/m3)
SO2	5.20	13.00	< 13.00	< 13.00	< 13.00	< 13.00
NO2	24.95	71.81	< 71.81	< 71.81	< 71.81	< 71.81
CO	500.00	1250.00	< 1250.00	< 1250.00	< 1250.00	< 1250.00
PM10	0.27	0.90	12.27	17.18	12.27	9.82

(\*) Los resultados obtenidos corresponden a metodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

"<" : Menor que el Limite de Cuantificacion del Metodo (LCM)

"<" : Menor que el Limite de Deteccion del Metodo (LDM)

Fuente: Elaboracion Propia – 2024



#### 4.1.1.2. Monitoreo de Ruido Ambiental.

Según Orozco Medina & Gonzalez (2015), se reconoce al monitoreo atmosférico como (...) *La importancia de la contaminación por ruido en las ciudades, radica en sus connotaciones como determinante de la calidad de vida de sus habitantes, dado los efectos que tiene para la salud y el bienestar de las personas, verificar el avance en la regulación normativa, formular proyectos de investigación y determinar los efectos por exposición a altos niveles de ruido y divulgarlos.*

En ese sentido, para la presente investigación con el objetivo de determinar y cuantificar resultados del Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A (LAeqT) que se presentan en el área de influencia de las actividades de mejoramiento de la ruta Limbani-Phara; fue necesario la instalación de estaciones de Monitoreo de Ruido Ambiental y de ese modo obtener los siguientes resultados:



## a) Datos del Primer Monitoreo de Ruido Ambiental

Tabla 28.

Primer Monitoreo de Ruido en Mejoramiento

N° de Punto de Evaluacion		1	2	3	4	5	6	7	8
Codigo Muestreo		RA 01	RA 02	RA 03	RA 04	RA 05	RA 06	RA 07	RA 08
Codigo de Laboratorio		ECO-02251	ECO-02252	ECO-02253	ECO-02254	ECO-02255	ECO-02256	ECO-02257	ECO-02258
<b>Coordenadas UTM</b>	Este	366484.00	385958.00	368660.00	389881.00	382205.00	388558.00	376989.00	372599.00
	Norte	8462924.00	8434400.00	8428309.00	8453149.00	8432569.00	8434966.00	8447408.00	8440430.00
	Zona	19L	19L	19L	19L	19L	19L	19L	19L
<b>Ubicación Referencia</b>	Altitud (msnm)	4054.00	4181.00	4096.00	3710.00	4529.00	4268.00	4153.00	4631.00
	Ruta	<b>Ruta 01</b>	<b>Ruta 04</b>	<b>Ruta 03</b>	<b>Ruta 03</b>	<b>Ruta 04</b>	<b>Ruta 04</b>	<b>Ruta 03</b>	<b>Ruta 03</b>
	Referencia	CP. Tayaccucho	Km. 29+630	Km. 5+470	Coasa	Km. 24+280	KM. 32+340	Km. 33+700	Km. 20+340
<b>Detalles</b>	Producto	<b>Ruido Ambiental</b>	<b>Ruido Ambiental</b>	<b>Ruido Ambiental</b>	<b>Ruido Ambiental</b>	<b>Ruido Ambiental</b>	<b>Ruido Ambiental</b>	<b>Ruido Ambiental</b>	<b>Ruido Ambiental</b>
	Horario	<b>Diurno</b>	<b>Diurno</b>	<b>Diurno</b>	<b>Diurno</b>	<b>Diurno</b>	<b>Diurno</b>	<b>Diurno</b>	<b>Diurno</b>
	Fecha y Hora	03/07/2021 12:00	01/07/2021 09:00	02/07/2021 08:30	01/07/2021 14:00	30/06/2021 15:00	01/07/2021 08:00	01/07/2021 15:00	01/07/2021 15:40
<b>Parametro</b>	<b>Tipo de Medicion</b>	<b>Resultados dB (A)</b>	<b>Resultados dB (A)</b>	<b>Resultados dB (A)</b>	<b>Resultados dB (A)</b>	<b>Resultados dB (A)</b>	<b>Resultados dB (A)</b>	<b>Resultados dB (A)</b>	<b>Resultados dB (A)</b>
<b>Ruido Ambiental (*)</b>	L. Maximo	<b>80.00</b>	<b>82.20</b>	<b>73.40</b>	<b>70.20</b>	<b>70.30</b>	<b>73.80</b>	<b>65.70</b>	<b>59.00</b>
	L. Minimo	<b>24.50</b>	<b>45.60</b>	<b>48.20</b>	<b>38.00</b>	<b>34.80</b>	<b>37.20</b>	<b>44.20</b>	<b>33.00</b>
	L. Equivalente (LAeqt corregido)	58.10	58.40	55.00	54.20	51.20	58.90	49.50	50.50

(\*) Los resultados obtenidos corresponden a metodos que han sido acreditados por la IAS

dB (A) : Decibeles Medidos en Ponderacion A

Laeqt CORREGIDO : Nivel Sonoro Equivalente Corregido en el Tiempo Medido en Ponderacion A

Fuente; Elaboración Propia – 2024



## b) Datos del Segundo Monitoreo de Ruido Ambiental

Tabla 29.

Segundo Monitoreo de Ruido en Mejoramiento

N° de Punto de Evaluacion		1	2	3	4	5	6	7	8
Codigo Muestreo		RA 01	RA 02	RA 03	RA 04	RA 05	RA 06	RA 07	RA 08
Codigo de Laboratorio		M-22-6559	M-22-6560	M-22-6561	M-22-6562	M-22-6563	M-22-6564	M-22-6565	M-22-6566
<b>Coordenadas UTM</b>	Este	366124.00	368417.00	395984.00	389881.00	371502.00	372345.00	399760.00	425491.00
	Norte	8461891.00	8461782.00	8457496.00	8453149.00	8440445.00	8417620.00	8411173.00	8436010.00
	Zona	19L	19L	19L	19L	19L	19L	19L	19L
<b>Ubicación Referencia</b>	Altitud (msnm)	3729.00	4205.00	3836.00	3730.00	4646.00	4016.00	4242.00	3310.00
	Ruta	<b>Ruta 01</b>	<b>Ruta 01</b>	<b>Ruta 03</b>	<b>Ruta 03</b>	<b>Ruta 03</b>	<b>Ruta 05</b>	<b>Ruta 05</b>	<b>Ruta 05</b>
	Referencia	CP. Tayaccucho	Km. 136.020	C.P. Tahuana	C.P. Coasa	Control Coasa Km. 19.200	Salida Carlos Guttierrez	C.P. Oruro	Distrito Limbani
<b>Detalles</b>	Producto	<b>Ruido Ambiental</b>	<b>Ruido Ambiental</b>	<b>Ruido Ambiental</b>	<b>Ruido Ambiental</b>	<b>Ruido Ambiental</b>	<b>Ruido Ambiental</b>	<b>Ruido Ambiental</b>	<b>Ruido Ambiental</b>
	Horario	<b>Diurno</b>	<b>Diurno</b>	<b>Diurno</b>	<b>Diurno</b>	<b>Diurno</b>	<b>Diurno</b>	<b>Diurno</b>	<b>Diurno</b>
	Fecha y Hora	09/02/2022 11:20	11/02/2022 15:00	12/02/2022 10:50	09/02/2022 15:10	09/02/2022 14:00	09/02/2022 08:50	10/02/2022 09:30	10/02/2022 11:10
<b>Parametro</b>	<b>Tipo de Medicion</b>	<b>Resultados dB (A)</b>	<b>Resultados dB (A)</b>	<b>Resultados dB (A)</b>	<b>Resultados dB (A)</b>	<b>Resultados dB (A)</b>	<b>Resultados dB (A)</b>	<b>Resultados dB (A)</b>	<b>Resultados dB (A)</b>
<b>Ruido Ambiental (*)</b>	L. Maximo	<b>74.90</b>	<b>74.10</b>	<b>76.90</b>	<b>72.30</b>	<b>73.80</b>	<b>63.30</b>	<b>86.70</b>	<b>70.80</b>
	L. Minimo	<b>40.90</b>	<b>48.30</b>	<b>46.50</b>	<b>42.20</b>	<b>33.80</b>	<b>39.90</b>	<b>41.70</b>	<b>50.10</b>
	L. Equivalente (LAeqt corregido)	47.00	57.00	55.00	55.00	48.00	44.00	56.00	58.00

(\*) Los resultados obtenidos corresponden a metodos que han sido acreditados por la IAS

dB (A) : Decibeles Medidos en Ponderacion A

LAeqt CORREGIDO : Nivel Sonoro Equivalente Corregido en el Tiempo Medido en Ponderacion A

Fuente; Elaboración Propia – 2024



### c) Datos del Tercer Monitoreo de Ruido Ambiental

Tabla 30.

Tercer Monitoreo de Ruido en Mejoramiento

N° de Punto de Evaluacion		1	2	3	4	5	6	7	8
Codigo Muestreo		RA 01	RA 02	RA 03	RA 04	RA 05	RA 06	RA 07	RA 08
Codigo de Laboratorio		M-22-68393	M-22-68394	M-22-68395	M-22-68396	M-22-68397	M-22-68398	M-22-68399	M-22-68400
<b>Coordenadas UTM</b>	Este	362809.00	399599.00	353675.00	473947.00	363550.00	363628.00	359365.00	415344.00
	Norte	8472517.00	8411232.00	8470433.00	8442371.00	8470189.00	8469328.00	8462662.00	8404811.00
	Zona	19L	19L	19L	19L	19L	19L	19L	19L
<b>Ubicación Referencia</b>	Altitud (msnm)	3633.00	4240.00	3573.00	1362.00	3865.00	3990.00	4355.00	4305.00
	Ruta	<b>Ruta 01</b>	<b>Ruta 05</b>	<b>Ruta 02</b>	<b>Ruta 07</b>	<b>Ruta 01</b>	<b>Ruta 01</b>	<b>Ruta 05</b>	<b>Ruta 06</b>
<b>Detalles</b>	Referencia	Plaza C.P. Carabaya	C.P. Oruro	C.P. Hanac Aylo	C.P. Massiapo	Ruta 01 Tramo V	Ruta 01 Tramo V	Tramo 02	-
	Producto	<b>Ruido Ambiental</b>	<b>Ruido Ambiental</b>	<b>Ruido Ambiental</b>	<b>Ruido Ambiental</b>	<b>Ruido Ambiental</b>	<b>Ruido Ambiental</b>	<b>Ruido Ambiental</b>	<b>Ruido Ambiental</b>
	Horario	<b>Ruido Diurno</b>	<b>Ruido Diurno</b>	<b>Ruido Diurno</b>	<b>Ruido Diurno</b>	<b>Ruido Diurno</b>	<b>Ruido Diurno</b>	<b>Ruido Diurno</b>	<b>Ruido Diurno</b>
<b>Parametro</b>	Fecha y Hora	05/08/2022 10:50	06/08/2022 10:30	07/08/2022 15:30	08/08/2022 16:30	05/08/2022 13:35	05/08/2022 14:50	05/08/2022 15:30	08/08/2022 17:10
	<b>Tipo de Medicion</b>	<b>Resultados dB (A)</b>	<b>Resultados dB (A)</b>	<b>Resultados dB (A)</b>	<b>Resultados dB (A)</b>	<b>Resultados dB (A)</b>	<b>Resultados dB (A)</b>	<b>Resultados dB (A)</b>	<b>Resultados dB (A)</b>
<b>Ruido Ambiental (*)</b>	L. Maximo	<b>63.60</b>	<b>55.10</b>	<b>74.10</b>	<b>73.40</b>	<b>78.90</b>	<b>82.50</b>	<b>77.20</b>	<b>69.30</b>
	L. Minimo	<b>39.70</b>	<b>38.20</b>	<b>46.20</b>	<b>52.60</b>	<b>40.20</b>	<b>52.90</b>	<b>36.20</b>	<b>49.20</b>
	L. Equivalent (LAeqt corregido)	42.30	44.10	53.40	59.00	55.40	66.20	52.00	55.60

(\*) Los resultados obtenidos corresponden a metodos que han sido acreditados por la IAS

dB (A) : Decibeles Medidos en Ponderacion A

Laeqt CORREGIDO : Nivel Sonoro Equivalente Corregido en el Tiempo Medido en Ponderacion A

Fuente; Elaboración Propia - 2024



### d) Datos del Cuarto Monitoreo de Ruido Ambiental

Tabla 31.

Cuarto Monitoreo de Ruido en Mejoramiento

N° de Punto de Evaluacion		1	2	3	4	5	6	7	8
Codigo Muestreo		RA 01	RA 02	RA 03	RA 04	RA 05	RA 06	RA 07	RA 08
Codigo de Laboratorio		M-22-68393	M-22-68394	M-22-68395	M-22-68396	M-22-68397	M-22-68398	M-22-68399	M-22-68400
Coordenadas UTM	Este	356375.00	390226.00	425745.00	472665.00	359202.00	392460.00	416318.00	471588.00
	Norte	8470433.00	8453893.00	8409745.00	8442442.00	8463031.00	8456394.00	8405459.00	8441626.00
	Zona	19L	19L	19L	19L	19L	19L	19L	19L
Ubicación Referencia	Altitud (msnm)	3573.00	3729.00	3991.00	1462.00	4453.00	3695.00	4353.00	1472.00
	Ruta	Ruta 02	Ruta 03	Ruta 06	Ruta 07	Ruta 02	Ruta 03	Ruta 06	Ruta 07
Detalles	Referencia	Cantera	C.P. Coasa	C.P. Canu Canu	C.P. Massiapo	Cantera Km. 2+220 (LI)	Cantera 58+150	Planta de Concreto	Km. 10+900
	Producto	Ruido Ambiental	Ruido Ambiental	Ruido Ambiental	Ruido Ambiental	Ruido Ambiental	Ruido Ambiental	Ruido Ambiental	Ruido Ambiental
	Horario	Diurno	Diurno	Diurno	Diurno	Diurno	Diurno	Diurno	Diurno
	Fecha y Hora	20/11/2022 09:30	21/11/2022 11:20	22/11/2022 12:20	23/11/2022 14:30	20/11/2022 11:20	21/11/2022 11:50	22/11/2022 15:00	24/11/2022 08:00
Parametro	Tipo de Medicion	Resultados dB (A)	Resultados dB (A)	Resultados dB (A)	Resultados dB (A)	Resultados dB (A)	Resultados dB (A)	Resultados dB (A)	Resultados dB (A)
Ruido Ambiental (*)	L. Maximo	65.30	63.20	73.10	71.40	67.60	58.80	70.20	75.40
	L. Minimo	43.90	45.90	44.80	41.80	40.20	38.80	39.20	50.10
	L. Equivalente (LAeqt corregido)	49.80	51.20	56.40	59.20	53.90	44.60	43.60	68.80

(\*) Los resultados obtenidos corresponden a metodos que han sido acreditados por la IAS

dB (A) : Decibeles Medidos en Ponderacion A

LAeqt CORREGIDO : Nivel Sonoro Equivalente Corregido en el Tiempo Medido en Ponderacion A

Fuente: Elaboración Propia - 2024

#### 4.1.2. Datos de Monitoreo Ambiental en Conservación

Siendo la conservación vial, un conjunto de actividades planificadas y ejecutadas con la dirección de ingenieros civiles especialistas, para mantener en buen estado las vías y de ese modo mantener cada uno de sus elementos que lo componen, complementan y conservar en las mejores condiciones para el tráfico, en el servicio de gestión mejoramiento y conservación vial por niveles de servicio del corredor vial Pro Región Puno- Paquete 01, para la Ruta Limbani Phara se planifico la conservación rutinaria antes del mejoramiento (CRAME) y Conservación rutinaria después del mejoramiento (CRDME), realizando las siguientes actividades:

Tabla 32.

Conservación Rutinaria Antes del Mejoramiento (CRAME)

Item	Descripción	Und.
<b>01</b>	<b>TRABAJOS EN PLATAFORMA</b>	
01.01	LIMPIEZA GENERAL (CALZADA-BERMAS)	km
01.02	PERFILADO DE LA SUPERFICIE SIN APORTE DE MATERIAL GRANULAR	m2
01.03	BACHEO EN AFIRMADO	m3
01.04	LIMPIEZA DE DERRUMBES Y HUAYCOS MENORES	m3
<b>02</b>	<b>CONSERVACIÓN DE DRENAJE SUPERFICIAL</b>	
02.01	RECONFORMACIÓN DE CUNETAS NO REVESTIDAS	m
02.02	LIMPIEZA DE CUNETAS REVESTIDAS	m
02.03	LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS	Und.
02.04	LIMPIEZA DE BADENES	Und.
02.05	LIMPIEZA DE PUENTES	Und.
02.06	ENCAUSAMIENTO DE CURSOS DE AGUA	m3
<b>03</b>	<b>CONSERVACIÓN DE SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL</b>	
03.01	LIMPIEZA DE SEÑALES VERTICALES	Und.
<b>04</b>	<b>PROTECCIÓN AMBIENTAL</b>	
04.01	ACONDICIONAMIENTO DE MATERIAL EXCEDENTE EN DME	m3

Fuente: Elaboración Propia - 2024

Tabla 33.

Conservación Rutinaria Después del Mejoramiento (CRDME)

Item	Descripción	Und.
<b>1</b>	<b>TRABAJOS EN PLATAFORMA</b>	
1.01	LIMPIEZA GENERAL (CALZADA-BERMAS)	Km
1.02	ROCE DE VEGETACION	m2
1.03	SELLADO DE FISURAS ENTRE 1 Y 3 mm	m
1.04	SELLADO DE FISURAS MAYORES A 3 mm	m
1.05	PARCHADO SUPERFICIAL EN CALZADA	m2
1.06	PARCHADO PROFUNDO EN CALZADA	m2
1.07	SELLOS ASFALTICOS	m2
1.07	LIMPIEZA DE DERRUMBES Y HUAYCOS MENORES	m3
<b>2</b>	<b>DRENAJE Y OBRAS COMPLEMENTARIAS</b>	
2.01	RECONFORMACION DE CUNETAS NO REVESTIDAS	m
2.02	LIMPIEZA DE CUNETAS NO REVESTIDAS	m
2.03	LIMPIEZA DE CUNETAS REVESTIDAS	m
2.04	CONSERVACION DE ALCANTARILLAS	und
2.05	CONSERVACION DE BADENES	und
2.06	CONSERVACION DE PUENTES	und
2.07	REPARACIONES MENORES DE OBRAS DE ARTE	m3
2.08	ENCAUSAMIENTO DE CURSOS DE AGUA	m3
<b>3</b>	<b>CONSERVACION DE SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL</b>	
3.01	CONSERVACION DE SEÑALES VERTICALES	und
3.02	CONSERVACION DE POSTES DELINEADORES	und
3.03	CONSERVACION DE POSTES KILOMETRICOS	und
3.04	CONSERVACION DE GIBAS O RESALTO	m
3.05	REPOSICION DE SEÑALES PREVENTIVAS	und
3.06	REPOSICION DE SEÑALES INFORMATIVAS	m2
3.07	REPOSICION DE POSTES DELINEADORES	und
3.08	REPOSICION DE POSTES KILOMETRICOS	und
3.09	REPOSICION DE GIBAS O RESALTO	m
3.1	MARCAS EN EL PAVIMENTO	m2
3.11	PINTADO DE MUROS Y PARAPETOS	m2
<b>4</b>	<b>PROTECCIÓN AMBIENTAL</b>	
4.01	ACONDICIONAMIENTO DE MATERIAL EXCEDENTE EN DME	m3

Fuente: Elaboración Propia - 2024

#### 4.1.2.1. Monitoreo de Calidad de Aire.

Con el objetivo de determinar y cuantificar resultados de la calidad del aire, Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM 10), Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>), Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y Monóxido de Carbono (CO), que se encuentran presentes en el área de influencia de las actividades de Conservación

Vial de la ruta Limbani-Phara; fue necesario la instalación de estaciones de Monitoreo de calidad de aire con el uso de los instrumentos y técnicas detalladas en la presente investigación, logrando de ese modo obtener los siguientes resultados:

a) Datos del Primer Monitoreo Ambiental de Calidad del Aire

Tabla 34.

Primer Monitoreo Ambiental de Aire en Conservación

N° de Punto de Evaluacion			1		2		3		4	
Codigo Muestreo			CA 01		CA 02		CA 03		CA 04	
Codigo de Laboratorio			M-21-04467		M-21-04468		M-21-04668		M-21-04669	
Coordenadas UTM	Este		345239.00		331206.00		470080.00		473946.00	
	Norte		8444124.00		8409163.00		8437586.00		8442369.00	
	Zona		19L		19L		19L		19L	
Ubicación Referencia	Altitud (msnm)		4323.00		4138.00		1464.00		1364.00	
	Ruta		Ruta 05		Ruta 01		Ruta 07		Ruta 07	
Muestreo	Referencia		Mant. Rutinario		H. Munapata		C.P. Picopata		Distrito Massiapo	
	Inicio (Fecha y Hora)		11/02/2021 05:30		11/02/2021 09:00		13/02/2021 10:30		13/02/2021 08:30	
Muestreo	Fin (Fecha y Hora)		12/02/2021 05:30		12/02/2021 09:00		14/02/2021 10:30		14/02/2021 08:30	
	Parametro	LCM LDM	Resultados (µg/m3)		Resultados (µg/m3)		Resultados (µg/m3)		Resultados (µg/m3)	
SO2	5.20 13.00	< 13.00	< 13.00	< 13.00	< 13.00	< 13.00	< 13.00	< 13.00	< 13.00	
NO2	24.95 71.81	< 104.17	< 104.17	< 104.17	< 104.17	< 104.17	< 104.17	< 104.17	< 104.17	
CO	500.00 1250.00	< 1250.00	< 1250.00	< 1250.00	< 1250.00	< 1250.00	< 1250.00	< 1250.00	< 1250.00	
PM10	0.27 0.90	22.06	16.32	23.74	27.04					

(\*) Los resultados obtenidos corresponden a metodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

"<" : Menor que el Limite de Cuantificacion del Metodo (LCM)

"<" : Menor que el Limite de Deteccion del Metodo (LDM)

Fuente; Elaboración Propia - 2024

b) Datos del Segundo Monitoreo Ambiental de Calidad del Aire

Tabla 35.

Segundo Monitoreo Ambiental de Aire en Conservación

N° de Punto de Evaluacion			1		2		3		4	
Codigo Muestreo			CA 01		CA 02		CA 03		CA 04	
Codigo de Laboratorio			M-21-65960		M-21-65962		M-21-66297		M-21-65961	
Coordenadas UTM	Este		389882.00		392302.00		331201.00		366471.00	
	Norte		8453153.00		8436336.00		8409156.00		8462904.00	
	Zona		19L		19L		19L		19L	
Ubicación Referencia	Altitud (msnm)		3729.00		4014.00		4142.00		4102.00	
	Ruta		Ruta 03		Ruta 04		Ruta 05		Ruta 01	
Muestreo	Referencia		Entrada Coasa (LI)		C.P. Sallaconi (LI)		Mant. Rutinario		C.P. Tayaccucho	
	Inicio (Fecha y Hora)		17/12/2022 12:00		18/12/2022 16:00		19/12/2022 15:00		18/12/2022 14:00	
Muestreo	Fin (Fecha y Hora)		18/12/2022 12:00		19/12/2022 16:00		20/12/2022 15:00		19/12/2022 14:00	
	Parametro	LCM LDM	Resultados (µg/m3)		Resultados (µg/m3)		Resultados (µg/m3)		Resultados (µg/m3)	
SO2	5.20 13.00	< 13.00	< 13.00	< 13.00	< 13.00	< 13.00	< 13.00	< 13.00	< 13.00	



<b>NO2</b>	24.95	71.81	<	71.81	<	71.81	<	71.81	<	71.81
<b>CO</b>	500.00	1250.00	<	1250.00	<	1250.00	<	1250.00	<	1250.00
<b>PM10</b>	0.27	0.90		7.57		8.23		21.87		6.94

(\*) Los resultados obtenidos corresponden a metodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

"<" : Menor que el Limite de Cuantificacion del Metodo (LCM)

"<<" : Menor que el Limite de Deteccion del Metodo (LDM)

Fuente: Elaboración Propia – 2024

#### 4.1.2.2. Monitoreo de Ruido Ambiental.

En ese sentido, para la presente investigación con el objetivo de determinar y cuantificar resultados del Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A (LAeqT) que se presentan en el área de influencia de las actividades de Conservación Vial de la ruta Limbani-Phara, fue necesario la instalación de estaciones de Monitoreo de Ruido Ambiental con el uso de los instrumentos y técnicas detalladas en la presente investigación, obteniendo los siguientes resultados:



## e) Datos del Primer Monitoreo de Ruido Ambiental

Tabla 36.

Primer Monitoreo de Ruido en Conservación

N° de Punto de Evaluacion		1	2	3	4	5	6	7	8
Codigo Muestreo		RA 01	RA 02	RA 03	RA 04	RA 05	RA 06	RA 07	RA 08
Codigo de Laboratorio		M-21-04755	M-21-04756	M-21-04757	M-21-04758	M-21-04759	M-21-04760	M-21-04761	M-21-04762
<b>Coordenadas UTM</b>	Este	357244.00	330326.00	470080.00	473946.00	470421.00	473986.00	415631.00	399822.00
	Norte	8475695.00	8407872.00	8437586.00	8442369.00	8437817.00	8450624.00	8405548.00	8411164.00
	Zona	19L	19L	19L	19L	19L	19L	19L	19L
	Altitud (msnm)	3447.00	4118.00	1464.00	1364.00	1383.00	1353.00	4353.00	4235.00
<b>Ubicación Referencia</b>	Ruta	<b>Ruta 05</b>	<b>Ruta 02</b>	<b>Ruta 07</b>	<b>Ruta 07</b>	<b>Ruta 07</b>	<b>Ruta 07</b>	<b>Ruta 05</b>	<b>Ruta 06</b>
	Referencia	Mantenimiento Rutinario	Mantenimiento Rutinario	C.P. Alcopata	Distrito Massiapo	Km. 6+400	Patayanamayo	C.P. Capillapampa	C.P. Oruro
<b>Detalles</b>	Producto	<b>Ruido Ambiental</b>	<b>Ruido Ambiental</b>	<b>Ruido Ambiental</b>	<b>Ruido Ambiental</b>	<b>Ruido Ambiental</b>	<b>Ruido Ambiental</b>	<b>Ruido Ambiental</b>	<b>Ruido Ambiental</b>
	Horario	<b>Diurno</b>	<b>Diurno</b>	<b>Diurno</b>	<b>Diurno</b>	<b>Diurno</b>	<b>Diurno</b>	<b>Diurno</b>	<b>Diurno</b>
	Fecha y Hora	11/02/2021 14:15	11/02/2021 09:15	13/02/2021 10:00	13/02/2021 08:00	13/02/2021 15:15	13/02/2021 15:15	15/02/2021 07:30	15/02/2021 08:30
<b>Parametro</b>	<b>Tipo de Medicion</b>	<b>Resultados</b>	<b>Resultados</b>	<b>Resultados</b>	<b>Resultados</b>	<b>Resultados</b>	<b>Resultados</b>	<b>Resultados</b>	<b>Resultados</b>
<b>Ruido Ambiental (*)</b>	L. Maximo	62.30	72.40	67.70	66.30	72.80	65.30	69.20	72.20
	L. Minimo	42.30	41.50	47.10	41.30	50.20	40.30	42.10	45.90
	L. Equivalente (L <sub>Aeqt</sub> corregido)	<b>52.10</b>	<b>57.30</b>	<b>54.80</b>	<b>53.20</b>	<b>59.80</b>	<b>55.10</b>	<b>51.20</b>	<b>54.70</b>

(\*) Los resultados obtenidos corresponden a metodos que han sido acreditados por la IAS

dB (A) : Decibeles Medidos en Ponderacion A

L<sub>Aeqt</sub> CORREGIDO : Nivel Sonoro Equivalente Corregido en el Tiempo Medido en Ponderacion A

Fuente; Elaboración Propia - 2024



## f) Datos del Segundo Monitoreo de Ruido Ambiental

Tabla 37.

Segundo Monitoreo de Ruido en Conservación

N° de Punto de Evaluacion		1	2	3	4	5	6	7	8
Codigo Muestreo		RA 01	RA 02	RA 03	RA 04	RA 05	RA 06	RA 07	RA 08
Codigo de Laboratorio		M-21-66706	M-21-66708	M-21-66707	M-21-66704	M-21-66701	M-21-66702	M-21-66703	M-21-66705
<b>Coordenadas UTM</b>	Este	389882.00	392302.00	331201.00	366471.00	416727.00	365666.00	366574.00	380683.00
	Norte	8453153.00	8436336.00	8409158.00	8462904.00	8406006.00	8466221.00	8462948.00	8449024.00
	Zona	19L	19L	19L	19L	19L	19L	19L	19L
<b>Ubicación Referencia</b>	Altitud (msnm)	3729.00	4014.00	4142.00	4102.00	4369.00	4243.00	4095.00	4237.00
	Ruta	<b>Ruta 03</b>	<b>Ruta 04</b>	<b>Ruta 01</b>	<b>Ruta 05</b>	<b>Ruta 06</b>	<b>Ruta 01</b>	<b>Ruta 05</b>	<b>Ruta 03</b>
<b>Detalles</b>	Referencia	Distrito Coasa - LI	C.P. Sallaconi - LI	Km. 54+770 (LI)	Mantenimiento	Km. 2+420	Km. 143+110	Mantenimiento Rutinario	Km. 38+000
	Producto	<b>Ruido Ambiental</b>	<b>Ruido Ambiental</b>	<b>Ruido Ambiental</b>	<b>Ruido Ambiental</b>	<b>Ruido Ambiental</b>	<b>Ruido Ambiental</b>	<b>Ruido Ambiental</b>	<b>Ruido Ambiental</b>
	Horario	<b>Diurno</b>	<b>Diurno</b>	<b>Diurno</b>	<b>Diurno</b>	<b>Diurno</b>	<b>Diurno</b>	<b>Diurno</b>	<b>Diurno</b>
<b>Ruido Ambiental (*)</b>	Fecha y Hora	17/12/2022 13:00	18/12/2022 16:30	19/12/2022 15:30	18/12/2022 10:30	15/12/2022 10:05	15/12/2022 15:15	18/12/2022 10:00	18/12/2021 12:00
	<b>Parametro</b>	<b>Tipo de Medicion</b>	<b>Resultados dB (A)</b>	<b>Resultados dB (A)</b>	<b>Resultados dB (A)</b>	<b>Resultados dB (A)</b>	<b>Resultados dB (A)</b>	<b>Resultados dB (A)</b>	<b>Resultados dB (A)</b>
	L. Maximo	78.20	79.30	71.60	73.70	74.40	74.40	74.40	75.90
L. Minimo	45.40	50.10	42.80	40.70	38.60	38.50	40.30	49.90	
L. Equivalente (LAeqt corregido)	<b>64.20</b>	<b>67.70</b>	<b>57.20</b>	<b>55.50</b>	<b>56.60</b>	<b>56.60</b>	<b>53.60</b>	<b>62.20</b>	

(\*) Los resultados obtenidos corresponden a metodos que han sido acreditados por la IAS

dB (A) : Decibeles Medidos en Ponderacion A

Laeqt CORREGIDO : Nivel Sonoro Equivalente Corregido en el Tiempo Medido en Ponderacion A

Fuente; Elaboración Propia - 2024

## 4.2. Proceso de la Prueba de Hipótesis

Considerando el estudio de tipo Aplicada – Descriptiva, para el proceso de prueba de hipótesis, que esta abocado a la determinación de la calidad del aire; Las hipótesis se evalúan utilizando la prueba estadística T-STUDENT, específicamente el caso número 02 relativo a la «prueba T para dos muestras independientes», que facilita el análisis comparativo entre la media de una muestra independiente y un valor predeterminado o determinado de forma independiente.

Por ello se realizó la comparación de los resultados de Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM 10), Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>), Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y Monóxido de Carbono (CO), con los valores establecidos independientemente por el Ministerio del Ambiente, definido como estándares de calidad ambiental del Aire definidos y aprobados a través del Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM.

Asi mismo se realizó la comparación de los resultados de Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A (LAeqT), con los valores establecidos independientemente por el Ministerio del Ambiente, definido como estándares nacionales de calidad ambiental para el ruido definidos y aprobados a través del Decreto Supremo N.º085-2003-MINAM.

Posteriormente, empleamos la media aritmética, la desviación estándar, la hipótesis nula, la hipótesis alternativa y el umbral alfa, derivados de la tabla de distribución T-STUDENT que se presenta a continuación.

Tabla 38.

Tabla de Distribución T - STUDENT

Grado de Libertad	Nivel de Confianza									
	0,6	0,75	0,9	0,95	0,975	0,99	0,995	0,9975	0,999	0,9995
1	0,325	1,000	3,078	6,314	12,706	31,821	63,656	127,321	318,289	636,578

2	0,289	0,816	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	14,089	22,328	31,600
3	0,277	0,765	1,638	<b>2,353</b>	3,182	4,541	5,841	7,453	10,214	12,924
4	0,271	0,741	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	5,598	7,173	8,610
5	0,267	0,727	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	4,773	5,894	6,869
6	0,265	0,718	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	4,317	5,208	5,959
7	0,263	0,711	1,415	<b>1,895</b>	2,365	2,998	3,499	4,029	4,785	5,408
8	0,262	0,706	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	3,833	4,501	5,041
9	0,261	0,703	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	3,690	4,297	4,781
10	0,260	0,700	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	3,581	4,144	4,587
11	0,260	0,697	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	3,497	4,025	4,437
12	0,259	0,695	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	3,428	3,930	4,318
13	0,259	0,694	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	3,372	3,852	4,221
14	0,258	0,692	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	3,326	3,787	4,140
15	0,258	0,691	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	3,286	3,733	4,073
16	0,258	0,690	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	3,252	3,686	4,015
17	0,257	0,689	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,222	3,646	3,965
18	0,257	0,688	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,197	3,610	3,922
19	0,257	0,688	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,174	3,579	3,883
20	0,257	0,687	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,153	3,552	3,850
21	0,257	0,686	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,135	3,527	3,819
22	0,256	0,686	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,119	3,505	3,792
23	0,256	0,685	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,104	3,485	3,768
24	0,256	0,685	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,091	3,467	3,745
25	0,256	0,684	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,078	3,450	3,725
26	0,256	0,684	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,067	3,435	3,707
27	0,256	0,684	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,057	3,421	3,689
28	0,256	0,683	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,047	3,408	3,674
29	0,256	0,683	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,038	3,396	3,660
30	0,256	0,683	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,030	3,385	3,646
40	0,255	0,681	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704	2,971	3,307	3,551
60	0,254	0,679	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660	2,915	3,232	3,460
120	0,254	0,677	1,289	1,658	1,980	2,358	2,617	2,860	3,160	3,373
∞	0,253	0,674	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	2,807	3,090	3,290

**Nota.** El cuadro anterior muestra tabla de distribución T-STUDENT, usado cuando n es menor o igual a 30, para así determinar el límite  $Z_{\alpha}$ , con el cual se define el límite entre la zona de aceptación al igual que la zona de rechazo. Fuente: *Elaboracion Propia – 2024*

Las siguientes tablas estadísticas y tablas comparativas de T-STUDENT se generaron utilizando el software IBM SPSS STATISTICS 25, que cuenta con el respaldo internacional para diversos campos de la investigación académica.

### 4.2.1. Prueba de Hipótesis para SO<sub>2</sub>

Tabla 39.

Contrastación Unilateral T-STUDENT de SO<sub>2</sub>

Valor de prueba (U) < 2	Nivel de significancia (α)= 5% (0.05)
Hipótesis Nula ( $H_0$ ): $SO2_{Media} < SO2_{ECA}$ (250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	
Hipótesis Alternativa ( $H_1$ ): $SO2_{Media} > SO2_{ECA}$ (250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	

	Nivel de confianza (1- $\alpha$ ) = 95% (0.95)						
	T	N	gl	M	$\sigma$	U	$Z_{\alpha}$
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> ) - Mejoramiento	- 2801.911	4	3	13.2150	.16902	250 µg/m <sup>3</sup>	2.353
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> ) - Conservación	- 1981.394	4	3	13.4225	.23880	250 µg/m <sup>3</sup>	2.353

**Nota.** La tabla anterior muestra el valor "T", N = Numero de datos, M = Media aritmética,  $\sigma$  = Desviación estándar, U = Valor de prueba,  $Z_{\alpha}$  = Limite horizontal,  $1-\alpha$  = El nivel de confianza, T = Aceptación y por ultimo N-1 = Grado de libertad. Fuente: *Elaboracion Propia – 2024.*

### Interpretación:

La hipótesis específica planteada para la problemática específico número 1 en la presente investigación es la siguiente "La concentración de PM<sub>10</sub> y SO<sub>2</sub> en el aire, causada por actividades de mejoramiento y conservación vial en la ruta desvió Limbani – Phara, no sobrepasan los estándares de calidad ambiental del aire", para lo cual la media del Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>) debe ser menor a 250 µg/m<sup>3</sup>, tal como lo exige los estándares de calidad ambiental para el aire aprobado por el Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM.

- Para el Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>) en el Mejoramiento, se plantea la hipótesis nula ( $H_0$ ), afirmando que la media del SO<sub>2</sub> de valor 13.2150 µg/m<sup>3</sup> es menor al SO<sub>2</sub> admisible del ECA para el Aire de valor 250 µg/m<sup>3</sup>. Entonces con una confiabilidad del 95 % y valor  $T_1$  de -2801.911, es aceptada la hipótesis nula  $H_0$ , ratificando que es verdadera la afirmación de  $SO2_{Media} < SO2_{ECA}$ , estando entonces el valor  $T_1$  en la zona de aceptación de la curva de aceptación.
- Para el Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>) en la Conservación, se plantea la hipótesis nula ( $H_0$ ), afirmando que la media del SO<sub>2</sub> de valor 13.4225 µg/m<sup>3</sup> es menor al SO<sub>2</sub> admisible del ECA para el Aire de valor 250 µg/m<sup>3</sup>. Entonces con una confiabilidad del 95 % y valor  $T_1$  de -1981.394, es aceptada la hipótesis nula  $H_0$ , ratificando que es verdadera la afirmación de  $SO2_{Media} < SO2_{ECA}$ ,

estando entonces el valor  $T_1$  en la zona de aceptación de la curva de aceptación.

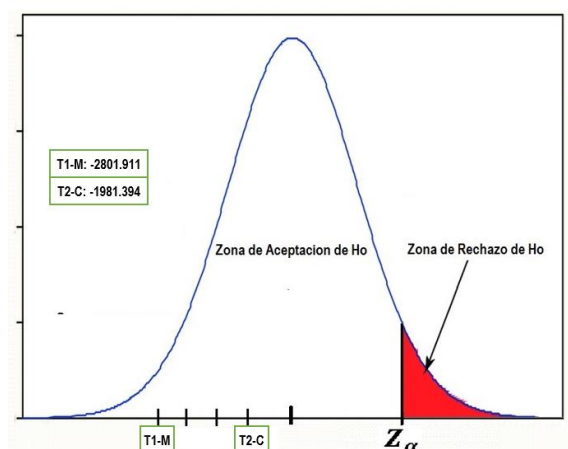


Figura 19. Curva de Aceptación de SO2.

Fuente: Elaboración Propia – 2024

### 4.2.2. Prueba de Hipótesis para PM10

Tabla 40.

Contrastación Unilateral T-STUDENT de PM10

	Valor de prueba (U) < 2			Nivel de significancia ( $\alpha$ )= 5% (0.05)			
	Hipótesis Nula ( $H_0$ ): $PM10_{Media} < PM10_{ECA}$ (100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )						
	Hipótesis Alternativa ( $H_1$ ): $PM10_{Media} > PM10_{ECA}$ (100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )						
	Nivel de confianza (1- $\alpha$ ) = 95% (0.95)						
	T	N	gl	M	$\sigma$	U	$Z_\alpha$
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM10) - Mejoramiento	-24.770	4	3	12.6425	7.05354	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2.353
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM10) - Conservación	1460.083	4	3	21.9633	.10689	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2.353

**Nota.** La tabla anterior muestra el valor "T", N = Numero de datos, M = Media aritmética,  $\sigma$  = Desviación estándar, U = Valor de prueba,  $Z_\alpha$  = Limite horizontal,  $1-\alpha$  = El nivel de confianza, T = Aceptación y por ultimo N-1 = Grado de libertad. Fuente: Elaboración Propia – 2024.

#### Interpretación:

La hipótesis específica planteada para la problemática específico número 1 en la presente investigación es la siguiente: "La concentración de PM10 y SO2 en el aire, causada por actividades de mejoramiento y conservación vial en la ruta

desvió Limbani – Phara, no sobrepasan los estándares de calidad ambiental del aire”, para lo cual la media del Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM10) debe ser menor a 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , tal como lo exige los estándares de calidad ambiental para el aire aprobado por el Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM.

- Para el Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM10) en el Mejoramiento, se plantea una hipótesis nula ( $H_0$ ), afirmando que la media del PM10 de valor 12.6425  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  es menor al PM10 admisible del ECA para el Aire de valor 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Entonces con una confiabilidad del 95 % y un valor  $T_1$  de -24.770, es aceptada la hipótesis nula  $H_0$  ratificando que es verdadera la afirmación de  $PM10_{Media} < PM10_{ECA}$  estando entonces el valor en la zona de aceptación de la curva de aceptación.
- Para el Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM10) en la Conservación, se tiene la hipótesis nula ( $H_0$ ), afirmando que la media del PM10 de valor 21.9633  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  es menor al PM10 admisible del ECA para el Aire de valor 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Entonces con una confiabilidad del 95 % y un valor  $T_1$  de -1460.083, es aceptada la hipótesis nula  $H_0$  ratificando que es verdadera la afirmación de  $PM10_{Media} < PM10_{ECA}$  estando entonces el valor en la zona de aceptación de la curva de aceptación.

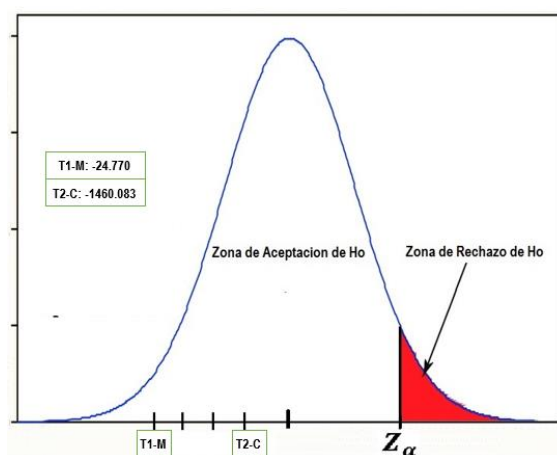


Figura 20. Curva de Aceptación de PM10.  
Fuente: Elaboración Propia – 2024

### 4.2.3. Prueba de Hipótesis para NO<sub>2</sub>

Tabla 41.

Contrastación Unilateral T-STUDENT del NO<sub>2</sub>

	Valor de prueba (U) < 2			Nivel de significancia ( $\alpha$ )= 5% (0.05)			
	T	N	gl	M	$\sigma$	U	$Z_{\alpha}$
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> ) - Mejoramiento	-76.367	4	3	70.1025	3.40191	200 µg/m <sup>3</sup>	2.353
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> ) - Conservación	-11.927	4	3	80.0825	18.76730	200 µg/m <sup>3</sup>	2.353

**Nota.** La tabla anterior muestra el valor "T", N = Numero de datos, M = Media aritmética,  $\sigma$  = Desviación estándar, U = Valor de prueba,  $Z_{\alpha}$  = Limite horizontal,  $1-\alpha$  = El nivel de confianza, T = Aceptación y por ultimo N-1 = Grado de libertad. *Fuente: Elaboracion Propia – 2024.*

#### Interpretación:

La hipótesis específica planteada para la problemática específico número 2 en la presente investigación es la siguiente: "La concentración de NO<sub>2</sub> y CO en el aire, causada por actividades de mejoramiento y conservación vial en la ruta desvió Limbani – Phara, no sobrepasan los estándares de calidad ambiental del aire", para lo cual la media del Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>) debe ser menor a 200 µg/m<sup>3</sup>, tal como lo exige los estándares de calidad ambiental para el aire aprobado por el Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM.

- Para el Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>) en el Mejoramiento, se plantea la hipótesis nula ( $H_0$ ), afirmando que la media del SO<sub>2</sub> de valor 70.1025 µg/m<sup>3</sup> es menor al SO<sub>2</sub> admisible del ECA para el Aire de valor 200 µg/m<sup>3</sup>. Entonces con una confiabilidad del 95 % y valor  $T_1$  de -76.367, es aceptada la hipótesis nula  $H_0$  ratificando que es verdadera la afirmación de  $SO_{2\text{ Media}} < SO_{2\text{ ECA}}$  estando entonces el valor  $T_1$  en la zona de aceptación.
- Para el Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>) en la Conservación, se plantea la hipótesis nula ( $H_0$ ), afirmando que la media del SO<sub>2</sub> de valor 80.0825 µg/m<sup>3</sup>

es menor al  $SO_2$  admisible del ECA para el Aire de valor  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Entonces con una confiabilidad del 95 % y un valor  $T_1$  de  $-11.927$ , es aceptada la hipótesis nula  $H_0$  ratificando que es verdadera la afirmación de  $SO_{2\text{ Media}} < SO_{2\text{ ECA}}$  estando entonces el valor  $T_1$  en la zona de aceptación.

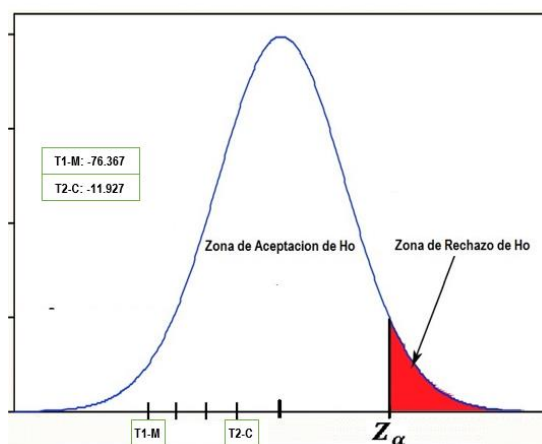


Figura 21. Curva de Aceptación de  $NO_2$ .

Fuente: Elaboración Propia – 2024

#### 4.2.4. Prueba de Hipótesis para CO

Tabla 42.

Contrastación Unilateral T-STUDENT del CO

	Valor de prueba (U) < 2		Nivel de significancia ( $\alpha$ )= 5% (0.05)				
	Hipótesis Nula ( $H_0$ ): $CO_{\text{Media}} < CO_{\text{ECA}}$ (10000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )						
	Hipótesis Alternativa ( $H_1$ ): $CO_{\text{Media}} > CO_{\text{ECA}}$ (10000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )						
	Nivel de confianza (1- $\alpha$ ) = 95% (0.95)						
	T	N	gl	M	$\sigma$	U	$Z_\alpha$
Monóxido de Carbono (CO) - Mejoramiento	-119.265	4	3	1176.750 0	147.9603 0	10000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2.353
Monóxido de Carbono (CO) - Conservación	- 2361.827	4	3	1248.750 0	7.41058	10000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2.353

**Nota.** La tabla anterior muestra el valor "T", N = Numero de datos, M = Media aritmética,  $\sigma$  = Desviación estándar, U = Valor de prueba,  $Z_\alpha$  = Limite horizontal,  $1-\alpha$  = El nivel de confianza, T = Aceptación y por ultimo  $N-1$  = Grado de libertad. Fuente: Elaboracion Propia – 2024.

#### Interpretación:

La hipótesis específica planteada para la problemática específico número 2 en la presente investigación es la siguiente: "La concentración de  $NO_2$  y CO en el aire, causada por actividades de mejoramiento y conservación vial en la ruta desvío Limbani – Phara, no sobrepasan los estándares de calidad ambiental del aire",

para lo cual la media del Monóxido de Carbono (CO) debe ser menor a 10000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , tal como lo exige los estándares de calidad ambiental para el aire aprobado por el Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM.

- Para el Monóxido de Carbono (CO) en el Mejoramiento, se plantea la hipótesis nula ( $H_0$ ), afirmando que la media del CO de valor 1176.7500  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  es menor al CO admisible del ECA para el Aire de valor 10000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Entonces con una confiabilidad del 95 % y valor  $T_1$  de -119.265, es aceptada la hipótesis nula  $H_0$  ratificando que es verdadera la afirmación de  $CO_{Media} < CO_{ECA}$  estando entonces el valor  $T_1$  en la zona de aceptación.
- Para el Monóxido de Carbono (CO) en la Conservación, se plantea la hipótesis nula ( $H_0$ ), afirmando que la media del CO de valor 1248.7500  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  es menor al CO admisible del ECA para el Aire de valor 10000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Entonces con una confiabilidad del 95 % y valor  $T_1$  de -2361.827, es aceptada la hipótesis nula  $H_0$  ratificando que es verdadera la afirmación de  $CO_{Media} < CO_{ECA}$  estando entonces el valor  $T_1$  en la zona de aceptación.

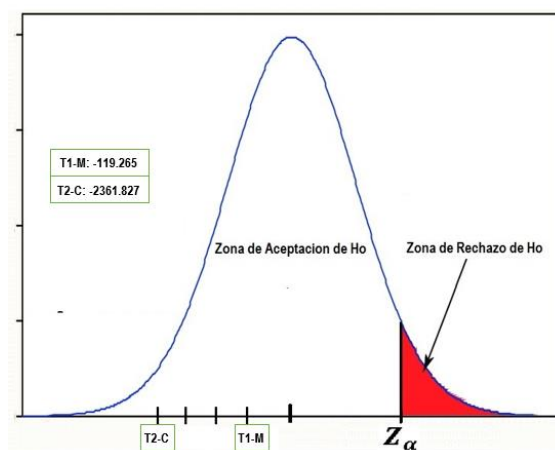


Figura 22. Curva de Aceptación de CO.

Fuente: Elaboración Propia – 2024

### 4.2.5. Prueba de Hipótesis para LAeqT

Tabla 43.

Contrastación Unilateral T-STUDENT del LAeqT

	Valor de prueba (U) < 2			Nivel de significancia (α)= 5% (0.05)			
	T	N	gl	M	σ	U	Z <sub>α</sub>
Hipótesis Nula (H <sub>0</sub> ): LAeqT <sub>Media</sub> < LAeqT <sub>ECA</sub> (60 dB (A))							
Hipótesis Alternativa (H <sub>1</sub> ): LAeqT <sub>Media</sub> > LAeqT <sub>ECA</sub> (60 dB (A))							
Nivel de confianza (1- α) = 95% (0.95)							
Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente A (LAeqT) - Mejoramiento	-3.956	8	7	51.2125	6.28296	60 dB (A)	1.895
Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente A (LAeqT) - Conservación	-8.066	8	7	54.3750	1.97249	60 dB (A)	1.895

**Nota.** La tabla anterior muestra el valor "T", N = Numero de datos, M = Media aritmética, σ = Desviación estándar, U = Valor de prueba, Z<sub>α</sub> = Limite horizontal, 1-α = El nivel de confianza, T = Aceptación y por ultimo N-1 = Grado de libertad. Fuente: *Elaboracion Propia – 2024.*

#### Interpretación:

La hipótesis específica planteada para la problemática específico número 3 en la presente investigación es la siguiente: *"El nivel de presión sonora continuo equivalente con ponderación A, causada por actividades de mejoramiento y conservación vial en la ruta desvió Limbani - Phara, no sobrepasan los estándares de calidad ambiental del ruido"*, para lo cual la media del Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente A (LAeqT) debe ser menor a 60 dB (A), tal como lo exige los estándares de calidad para el ruido ambiental aprobado por el Decreto Supremo N° 085-2003-PCM.

- Para el Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A (LAeqT) en el Mejoramiento, se plantea la hipótesis nula (H<sub>0</sub>), afirmando que la media del LAeqT de valor 51.2125 dB es menor al LAeqT admisible del ECA para el Ruido de valor 60 dB. Entonces con una confiabilidad del 95 % y valor T<sub>1</sub> de -3.956, es aceptada la hipótesis nula H<sub>0</sub> ratificando que es verdadera la afirmación de LAeqT<sub>Media</sub> < LAeqT<sub>ECA</sub>, estando entonces el valor T<sub>1</sub> en la zona de aceptación.

- Para el Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A (LAeqT) en la Conservación, se plantea la hipótesis nula ( $H_0$ ), afirmando que la media del LAeqT de valor 54.3750 Db es menor al LAeqT admisible del ECA para el Ruido de valor 60 dB. Entonces con una confiabilidad del 95 % y valor  $T_1$  de -8.066, es aceptada la hipótesis nula  $H_0$  ratificando que es verdadera la afirmación de  $LAeqT_{Media} < LAeqT_{ECA}$ , estando entonces el valor  $T_1$  en la zona de aceptación.

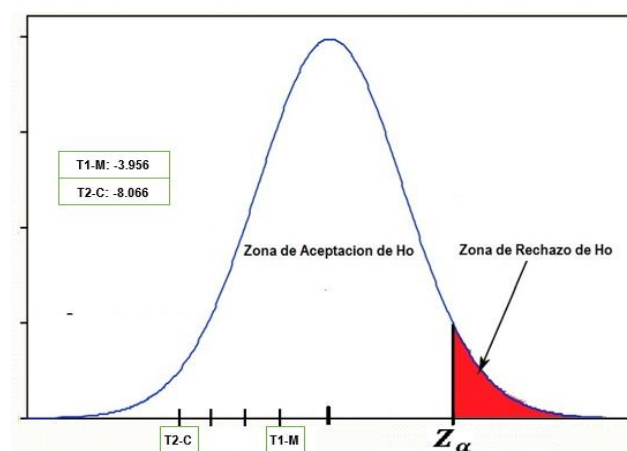


Figura 23. Curva de Aceptación de LAeqT.

Fuente: Elaboración Propia – 2024

#### 4.3. Discusión de los Resultados

Considerando que los Problemas, Objetivos e Hipótesis de la presente investigación, está abocada al análisis de la variación de la calidad del aire causada por las actividades de Mejoramiento y Conservación vial en la ruta desvío Limbani Phara, es necesario resaltar que el área de Influencia de la ruta mencionada dentro del servicio de gestión, mejoramiento y conservación vial por niveles de servicio del corredor vial pro región puno – Paquete 01, es la Ruta 05 y la Ruta 06.

Ademas, es necesario definir las rutas que serán evaluadas, siendo asi la Ruta 05 definida como "Emp. PE-34 K (Dv. Limbani) - Abra - Aricoma - Curupata - Limbani

– Phara” y la Ruta 06 definida como “Emp. PE-34 K (Pachani) - Patambuco”, conforme muestra la siguiente imagen.

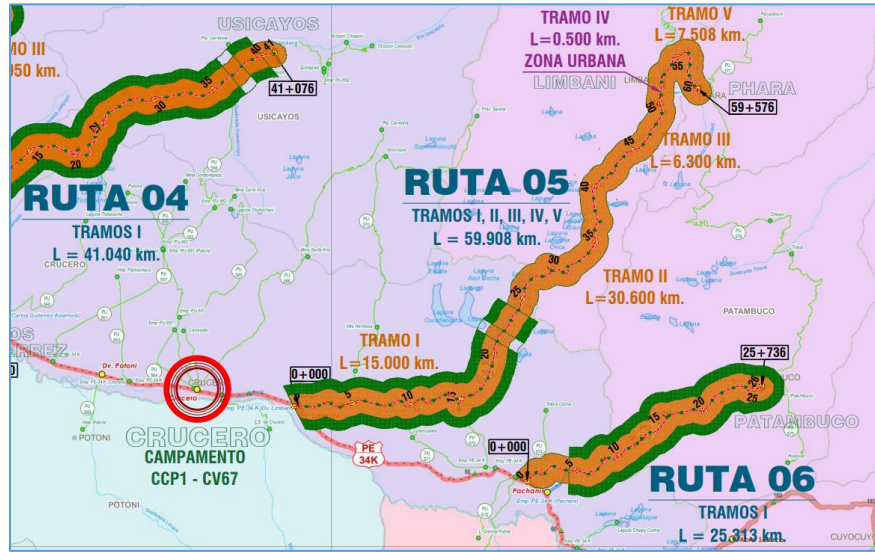


Figura 24. Identificación de Ruta 05 y Ruta 06  
Fuente: Elaboración Propia



Tabla 44.

### Resumen de Kilómetros de Mejoramiento Entregados

RUTA	TRAMO	May-22	Jun-22	Jul-22	Ago-22	Set-22	Oct-22	Nov-22	Dic-22	Ene-23	Feb-23	Mar-23	Abr-23	May-23	Jun-23	Jul-23	Acumulado (km)
Ruta 01	T2																0.0000
	T5	2.97 Kms		3.00 Kms	3.78 Kms	4.99 Kms											27.1923
Ruta 02	T1							3.97 Kms	1.00 Kms		1.00 Kms						5.9720
Ruta 03	T3																35.0400
	T4,T5,T6 Y T7							2.00 Kms	2.00 Kms	3.00 Kms	3.00 Kms				4.49 Kms	3.00 Kms	28.6228
Ruta 04	T1											0.09 Kms					38.1030
Ruta 05	T1	2.96 Kms	8.00 Kms	0.70 Kms	0.00 Kms											3.30 Kms	14.9595
	T2,T3,T5															3.00 Kms	3.0000
Ruta 06	T1						3.00 Kms	1.76 Kms		1.00 Kms		5.74 Kms	3.00 Kms	6.97 Kms			21.4612
Ruta 07	T1,T3					2.98 Kms	4.00 Kms	2.97 Kms	1.00 Kms				2.97 Kms	1.00 Kms			14.9240
<b>Total de Kilometros</b>		5.93 Kms	8.00 Kms	3.70 Kms	3.78 Kms	7.97 Kms	7.00 Kms	10.70 Kms	4.00 Kms	4.00 Kms	4.00 Kms	5.83 Kms	5.97 Kms	7.97 Kms	7.79 Kms	6.00 Kms	<b>189.2748</b>

Nota: El presente cuadro fue determinado con la última valorización aprobada por la supervisión. Fuente: Elaboración Propia – 2024



Tabla 45.

Calidad del Aire en Ruta 05 y Ruta 06 en Mejoramiento

N° de Punto de Evaluación		Monitoreo Ambiental de la Calidad del Aire N° 04	Monitoreo Ambiental de la Calidad del Aire N° 03	Monitoreo Ambiental de la Calidad del Aire N° 02	Monitoreo Ambiental de la Calidad del Aire N° 01	Normativa de Perú	Normativa de la OMS	Normativa de México						
Codigo Muestreo		CA 03	CA 02	CA 04	CA 03	República del Perú	Organización Mundial de la Salud	Estados Unidos Mexicanos						
Codigo de Laboratorio		M-22-68401	M-22-41115	M-22-41511	M-22-41609									
Coordenadas UTM	Este	425745.00	399599.00	399760.00	368660.00									
	Norte	8409745.00	8411232.00	8411173.00	8428309.00									
Ubicación Referencia	Zona	19L	19L	19L	19L	Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM	Directrices Mundiales de la OMS sobre la Calidad del Aire	Norma Oficial Mexicana NOM-172-SEMARNAT-2023						
	Altitud (msnm)	3991.00	4240.00	4242.00	4096.00									
Ruta	Ruta 06	Ruta 05	Ruta 05	Ruta 05										
Referencia	C.P. Canu Canu	C.P. Oruro	C.P. Oruro	Km. 5+470										
Muestreo	Inicio (Fecha y Hora)	22/11/2022 12:00	06/08/2022 13:00	10/02/2022 09:00	02/07/2021 15:00	Periodo	Valor Referencial (µg/m3)	Periodo	Nivel de las Directrices del Aire (µg/m3)	Periodo	Valor Limite (ppm)	Valor Limite (µg/m3)		
	Fin (Fecha y Hora)	23/11/2022 12:00	07/08/2022 13:00	11/02/2022 09:00	03/07/2021 15:00									
Parametro	LCM	LDM	Resultados (µg/m3)	Resultados (µg/m3)	Resultados (µg/m3)	Resultados (µg/m3)	Periodo	Valor Referencial (µg/m3)	Periodo	Nivel de las Directrices del Aire (µg/m3)	Periodo	Valor Limite (ppm)	Valor Limite (µg/m3)	
Dioxido de Azufre (SO2)	5.20	13.00	< 13.00	< 13.00	< 13.00	< 13.00	< 41.00	24 Horas	250	24 Horas	40	1 Hora	0.035	92
Dioxido de Nitrogeno (NO2)	24.95	71.81	< 71.81	< 71.81	< 71.81	< 71.81	< 3.90	1 Hora	200	24 Horas	25	1 Hora	0.053	100
Monoxido de Carbono (CO)	500.00	1250.00	< 1250.00	< 1250.00	< 1250.00	< 1250.00	< 652.00	8 Horas	10000	24 Horas	4000	8 horas	5	5728
Material particulado con diametro menor a 10 micras (PM10)	0.27	0.90	12.27	8.53	7.07	22.70		24 Horas	100	24 Horas	45	12 Horas	-	45

(\*) Los resultados obtenidos corresponden a metodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

"<" : Menor que el Limite de Cuantificacion del Metodo (LCM)

"<" : Menor que el Limite de Deteccion del Metodo (LDM)

"µg" : 1 Microgramo (0.001 Miligramo)

Fuente: Elaboración Propia – 2024

Tabla 46.

Calidad del Aire en Ruta 05 y Ruta 06 en Conservación

N° de Punto de Evaluacion		Monitoreo Ambiental de la Calidad del Aire N° 02		Monitoreo Ambiental de la Calidad del Aire N° 01		Normativa de Peru		Normativa de la OMS		Normativa de Mexico			
Codigo Muestreo		CA 03		CA 01									
Codigo de Laboratorio		M-21-66297		M-21-04467									
Coordenadas UTM		Este		331201		345239		República del Perú		Organización Mundial de la Salud			
		Norte		8409156.00		8444124.00				Estados Unidos Mexicanos			
		Zona		19L		19L							
		Altitud (msnm)		4142		4323							
Ubicación Referencia		Ruta		Ruta 05		Ruta 05							
		Referencia		Mant. Rutinario		Mant. Rutinario							
Muestreo		Inicio (Fecha y Hora)		44914.625		44238.22917		Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM		Directrices Mundiales de la OMS sobre la Calidad del Aire			
		Fin (Fecha y Hora)		20/12/2022 15:00		12/02/2021 05:30				Norma Oficial Mexicana NOM-172-SEMARNAT-2023			
Parametro	LCM	LDM	Resultados (µg/m3)		Resultados (µg/m3)	Periodo	Valor Referencial (µg/m3)	Periodo	Nivel de las Directrices del Aire (µg/m3)	Periodo	Valor Limite (ppm)	Valor Limite (µg/m3)	
Dioxido de Azufre (SO2)	5.20	13.00	<	13.00	<	13.00	24 Horas	250	24 Horas	40	1 Hora	0.035	92
Dioxido de Nitrogeno (NO2)	24.95	71.81	<	71.81	<	104.17	1 Hora	200	24 Horas	25	1 Hora	0.053	100
Monoxido de Carbono (CO)	500.00	1250.00	<	1250.00	<	1250.00	8 Horas	10000	24 Horas	4000	8 horas	5	5728
Material particulado con diametro menor a 10 micras (PM10)	0.27	0.90		21.87		22.06	24 Horas	100	24 Horas	45	12 Horas	-	45

(\*) Los resultados obtenidos corresponden a metodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

"<" : Menor que el Limite de Cuantificacion del Metodo (LCM)

"<" : Menor que el Limite de Deteccion del Metodo (LDM)

"µg" : 1 Microgramo (0.001 Miligramo)

Fuente: Elaboración Propia – 2024



Tabla 47.

Ruido Ambiental en Ruta 05 y Ruta 06 en Mejoramiento

N° de Punto de Evaluacion	Monitoreo de Ruido Ambiental N° 06	Monitoreo de Ruido Ambiental N° 05	Monitoreo de Ruido Ambiental N° 04	Monitoreo de Ruido Ambiental N° 03	Monitoreo de Ruido Ambiental N° 02	Monitoreo de Ruido Ambiental N° 01	Normativa de Peru	Normativa de la OMS	Normativa de Mexico					
<b>Codigo Muestreo</b>	RA 03	RA 07	RA 02	RA 06	RA 07	RA 08	República del Perú	Organización Mundial de la Salud	Estados Unidos Mexicanos					
<b>Codigo de Laboratorio</b>	M-22-68395	M-22-68399	M-22-68394	M-22-6564	M-22-6565	M-22-6566								
<b>Coordenadas UTM</b>	Este	425745.00	416318.00	399599.00	372345.00	399760.00				425491.00				
	Norte	8409745.00	8405459.00	8411232.00	8417620.00	8411173.00				8436010.00				
	Zona	19L	19L	19L	19L	19L				19L				
	Altitud (msnm)	3991.00	4353.00	4240.00	4016.00	4242.00				3310.00				
	Ruta	Ruta 06	Ruta 06	Ruta 05	Ruta 05	Ruta 05				Ruta 05				
<b>Ubicación Referencia</b>	Referencia	C.P. Canu Canu	Planta de Concreto	C.P. Oruro	Salida Carlos Gutiérrez	C.P. Oruro				Distrito Limbani				
<b>Detalles</b>	Producto	<b>Ruido Ambiental Diurno</b>	<b>Ruido Ambiental Diurno</b>	<b>Ruido Ambiental Diurno</b>	<b>Ruido Ambiental Diurno</b>	<b>Ruido Ambiental Diurno</b>				<b>Ruido Ambiental Diurno</b>				
	Horario	22/11/2022	22/11/2022	06/08/2022	09/02/2022	10/02/2022				10/02/2022				
	Fecha y Hora	12:20	15:00	10:30	08:50	09:30	11:10							
<b>Parametro</b>	<b>Tipo de Medicion</b>	<b>Resultados dB (A)</b>	<b>Resultados dB (A)</b>	<b>Resultados dB (A)</b>	<b>Resultados dB (A)</b>	<b>Resultados dB (A)</b>	<b>Resultados dB (A)</b>	<b>Periodo</b>	<b>Laeqt Diurno dB (A)</b>	<b>Periodo</b>	<b>Laeqt Diurno dB (A)</b>	<b>Periodo</b>	<b>Horario</b>	<b>Laeqt Diurno dB (A)</b>
<b>Ruido Ambiental (*)</b>	L. Maximo	73.10	70.20	55.10	63.30	86.70	70.80	Zona Residencial	60	Zona Residencial	55	Zona Residencial	6:00 a 22:00	55
	L. Minimo	44.80	39.20	38.20	39.90	41.70	50.10	Zona Comercial	70	Zona Industrial y Comercial	70	Zona Industrial y Comercial	6:00 a 22:00	68
	L. Equivale (LAeqt corregido)	<b>56.40</b>	<b>43.60</b>	<b>44.10</b>	<b>44.00</b>	<b>56.00</b>	<b>58.00</b>	Zona Industrial	80	Zona Industrial y Comercial	70	Zona Industrial y Comercial	6:00 a 22:00	68

dB (A) : Decibeles Medidos en Ponderacion A

Laeqt CORREGIDO : Nivel Sonoro Equivalente Corregido en el Tiempo Medido en Ponderacion A

Fuente: Elaboración Propia – 2024



Tabla 48.

Ruido Ambiental en Ruta 05 y Ruta 06 en Conservación

N° de Punto de Evaluación	Monitoreo de Ruido Ambiental N° 06	Monitoreo de Ruido Ambiental N° 05	Monitoreo de Ruido Ambiental N° 04	Monitoreo de Ruido Ambiental N° 03	Monitoreo de Ruido Ambiental N° 02	Monitoreo de Ruido Ambiental N° 01	Normativa de Peru	Normativa de la OMS	Normativa de Mexico				
<b>Codigo Muestreo</b>	<b>RA 05</b>	<b>RA 08</b>	<b>RA 04</b>	<b>RA 07</b>	<b>RA 07</b>	<b>RA 01</b>							
<b>Codigo de Laboratorio</b>	<b>M-21-66701</b>	<b>M-21-04762</b>	<b>M-21-66704</b>	<b>M-21-66703</b>	<b>M-21-04761</b>	<b>M-21-04755</b>							
<b>Coordenadas UTM</b>	Este: 416727.00 Norte: 8406006.00 Zona: 19L Altitud (msnm): 4369.00	399822.00 8411164.00 19L 4235.00	366471.00 8462904.00 19L 4102.00	366574.00 8462948.00 19L 4095.00	415631.00 8405548.00 19L 4353.00	357244.00 8475695.00 19L 3447.00	<b>República del Perú</b>	<b>Organización Mundial de la Salud</b>	<b>Estados Unidos Mexicanos</b>				
<b>Ubicación Referencia</b>	Referencia: Km. 2+420	C.P. Oruro	Mantenimiento	Mantenimiento Rutinario	C.P. Capilla pampa	Mantenimiento Rutinario	<b>Decreto Supremo N° 085-2003-PCM</b>	<b>Directrices de la OMS sobre Vivienda y Salud</b>	<b>Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994</b>				
<b>Detalles</b>	Producto: <b>Ruido Ambiental Diurno</b> Horario: 15/12/2022 Fecha y Hora: 10:05	<b>Ruido Ambiental Diurno</b> 15/02/2021 08:30	<b>Ruido Ambiental Diurno</b> 18/12/2022 10:30	<b>Ruido Ambiental Diurno</b> 18/12/2022 10:00	<b>Ruido Ambiental Diurno</b> 15/02/2021 07:30	<b>Ruido Ambiental Diurno</b> 11/02/2021 14:15							
Parametro	Tipo de Medicion	Resultados dB (A)	Resultados dB (A)	Resultados dB (A)	Resultados dB (A)	Resultados dB (A)	Periodo	Laeqt Diurno dB (A)	Periodo	Laeqt Diurno dB (A)	Periodo	Horario	Laeqt Diurno dB (A)
<b>Ruido Ambiental (*)</b>	L. Maximo	74.40	72.20	73.70	74.40	69.20	Zona Residencial	60	Zona Residencial	55	Zona Residencial	6:00 a 22:00	55
	L. Minimo	38.60	45.90	40.70	40.30	42.10	Zona Comercial	70	Zona Industrial y Comercial	70	Zona Industrial y Comercial	6:00 a 22:00	68
	L. Equivalente (L <sub>Aeqt</sub> corregido)	<b>56.60</b>	<b>54.70</b>	<b>55.50</b>	<b>53.60</b>	<b>51.20</b>	Zona Industrial	80					

dB (A) : Decibeles Medidos en Ponderacion A

Laeqt CORREGIDO : Nivel Sonoro Equivalente Corregido en el Tiempo Medido en Ponderacion A

Fuente: Elaboración Propia – 2024

#### 4.3.1. Discusión de Resultados de PM 10

Considerando que el Problema, Objetivo e Hipótesis número 01 de la presente investigación, es referente a la concentración del Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM 10), así mismo Arciniegas Suarez (2012), define al material particulado como (...) *Uno de los contaminantes atmosféricos más investigados a nivel mundial, se caracteriza por ser un conjunto de partículas sólidas y/o líquidas (excluyendo el agua pura) que se encuentran suspendidas en el aire.* (Arciniegas Suarez, 2012)

Billet y otros (2007), define a la materia particulada (MP) como aquel que (...) *comprende una colección de partículas sólidas y líquidas liberadas a la atmósfera, incluidos los gases de escape de los motores diésel, los escombros de las carreteras, las partículas agrícolas y las partículas generadas durante las operaciones de fabricación.* (Billet , y otros, 2007)

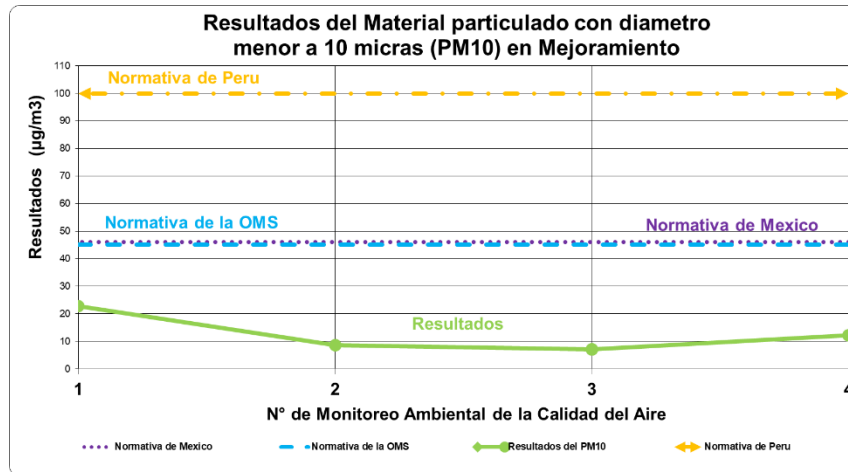


Figura 25. Resultado de Material Particulado PM10 - Mejoramiento.  
Fuente: Elaboración Propia – 2024

Entonces para el componente de mejoramiento, en base a los resultados obtenidos tras la aplicación del método de "Muestreo de aire ambiente para materia particulada suspendida total (SPM) y PM10 utilizando un muestreador de alto volumen (HV)" y haciendo la comparación con los parámetros establecidos en la Normativa de Perú, Normativa de México y Directrices Mundiales de la



Organización Mundial de la Salud con respecto a la calidad del Aire, se pudo determinar que durante la ejecución de actividades de Perfilado de superficie sin aporte de material granular, Aporte de agregados de cantera, estabilización con cemento portland, e=15cm, Imprimación con Emulsión Catiónica y por último la Colocación de Otta Seal con PEN 120-150;

- No exceden los Limites permisibles de PM10 establecido en los estándares de calidad ambiental del Aire, aprobado por el Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM, Norma de la Republica del Perú.
- No exceden los valores limites de PM10 establecidos en los lineamientos para la obtención y comunicación del índice de calidad del aire y riesgos a la salud, aprobado por la Norma Oficial Mexicana NOM-172-SEMARNAT-2023, Norma de los Estados Unidos Mexicanos.
- No exceden los Niveles máximos de PM10, establecido en las Directrices Mundiales de la OMS sobre la Calidad del Aire, aprobado por la Organización Mundial de la Salud.

Puesto que los resultados obtenidos en los monitoreos ambientales de calidad del aire con respecto al Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM10), son de 12.27  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 8.53  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 7.07  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 22.70  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Estos resultados se deben a que el componente de mejoramiento solo conlleva la ejecución de 5 partidas, causando muy poco impacto en la calidad del aire durante su ejecución, así mismo el avance en la ejecución mejoramiento en la Ruta Limbani Phara fue muy reducido, concluyendo que, al haber existido un avance reducido del componente de mejoramiento, el impacto generado en la calidad del aire también fue reducido.

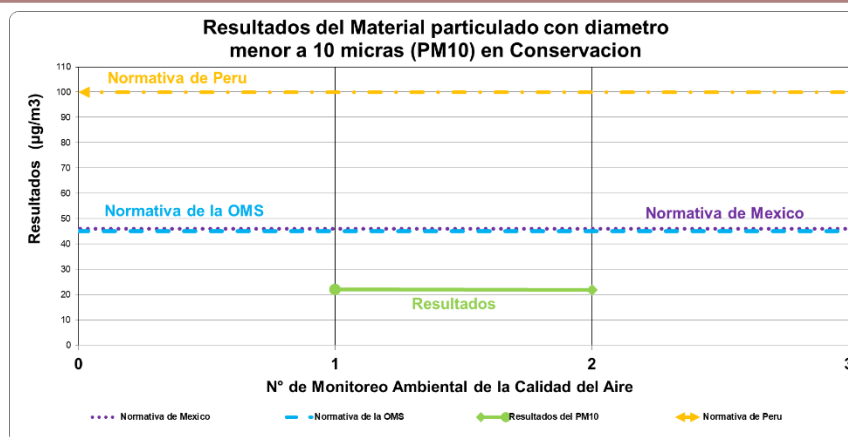


Figura 26. Resultado de Material Particulado PM10 - Conservación.

Fuente: Elaboración Propia – 2024

Así mismo para el componente de Conservación, en base a los resultados obtenidos y haciendo la comparación con los parámetros establecidos en las Normativas, se pudo determinar que la concentración de Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM10) producto de las actividades de Conservación Vial, el cual consiste en la ejecución de conservación rutinaria antes del mejoramiento (CRAME) y Conservación rutinaria después del mejoramiento (CRDME):

- No exceden los Límites permisibles de PM10 establecido en los estándares de calidad ambiental del Aire, aprobado por el Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM, Norma de la Republica del Perú.
- No exceden los valores límites de PM10 establecidos en los lineamientos para la obtención y comunicación del índice de calidad del aire y riesgos a la salud, aprobado por la Norma Oficial Mexicana NOM-172-SEMARNAT-2023, Norma de los Estados Unidos Mexicanos.
- No exceden los Niveles máximos de PM10, establecido en las Directrices Mundiales de la OMS sobre la Calidad del Aire, aprobado por la Organización Mundial de la Salud.



Puesto que los resultados obtenidos en los monitoreos ambientales de calidad del aire con respecto al Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM10), son de 21.87  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 22.06  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Estos resultados se deben a que el componente de conservación ya sea con actividades rutinarias antes o después del mejoramiento, está limitada a actividades de bajo impacto, en periodos cortos de tiempo, además de ser en su mayoría actividades manuales o mecánicas, sin el empleo de maquinaria especializada ya que las actividades son más simples, motivo por el cual el impacto generado en la calidad del aire es mínimo.

#### **4.3.2. Discusión de Resultados de SO<sub>2</sub>**

Considerando que el Problema, Objetivo e Hipótesis número 01 de la presente investigación, es referente a la concentración del Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>), en ese sentido, Garamendi Gonzalez & Sanchez de Leon Robles (2003), define al Dióxido de azufre como (...) *un gas incoloro, irritante, con un olor penetrante y muy soluble en agua y en contacto con ella se convierte en ácido sulfúrico, la exposición a sulfatos como a los ácidos derivados del SO<sub>2</sub>, comportan graves riesgos para la salud ya que éstos pasan directamente al sistema circulatorio humano a través de las vías respiratorias.*

García V. (1977), define la producción del Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), (...) *por la combustión de derivados del petróleo y carbón, ricos en azufre.* (García V, 1977)

Alvarado Zeledon (2006), establecen que con relación a la salud y la exposición del dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) (...) *es un gas incoloro, no inflamable y de olor sofocante y en solventes orgánicos, y que los efectos a la salud humana por exposición al dióxido de azufre dependen, en términos generales, de la concentración de dicho gas y al tiempo de exposición al mismo. Así, los efectos que la Organización Mundial de la Salud (OMS).*

Siendo entonces el dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ), un gas incoloro que huele fuerte, sofocante y picante, el  $\text{SO}_2$  es la forma más común de óxido de azufre y se produce principalmente de la combustión de combustibles fósiles (madera, carbón y derivados del petróleo), rescatando a la vez que este contaminante ha estado involucrado históricamente en los principales episodios de alta contaminación atmosférica; siendo por ello el causante de problemas respiratorios en el ser humano y genera impactos negativos al medio ambiente por causar daños a la vegetación, al ecosistema de la flora y fauna, daños a edificación y materiales, de ser el precursor de la lluvia ácida, por lo que indirectamente causa la acidificación de los lagos y suelos.

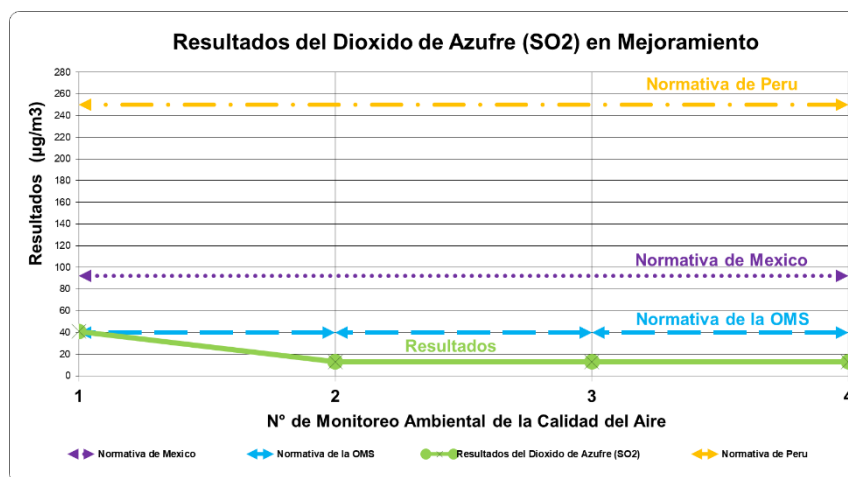


Figura 27. Resultado de Dióxido de Azufre ( $\text{SO}_2$ ) en Mejoramiento  
Fuente: Elaboración Propia – 2024

Entonces para el componente de mejoramiento, en base a los resultados obtenidos, se pudo determinar que la concentración de dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) producto de las actividades de mejoramiento, el cual consiste en la ejecución de actividades de Perfilado de superficie sin aporte de material granular, Aporte de agregados de cantera, estabilización con cemento portland,  $e=15\text{cm}$ , Imprimación con Emulsión Catiónica y por último la Colocación de Otta Seal con PEN 120-150;



- No exceden los Límites permisibles de SO<sub>2</sub> establecido en los estándares de calidad ambiental del Aire, aprobado por el Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM, Norma de la Republica del Perú.
- No exceden los valores límites de SO<sub>2</sub> establecidos en los lineamientos para la obtención y comunicación del índice de calidad del aire y riesgos a la salud, aprobado por la Norma Oficial Mexicana NOM-172-SEMARNAT-2023, Norma de los Estados Unidos Mexicanos.
- De los puntos de monitoreo el 2do, 3ro y 4to, No superan los 40 µg/m<sup>3</sup> de concentración de Dióxido de Azufre, sin embargo, el 1re punto con código de laboratorio "M-22-41609" refleja que con 41 µg/m<sup>3</sup> supera el nivel de las directrices del aire, establecido en las Directrices Mundiales de la OMS sobre la Calidad del Aire, aprobado por la Organización Mundial de la Salud.

Siendo necesario resaltar que los resultados de los monitoreos ambientales de calidad del aire con respecto al dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), son de 13.00 µg/m<sup>3</sup>, 13.00 µg/m<sup>3</sup>, 13.00 µg/m<sup>3</sup> y 41.00 µg/m<sup>3</sup>

Estos resultados se deben a que, la fuente de producción de SO<sub>2</sub> es la combustión de combustibles fósiles (madera, carbón y derivados del petróleo) y esto se da con el uso de equipos y maquinaria durante mucho tiempo, así mismo las partidas de Imprimación con Emulsión Catiónica y Colocación de Otta Seal con PEN 120-150, fueron realizados en pocos kilómetros, con amplios plazos de ejecución, concluyendo entonces que al existido un avance reducido del componente de mejoramiento, el impacto generado en la calidad del aire también fue reducido.

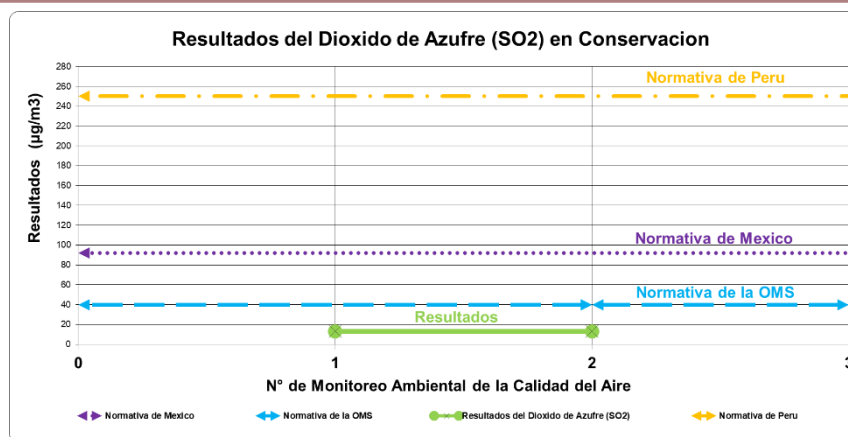


Figura 28. Resultado de Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>) en Conservación

Fuente: Elaboración Propia – 2024

Para el componente de conservación, se pudo determinar que la concentración de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) el cual consiste en la ejecución de conservación rutinaria antes del mejoramiento (CRAME) y Conservación rutinaria después del mejoramiento (CRDME);

- No exceden los Límites permisibles de SO<sub>2</sub> establecido en los estándares de calidad ambiental del Aire, aprobado por el Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM, Norma de la Republica del Perú.
- No exceden los valores limites de SO<sub>2</sub> establecidos en los lineamientos para la obtención y comunicación del índice de calidad del aire y riesgos a la salud, aprobado por la Norma Oficial Mexicana NOM-172-SEMARNAT-2023, Norma de los Estados Unidos Mexicanos.
- No exceden los Niveles máximos de SO<sub>2</sub> establecido en las Directrices Mundiales de la OMS sobre la Calidad del Aire, aprobado por la Organización Mundial de la Salud.

Puesto que los resultados obtenidos en los monitoreos ambientales de calidad del aire con respecto al dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) son de 13.00 µg/m<sup>3</sup>.

Estos resultados se deben a que el componente de conservación ya sea con actividades rutinarias antes o después del mejoramiento, está limitada a actividades de bajo impacto realizados en periodos cortos de tiempo, además de

ser en su mayoría actividades manuales o mecánicas, sin el empleo de maquinaria especializada, además que no requiere el uso de grandes cantidades de combustibles, motivo por el cual el impacto generado en la calidad del aire es mínimo.

#### **4.3.3. Discusión de Resultados de NO<sub>2</sub>**

Considerando que el Problema, Objetivo e Hipótesis número 02 de la presente investigación, es referente a la concentración del Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>), el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (2018), define al dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) como (...) *un líquido amarillento o un gas rojizo, principalmente como resultado de procesos naturales. La exposición a este compuesto se asocia comúnmente con las emisiones de las operaciones industriales, los procesos agrícolas que implican la fermentación, las actividades mineras en las que se utilizan explosivos y la liberación de gases de escape de los motores de combustión en espacios cerrados, así como con diversas prácticas industriales.*

Regueira, Schlatter, Diaz, & Portilla (2009) establece que el dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) (...) *se encuentra en los entornos urbanos es un elemento crucial de la atmósfera, ya que sus orígenes principales están relacionados con las actividades de combustión a temperaturas elevadas (por ejemplo, instalaciones termoeléctricas, refinerías de petróleo, motores de combustión interna). Los óxidos de nitrógeno suelen reconocerse por su alta reactividad, ya que al inhalarlos afectan al sistema respiratorio, en particular a las regiones más internas de los pulmones, al interrumpir diversas funciones, como la respuesta inmunitaria, lo que reduce la resistencia a las infecciones.*

En ese sentido, podemos reconocer y definir que dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) existe en varios estados físicos, incluido el sólido incoloro, el líquido amarillento o el gas rojizo. Las emisiones de NO<sub>2</sub> tienen una amplia gama de efectos

perjudiciales para la salud humana, ya que provocan afecciones como la inflamación de las vías respiratorias, el daño a los órganos (por ejemplo, el hígado o el bazo). Además, el NO<sub>2</sub> contribuye al daño ambiental a través de la acidificación y eutrofización de los ecosistemas, los desequilibrios metabólicos y las restricciones al crecimiento de las plantas. Estos procesos de acidificación también pueden afectar a las estructuras, la agricultura, la ganadería, los bosques, los suelos y las masas de agua.

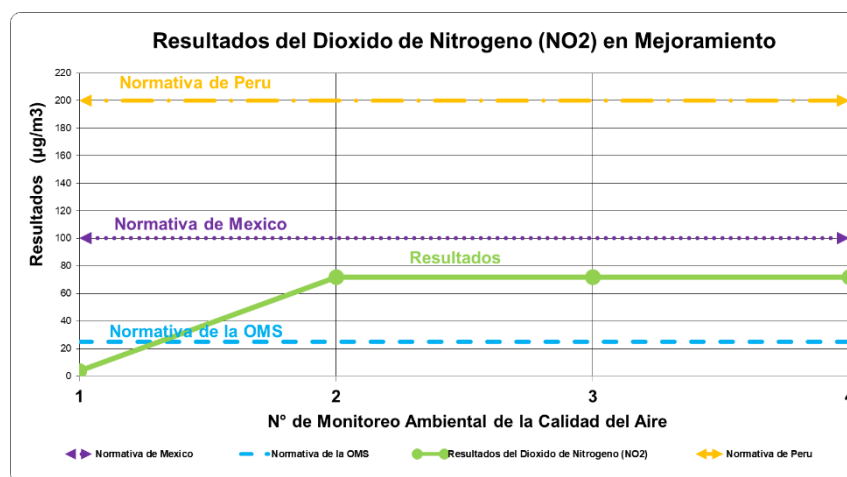


Figura 29. Resultado de Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>) en Mejoramiento  
Fuente: Elaboración Propia – 2024

Entonces para el componente de mejoramiento, en base a los resultados obtenidos y haciendo la comparación con los parámetros establecidos en las Normativas, se pudo determinar que la concentración de dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) producto de las actividades de mejoramiento, el cual consiste en la ejecución de actividades de Perfilado de superficie sin aporte de material granular, Aporte de agregados de cantera, estabilización con cemento portland, e=15cm, Imprimación con Emulsión Catiónica y por último la Colocación de Otta Seal con PEN 120-150;

- Los resultados obtenidos No exceden los Límites permisibles de NO<sub>2</sub> establecido en los estándares de calidad ambiental del Aire, aprobado por el Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM, Norma de la Republica del Perú.



- Los resultados obtenidos No exceden los valores limites de NO<sub>2</sub> establecidos en los lineamientos para la obtención y comunicación del índice de calidad del aire y riesgos a la salud, aprobado por la Norma Oficial Mexicana NOM-172-SEMARNAT-2023, Norma de los Estados Unidos Mexicanos.
- El resultado obtenido en el punto de monitoreo N° 01, No supera los 25 µg/m<sup>3</sup> de concentración de dióxido de nitrógeno, sin embargo, el 2do, 3ro y 4to puntos de Monitoreo Ambiental de calidad del Aire con resultados iguales a 71.81 µg/m<sup>3</sup> superan el nivel de las directrices del aire, establecido en las Directrices Mundiales de la OMS sobre la Calidad del Aire, aprobado por la Organización Mundial de la Salud.

Siendo necesario resaltar que los resultados obtenidos en los monitoreos ambientales de calidad del aire con respecto al dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), son de 3.90.00 µg/m<sup>3</sup>, 71.81 µg/m<sup>3</sup>, 71.81 µg/m<sup>3</sup> y 71.81 µg/m<sup>3</sup>.

Estos resultados se deben a que, la fuente de producción de NO<sub>2</sub> en campo durante la ejecución de actividades de mejoramiento es la combustión relacionada con los vehículos, en particular en los vehículos con motor diésel y esto se da con el uso de equipos y maquinaria durante mucho tiempo, así mismo las partidas de Imprimación con Emulsión Catiónica y Colocación de Otta Seal con PEN 120-150, concluyendo entonces que al existido un avance reducido del componente de mejoramiento, el impacto generado en la calidad del aire también fue reducido.

Así mismo es necesario resaltar que los resultados de concentración de dióxido de nitrógeno en los puntos de Monitoreo Ambiental de calidad del Aire N° 02, 03 y 04, que superan el nivel de las directrices del aire establecido en las Directrices Mundiales de la OMS, se debe a que la Organización Mundial de la Salud, a diferencia de la Normativa Peruana y Mexicana tiene valores permisibles de

concentración de NO<sub>2</sub> en el aire realmente bajos, por que plantean la mejora continua y reducción progresiva de los mismos.

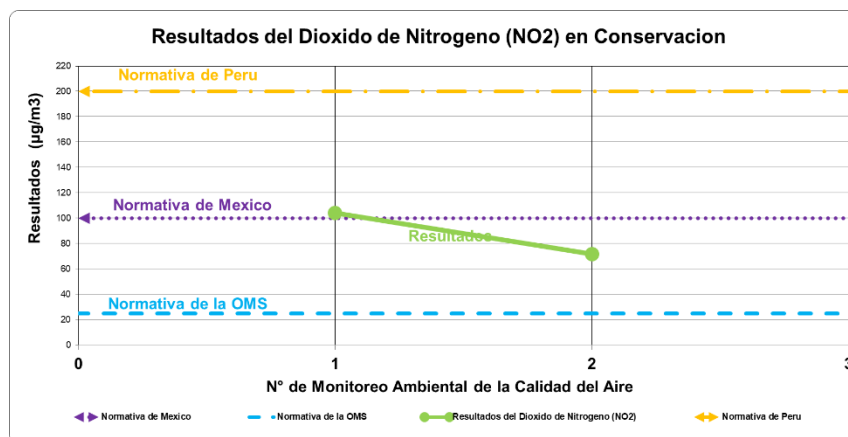


Figura 30. Resultado de Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>) en Conservación.  
Fuente: Elaboración Propia – 2024

Asi mismo para el componente de conservación, se pudo determinar que la concentración de dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) producto de las actividades de conservación, en la ejecución de conservación rutinaria antes del mejoramiento (CRAME) y Conservación rutinaria después del mejoramiento (CRDME);

- Los resultados obtenidos No exceden los Limites permisibles de NO<sub>2</sub> establecido en los estándares de calidad ambiental del Aire, aprobado por el Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM, Norma de la Republica del Perú.
- El resultado obtenido en el punto de monitoreo N° 01, con 104.17 µg/m<sup>3</sup> excede los 100 µg/m<sup>3</sup> de concentración de dióxido de nitrógeno, sin embargo el punto N° 02 con 71.81 µg/m<sup>3</sup> no supera los 100 µg/m<sup>3</sup>, valor que es establecido en los lineamientos para la obtención y comunicación del índice de calidad del aire y riesgos a la salud, aprobado por la Norma Oficial Mexicana NOM-172-SEMARNAT-2023, Norma de los Estados Unidos Mexicanos.
- Los resultado obtenido en los punto de monitoreo Ambiental de calidad del Aire con resultados iguales a 71.81 y 104.17 µg/m<sup>3</sup> son mayores a 25 µg/m<sup>3</sup>, superando asi los valores máximos establecido en las Directrices

Mundiales de la OMS sobre la Calidad del Aire, aprobado por la Organización Mundial de la Salud.

Siendo necesario resaltar que los resultados obtenidos en los monitoreos ambientales de calidad del aire con respecto al dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), son 71.81 µg/m<sup>3</sup> y 104.17 µg/m<sup>3</sup>.

Estos resultados se deben a que el componente de conservación ya sea con actividades rutinarias antes o después del mejoramiento, consiste en actividades de bajo impacto realizados en periodos cortos de tiempo con actividades manuales o mecánicas, sin el empleo de maquinaria especializada, por lo que no requiere el uso de grandes cantidades de combustibles, resultando en un mínimo impacto generado en la calidad del aire con NO<sub>2</sub>.

Asi mismo es necesario resaltar que los resultados de concentración de dióxido de nitrógeno en los puntos de Monitoreo Ambiental de calidad del Aire N° 01 y 02, que superan el nivel de las directrices del aire establecido en las Directrices Mundiales de la OMS, se debe a que la Organización Mundial de la Salud, a diferencia de la Normativa Peruana y Mexicana tiene valores permisibles de concentración de NO<sub>2</sub> en el aire realmente bajos, por que imparten la mejora continua y reducción progresiva de los mismos.

#### **4.3.4. Discusión de Resultados de CO**

Considerando que el Problema, Objetivo e Hipótesis número 02 de la presente investigación, es referente a la concentración del Monóxido de Carbono (CO), en ese sentido: Tellez, Rodriguez, & Fajardo (2006), establece que (...) *el monóxido de carbono es ampliamente reconocido como uno de los principales contaminantes de la atmósfera terrestre, y sus principales orígenes representan alrededor del 80% de las emisiones de vehículos motorizados que utilizan*

gasolina o diésel y de actividades industriales que utilizan compuestos de carbono.

En ese sentido, podemos reconocer y definir que el monóxido de carbono es un contaminante que se encuentra en la atmósfera terrestre y que se origina principalmente en la combustión de gasolina o diésel, siendo por ello importante destacar que la Organización Mundial de la Salud ha declarado que el 1,4% de las muertes mundiales están relacionadas con enfermedades derivadas de la mala calidad del aire debido a la contaminación, específicamente a las emisiones de vehículos como el monóxido de carbono. Estas emisiones pueden provocar problemas respiratorios en los seres humanos. En resumen, el impacto negativo del monóxido de carbono es tóxico para la salud humana pudiendo causar dolor de cabeza, mareos y en grandes cantidades la muerte, así mismo la contaminación del CO se extiende a todo el ecosistema y afecta a varios componentes, como las estructuras, la agricultura, la ganadería, los bosques, los suelos y las masas de agua.

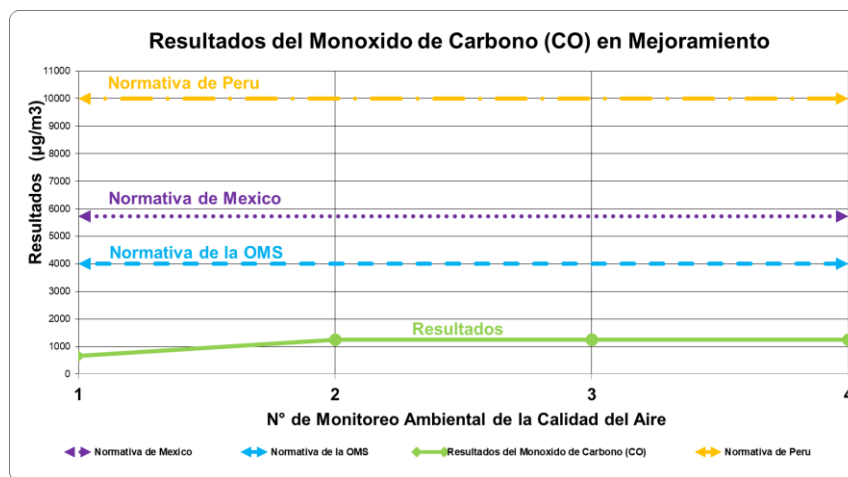


Figura 31. Resultado de Monóxido de Carbono (CO) en Mejoramiento.  
Fuente: Elaboración Propia – 2024

Entonces para el componente de mejoramiento, en base a los resultados obtenidos, se pudo determinar que la concentración de monóxido de carbono (CO) producto de las actividades de mejoramiento, durante la ejecución de



actividades de Perfilado de superficie sin aporte de material granular, Aporte de agregados de cantera, estabilización con cemento portland,  $e=15\text{cm}$ , Imprimación con Emulsión Catiónica y por último la Colocación de Otta Seal con PEN 120-150;

- Los resultados obtenidos No exceden los Limites permisibles de CO establecido en los estándares de calidad ambiental del Aire, aprobado por el Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM, Norma de la Republica del Perú.
- Los resultados obtenidos No exceden los valores límites de CO establecidos en los lineamientos para la obtención y comunicación del índice de calidad del aire y riesgos a la salud, aprobado por la Norma Oficial Mexicana NOM-172-SEMARNAT-2023, Norma de los Estados Unidos Mexicanos.
- El resultado obtenido No excede los valores límites de CO establecidos en las directrices del aire, establecido en las Directrices Mundiales de la OMS sobre la Calidad del Aire, aprobado por la Organización Mundial de la Salud.

Siendo necesario resaltar que los resultados obtenidos en los monitoreos ambientales de calidad del aire con respecto al Monóxido de Carbono (CO) son de  $652.00\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $1250.00\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $1250.00\ \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $1250.00\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Estos resultados se deben a que, la fuente de producción de CO en campo durante la ejecución de actividades de mejoramiento es la combustión en los vehículos (gasolina y diesel) y esto se da con el uso de equipos y maquinaria durante mucho tiempo, así mismo las partidas de Imprimación con Emulsión Catiónica y Colocación de Otta Seal con PEN 120-150, fueron realizados en pocos kilómetros, con amplios plazos de ejecución, concluyendo entonces que al existido un avance reducido del componente de mejoramiento, el impacto generado en la calidad del aire también fue reducido.

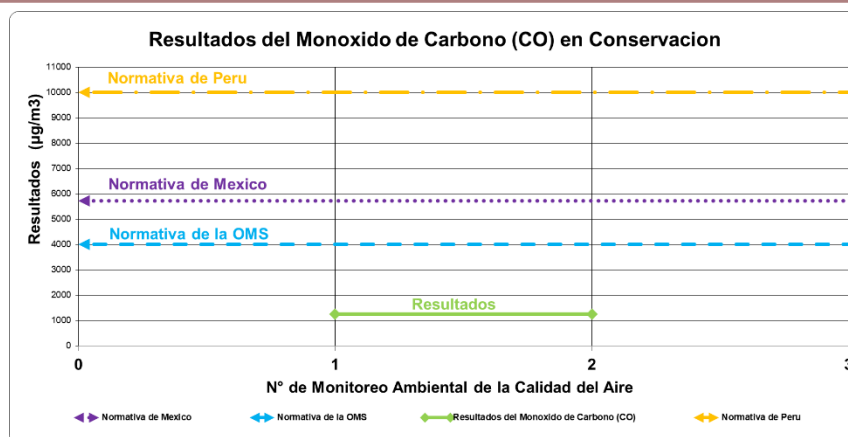


Figura 32. Resultado de Monóxido de Carbono (CO) en Conservación

Fuente: Elaboración Propia – 2024

Así mismo para el componente de Conservación, se pudo determinar que la concentración de monóxido de carbono (CO) producto de las actividades de Conservación Vial, el cual consiste en la ejecución de conservación rutinaria antes del mejoramiento (CRAME) y Conservación rutinaria después del mejoramiento (CRDME):

- Los resultados obtenidos No exceden los Límites permisibles de CO establecido en los estándares de calidad ambiental del Aire, aprobado por el Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM, Norma de la Republica del Perú.
- Los resultados obtenidos No exceden los valores límites de CO establecidos en los lineamientos para la obtención y comunicación del índice de calidad del aire y riesgos a la salud, aprobado por la Norma Oficial Mexicana NOM-172-SEMARNAT-2023, Norma de los Estados Unidos Mexicanos.
- El resultado obtenido No excede los valores límites de CO establecidos en las directrices del aire, establecido en las Directrices Mundiales de la OMS sobre la Calidad del Aire, aprobado por la Organización Mundial de la Salud.

Siendo necesario resaltar que los resultados obtenidos en los monitoreos ambientales de calidad del aire con respecto al Monóxido de Carbono (CO) son 1250.00 µg/m<sup>3</sup> y 1250.00 µg/m<sup>3</sup>.



Estos resultados se deben a que el componente de conservación ya sea con actividades rutinarias antes o después del mejoramiento, esta limitada a la ejecución de actividades de bajo impacto, ya que la duración de estas actividades son en periodos cortos de tiempo, además de ser en su mayoría actividades manuales o mecánicas, sin el empleo de maquinaria especializada ya que las actividades son más simples y no requieren el uso de grandes cantidades de combustibles, motivo por el cual el impacto generado en la calidad del aire es mínima.

#### **4.3.5. Discusión de Resultados de LAeqT**

Considerando que el Problema, Objetivo e Hipótesis numero 03 de la investigación, es de la concentración del Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A (LAeqT), en ese sentido:

Gamero Motta H. (2020) concluye que (...) *el principal causante del ruido es el tráfico vehicular (ya sea por el ruido del motor, las bocinas, etcétera). mayor preocupación genera que las personas expuestas todo el día a ese ruido constante (como trabajadores en mercados, policías de tránsito, transportistas, entre otros) están desarrollando la pérdida gradual de la audición sin que lo noten.*

Garcia Sanz & Garrido (2003), define a la contaminación auditiva (...) *el ruido se producía en un ambiente sonoro casi natural y carente de efectos negativos sobre la salud humana, el imponente desarrollo urbano, junto con los procesos de industrialización e innovación tecnológica, dieron como resultado un aumento artificial de la contaminación auditiva de forma exponencial.*

Garcia Sanz & Garrido (2003), también establece respecto a la fuente que (...) *Los procesos industriales contribuyen al ruido en el lugar de trabajo, mientras que los proyectos de desarrollo urbano conducen a la construcción constante de calles, especialmente en época de elecciones. Se necesita una sección específica*



*para abordar el ruido en el lugar de trabajo y las actividades de construcción, que contribuyen significativamente a los niveles de contaminación de la ciudad.*

De esta manera, definiremos además que los conceptos Ruido ambiental y Level of A Weighted Equivalent Continuous Sound Pressure Level LAeqT, se refieren a que existen durante el desarrollo de cualquier actividad tanto dentro como fuera de la ciudad, resaltando que hay niveles de contaminación auditiva en la construcción que afectan el ambiente laboral (de los trabajadores), la ciudadanía y el ecosistema donde se realizan estas actividades. Puede generar en las personas molestias, incremento en la frecuencia de pulsaciones cardíacas y respiratorias, trastornos del sueño, y en los sistemas cardiovascular y metabólico, algunos de los efectos nocivos. Desde el punto de vista de la biodiversidad, hay la posibilidad de alterar el equilibrio de los ecosistemas naturales en la medida que los animales, impulsados por un número de factores que incluye el ruido, adquieran distintos niveles de asociación y se decidan sobre el lugar que habitan. Si una determinada especie no puede soportar el ruido, adaptarse a otros factores de un hábitat particular puede convertirse en un desafío que la obligue a escapar de ciertos entornos. Este movimiento perturbación pueden alterar los ecosistemas de la región porque en virtud de la contaminación acústica, las especies depredadoras pueden resultar perjudicadas al buscar nuevos terrenos que dan más refugio y en consecuencia, incrementar sin control a las poblaciones de sus presas. En última instancia, esto puede llevar a ciertos cambios en la vegetación y la flora de la región.

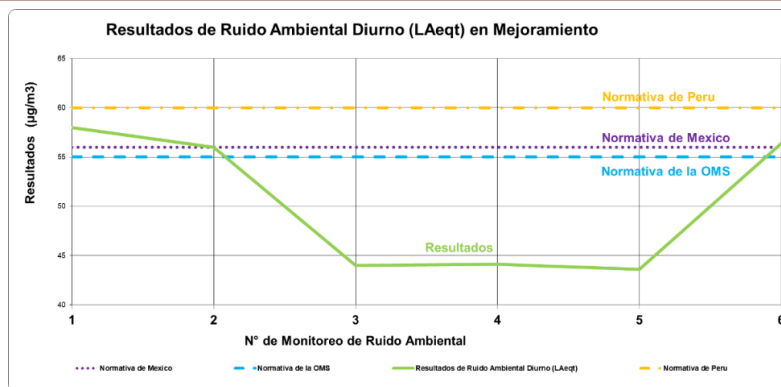


Figura 33. Resultado de Ruido Ambiental Diurno en Mejoramiento.

Fuente: Elaboración Propia – 2024

Entonces para el componente de mejoramiento, en base a los resultados obtenidos y haciendo la comparación con los parámetros establecidos en las Normativas durante la ejecución de actividades de Perfilado de superficie, Aporte de agregados de cantera, estabilización con cemento, Imprimación con Emulsión y por último la Colocación de Otta Seal con PEN 120-150;

- Los resultados obtenidos No exceden los Límites permisibles de LAeqT establecido en los estándares Nacionales de calidad ambiental Para el Ruido, aprobado por el Decreto Supremo N° 085-2003-PCM, Norma de la Republica del Perú.
- Los resultados obtenidos, el Punto de Monitoreo N° 01, 02 Y 06, exceden los valores límites de LAeqT establecidos en los límites máximos permisibles de emisión de ruido y fuentes fijas y su método de medición, aprobado por la Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, Norma de los Estados Unidos Mexicanos.
- Los resultados obtenidos, el Punto de Monitoreo N° 01, 02 Y 06, exceden los valores límites de LAeqT establecidos en, las Directrices Mundiales de la OMS sobre vivienda y Salud.

Siendo necesario resaltar que los resultados obtenidos en los monitoreos de ruido ambiental (LAeqT) son de 58.00 dB, 56.00 Db, 44.00 dB, 44.10 dB, 43.60 dB y 56.40 dB.

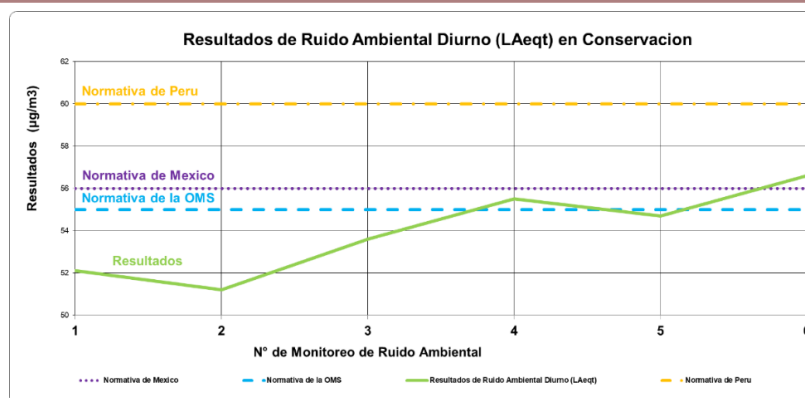


Figura 34. Resultado de Ruido Ambiental Diario en Conservación  
Fuente: Elaboración Propia – 2024

Así mismo, para el componente de conservación, en base a los resultados obtenidos durante la ejecución de conservación rutinaria antes del mejoramiento (CRAME) y Conservación rutinaria después del mejoramiento (CRDME):

- Los resultados obtenidos No exceden los Límites permisibles de LAeqT establecido en los estándares Nacionales de calidad ambiental Para el Ruido, aprobado por el Decreto Supremo N° 085-2003-PCM, Norma de la Republica del Perú.
- Los resultados obtenidos, del Punto de Monitoreo N° 06, exceden los valores límites de LAeqT establecidos en los límites máximos permisibles de emisión de ruido y fuentes fijas y su método de medición, aprobado por la Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, Norma de los Estados Unidos Mexicanos.
- Los resultados obtenidos, el Punto de Monitoreo N° 04 y 06, exceden los valores límites de LAeqT establecidos en, las Directrices Mundiales de la OMS sobre vivienda y Salud.

Siendo necesario resaltar que los resultados obtenidos en los monitoreos de ruido ambiental (LAeqT) son de 56.60 dB, 54.70 dB, 55.50 dB, 53.60 dB, 51.20 dB y 52.10 dB.

Estos resultados se deben a que en el componente de mejoramiento se realizaron las actividades con maquinaria y en el componente de conservación al ser actividades rutinarias antes o después del mejoramiento, está limitada a la ejecución de Limpieza, bacheos, perfilado, encausamiento, sellado, parchado en calzada, limpieza, conservación y reposición de señales, marcas en el pavimento y acondicionamiento de material excedente en las cuales la duración de estas actividades son en periodos cortos de tiempo, además de ser en su mayoría actividades manuales o mecánicas, sin el empleo de maquinaria, motivo por el cual la contaminación de Ruido no se da en gran escala por las actividades de bajo impacto se ejecutan en este tipo de servicios, así mismo se ejecutaron en lapsos prolongados de tiempo reduciendo su impacto y por último es mitigado por el viento.

#### **4.3.6. *Discusión de Resultados Generales***

Finalmente, para concluir el presente capítulo, Según Kaur & Arosa (2012) con respecto al impacto producido por los proyectos de construcción, (...) *Cualquier proyecto de desarrollo para mejorar la calidad de vida conlleva impactos positivos y negativos. Los proyectos de desarrollo deberían planificarse de manera que produzcan la mayor cantidad de impactos positivos y un mínimo de impactos negativos sobre el medioambiente*

Así mismo, Enshassi, Kochendoerfer, & Rizq (2014) establece que (...) *Los impactos medioambientales están clasificados en tres categorías: impactos sobre los ecosistemas, sobre los recursos naturales y sobre la comunidad y se espera que la construcción produzca daños en el frágil medioambiente debido a los impactos adversos de la construcción.*

Chavez Orozco & Jalomo Aguirre (2023), establece respecto a la contaminación acústica que (...) *La contaminación acústica influye en la calidad ambiental de los*



*espacios urbanos, provocando efectos negativos tanto en lo físico, mental, individual y social en la salud de la población.*

Huaquisto Caceres & Chambilla Flores (2021), en su estudio revelan que (...) Los impactos del ruido en el bienestar físico y mental de las personas sometidas al ruido pueden tener diversas consecuencias. Entre ellos figuran los efectos auditivos, como la dificultad de la comunicación verbal, los cambios temporales o permanentes en los umbrales auditivos y, en casos graves, la sordera. Además, los efectos no auditivos abarcan los impactos físicos, como la presión arterial elevada, la frecuencia cardíaca acelerada, los dolores de cabeza y síntomas como la gastritis, la colitis, el aumento del azúcar en sangre y la colesterolemia. Los efectos en los niños pueden incluir el aprendizaje en un entorno ruidoso, lo que reduce la concentración, retrasa el aprendizaje y dificulta la comunicación verbal y las habilidades de lectura.

Los resultados para SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y PM<sub>10</sub> demuestran el cumplimiento dentro de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) del Aire y también dentro de los requeridos para la obtención y comunicación del índice de calidad ambiental e informe de riesgos a la salud, establecidos en la NOM-172-SEMARNAT-2023, donde se destaca que los lineamientos normativos en estos documentos son de carácter amplio. Se reconoce el esfuerzo de la legislación Mexicana por actualizar sus normas, así como por incluir límites más estrictos que contribuyan a concientizar a la población y a las industrias respecto a la reducción del impacto ambiental. No obstante, los estándares de calidad ambiental relativos a la normativa peruana actualizada en 2017 carecen en gran medida de alinearse a las pautas brindadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS), así como tampoco exhiben el mínimo compromiso o metas de mediano plazo para su implementación. Esto sugiere que no constituye un marco regulador adecuado porque presenta un extenso margen de alcanzabilidad en el cumplimiento de los



contaminantes que se arrojan al aire como consecuencia de actividades productivas, extractivas y de servicios, tal como mencionan Ordoñez Aquino & Gonzales (2023). En su publicación (...) En el 2017, el Perú aprobó el nuevo Estándar Ambiental Nacional para la Calidad del Aire (ECA aire) (3). Sin embargo, solo O3 respondió a la recomendación de la Guía de la OMS de 2005 (4). Mientras que la OMS citaba un valor diario de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  para PM10 y PM2.5 respectivamente, el gobierno peruano lo duplicó para ambos. Por otro lado, la OMS recomendó un valor diario de 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  para SO<sub>2</sub>, en Perú se fijó en diez veces ese número.

Sigue siendo sostenible el tipo de razonamiento que permite concluir que las normas ambientales reguladoras de la calidad del aire (Ley de la República del Perú) necesitan ser cambiadas, adecuadas y actualizadas, incorporando los criterios sugeridos por la Organización Mundial de la Salud, con la intención de fomentar una mayor educación y conciencia ecológica y proporcionar en la realidad un aparato de administración ambiental contemporáneo para la política de salud. De no ser así, el uso de criterios permisivos en la concentración de los contaminantes del aire, que no se ajustan o son más laxos que las recomendaciones de la OMS, fuera de los criterios de calidad del aire protectores para la salud publicados por la OMS, habría un riesgo para la salud de la población peruana. También conduciría a efectos lamentables y muy pocas consecuencias deseables sobre el medio ambiente cuando podría resultar en cambios en los ecosistemas, desequilibrios en la biodiversidad, y afectar muchos factores como la agricultura, la ganadería, la silvicultura, el suelo, el agua dulce, y también reducir los impactos adversos de la construcción en el medio ambiente (CONSTRUCCIÓN Y EL MEDIO AMBIENTE PARTE VIII). "GERENCIAMIENTO AMBIENTAL", un eufemismo que implica degradación de los recursos medios de construcción.



Asimismo, para este caso específico, es importante discutir los resultados del monitoreo de la calidad del aire en relación con la contaminación acústica en el ámbito de las actividades de construcción y mantenimiento, ya que se relaciona con los puntos de referencia del Nivel de Presión Sonora Continua Equivalente Aponderada (LAeqT) obtenidos del Monitoreo Ambiental de la calidad del aire durante las actividades de mejora y conservación de carreteras; los cuales fueron medidos en comparación con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el Ruido, aprobados por el Decreto Supremo N° 085-2003-PCM, la Ley de la República del Perú, los Límites Mexicanos para la Emisión de Ruido de Fuentes Fijas y su Método de Medición, NOM-081-SEMARNAT-1994, y las Normas Mexicanas y las Directrices de la Organización Mundial de la Salud sobre Vivienda y Salud.

Concluimos que los Estándares de calidad ambiental (ECA) de Ruido sí necesitan ser revisados y sus valores alineados con los criterios de la Organización Mundial de la Salud. Entre las tres políticas analizadas en este estudio, es la peruana la que otorga mayor margen, además de no presentar un parámetro de mejora continua, lo que significa que con el tiempo este valor disminuiría. Todo esto para crear un instrumento de gestión sólido para mejorar el estado del medio ambiente hoy. Si, por el contrario, seguimos trabajando con el umbral permisivo para la contaminación acústica que no cumple con las recomendaciones de la OMS, arriesgamos la salud de la población al exponerla a molestias y a una variedad de problemas de salud que incluyen dificultades cardíacas, respiratorias y metabólicas. La biodiversidad también podría verse afectada al alterar los patrones migratorios de algunas especies, lo que perturbaría el equilibrio de los ecosistemas naturales, resultando en cambios en la vegetación y flora de la región.

#### 4.4. Aporte Filosófico

Considerando que el aporte filosófico hace referencia a la reflexión crítica, conceptual o ética, más allá de los datos empíricos o técnicos, para analizar, interpretar y profundizar en el tema de investigación e enriquecer el análisis del problema, sus fundamentos o sus implicaciones, para la presente investigación partimos del marco conceptual y normativo existente utilizado para abordar las variables de estudio; en ese sentido el término "corrientes epistemológicas" describe enfoques teóricos y estándares aplicados dentro del campo de la ingeniería civil ambiental y la gestión ambiental, más que la postulación de una nueva teoría filosófica o epistemológica fundamental.

Desde ese punto de vista:

Primero, el aporte se articula en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y la definición legal de los ECA según la Ley General del Ambiente N.º 28611, que los establece como medidas de concentración de elementos o sustancias en el ambiente que no representan riesgo significativo para la salud humana ni el ambiente; Se describe este enfoque como una "compilación sistemática de criterios formulados de manera secuencial" para la evaluación ambiental preventiva, lo que implica un "adecuado procedimiento" y un "análisis idóneo de los contaminantes".

Segundo, La aplicación de enfoque epistemológico se relaciona con la comprensión y clasificación de las actividades de conservación vial (rutinaria, periódica, mejoramiento), definidas como intervenciones de ingeniería vial ejecutadas para preservar y mejorar los componentes de la carretera; Esto implica un conocimiento basado en la planificación adecuada, el uso eficiente de recursos y la gestión del ciclo de vida de un pavimento.



Tercero, La comparación crítica de normativas es un punto adicional que surge de la base teórica, la inclusión y comparación empírica de los estándares peruanos (Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM, N° 085-2003-PCM) con las directrices de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la normativa de México (NOM).

Por lo tanto, el principal aporte de la presente investigación, visto a través de sus enfoques teóricos o corrientes epistemológicas y la discusión de resultados, no es la creación de un nuevo sistema filosófico, sino una contribución práctica y crítica fundamentada en marcos teóricos y normativos existentes dentro de la ingeniería y ciencias ambientales.

En esencia, la presente investigación aporta a la discusión sobre la aplicabilidad y adecuación de los estándares ambientales existentes para proteger la salud y el medio ambiente en el contexto específico de la infraestructura vial, impulsando una reflexión sobre la necesidad de su actualización basándose en evidencia empírica comparada con referencias globales; Esto podría considerarse un aporte a la praxis informada por la evidencia dentro del campo de la gestión ambiental y la salud pública relacionadas con la ingeniería civil.

#### **4.5. Aporte Académico**

Considerando que el aporte académico es la contribución original e inédita que hace la investigación a la comunidad académica y a un campo específico de conocimiento; para la presente investigación el enfoque específico es determinar las variaciones en la calidad del aire y el ruido ambiental causadas por actividades de mejoramiento y conservación vial y comparar los hallazgos con estándares nacionales e internacionales, la contribución académica es la siguiente:

Primero, A pesar de la notable importancia de la infraestructura vial para el progreso socioeconómico, las iniciativas para mejorar la calidad de vida a menudo



tienen efectos perjudiciales, incluidos impactos negativos sociales y ambientales, aunque estos efectos pueden identificarse, evaluarse y mitigarse, la implementación práctica de marcos de gestión socioambiental a menudo se limita a solo documentación; en ese sentido la validación de la presente investigación se justifica porque actualmente no se incluyen diagnósticos de evaluación de impactos ambientales durante la realización de actividades de mejoramiento, mantenimiento y conservación vial en las vías nacionales, departamentales, locales y caminos vecinales en Perú, abordando explícitamente este vacío de conocimiento y práctica en el contexto peruano.

Segundo, la presente investigación cuantifica y analiza la concentración de contaminantes del aire (Material Particulado con diámetro menor a 10 micras - PM10, Dióxido de Azufre - SO<sub>2</sub>, Dióxido de Nitrógeno - NO<sub>2</sub>, y Monóxido de Carbono - CO) y el nivel de ruido ambiental (Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A - LAeqT) generados por las actividades de mejoramiento y conservación vial, esto proporciona datos empíricos específicos sobre el impacto de estas actividades en la ruta estudiada (ruta desvió Limbani Phara).

Tercero, El aporte crucial del estudio es la comparación de los resultados del monitoreo con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) peruanos, los límites establecidos por México y las directrices de la Organización Mundial de la Salud (OMS), con ello se logra una comparación multilateral que revela que las concentraciones medidas cumplen con los ECA peruanos y a menudo con los límites mexicanos (que tienen rangos más amplios), sin embargo frecuentemente superan las directrices más estrictas de la OMS. Así mismo, los ECA peruanos vigentes no se ajustan a las recomendaciones de la OMS y no muestran un compromiso o metas intermedias para la reducción progresiva de contaminantes, ello implica que los estándares peruanos actuales pueden no ser aparatos

reguladores adecuados y que continuar con umbrales permisivos que no se ajustan a las recomendaciones de la OMS poniendo en riesgo la salud de la población peruana y generan un mayor impacto ambiental negativo.

Cuarto, Basado en los hallazgos comparativos, con la presente investigación se hace recomendaciones directas y explícitas a las entidades públicas peruanas (Ministerio del Ambiente, Ministerio de Salud, entre otros), recomendando que los futuros monitoreos ambientales incluyan comparaciones con normativas de otros países y con las directrices de la OMS, así mismo gestionar cambios en los estándares de calidad ambiental (aire y ruido) vigentes para la República Peruana para alinearlos con los valores presentados por la OMS e incorporar monitoreos ambientales en otros servicios de mantenimiento y conservación vial debido a los riesgos para la salud y el medio ambiente asociados con umbrales menos estrictos, y obtener un instrumento de gestión ambiental adecuado para la actualidad.

#### **4.6. Aporte Epistemológico**

Respecto a la Variable dependientes (Variación de la calidad del Aire), la corriente epistemológica esta enraizada en la evaluación preventiva y el análisis idóneo de contaminantes para garantizar un entorno seguro, basándose en una compilación sistemática de criterios formulados de manera secuencial, delineados en fases y niveles, que deben cumplirse para la evaluación ambiental, partiendo de la discusión de los resultados como comparación crítica de los estándares peruanos vigentes (Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM y N° 085-2003-PCM) con las directrices de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y las normativas de México, logrando determinar que los resultados cumplen con los estándares peruanos, pero a menudo exceden los límites más estrictos de la OMS y México, este hallazgo empírico sustenta una crítica a la adecuación de los estándares peruanos actuales para proteger la salud y el ambiente.



Con respecto a la Variable Independiente (Actividades de mejoramiento y conservación vial), el enfoque epistemológico para estas variables se relaciona con la definición y clasificación de las actividades que constituyen la conservación vial, incluyendo la conservación rutinaria, periódica o correctiva, mantenimiento de emergencia o rehabilitación, y mejoramiento; en las cuales se ejecutan intervenciones de ingeniería vial de manera proactiva para prevenir defectos mayores y mantener la integridad estructural.

Por todo ello, el aporte epistemológico no reside en la propuesta de un nuevo marco filosófico o una teoría del conocimiento original, pero si señala a un enfoque teórico y de estándares existentes en la ingeniería civil ambiental y la salud pública para evaluar en ese sentido esta evaluación empírica y su comparación con estándares internacionales es una contribución crítica y práctica a la política ambiental peruana, que sugiere basado en la evidencia recopilada, que los estándares de calidad ambiental vigentes en Perú para el aire y el ruido son menos estrictos que las recomendaciones de la OMS y las normativas de otros países, y que su actualización es necesaria para una mejor protección de la salud pública y el medio ambiente.

Por lo tanto, la presente investigación aporta empíricamente a la discusión sobre la suficiencia de las normativas ambientales vigentes en el Perú en el contexto de las actividades de mejoramiento y conservación vial, utilizando los enfoques teóricos y técnicos propios de la ingeniería y las ciencias ambientales



## CONCLUSIONES

**Primera:** La concentración de Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM10) y Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>) en el aire, causada por actividades de Mejoramiento y Conservación Vial en la ruta desvió Limbani Phara, no superan los 250 µg/m<sup>3</sup> (valor limite), así mismo los resultados de PM10 no superan los 100 µg/m<sup>3</sup> (valor limite); Por ello se concluye que el SO<sub>2</sub> y PM10 cumple con los valores límites establecidos en los estándares de calidad ambiental para el aire en la republica de Perú, Motivo por el cual no se generan impactos negativos a la salud humana, ni medio ambiente por causa de las actividades de mejoramiento y conservación en la ruta desvió Limbani Phara.

**Segunda:** La concentración de Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y Monóxido de Carbono (CO) en el aire, causada por actividades de Mejoramiento y Conservación en la ruta desvió Limbani Phara, no sobrepasan los 200 µg/m<sup>3</sup> (valor limite), así mismo los resultados de CO no superan los 10000 µg/m<sup>3</sup> (valor limite), en ese sentido se concluye que el NO<sub>2</sub> y CO cumplen con los valores límites establecidos en los estándares de calidad ambiental del aire en el Perú, de manera que se garantiza una adecuada calidad ambiental, que no se generan impactos negativos a la salud humana, ni medio ambiente por causa de las actividades de mejoramiento y conservación en la ruta desvió Limbani Phara.

**Tercera:** Los Valores Determinados del Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A (LAeqT), causada por actividades de Mejoramiento y Conservación, no sobrepasan los 60 dB (valor limite), concluyendo que el Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A, producto de la ejecución de actividades de Mejoramiento y Conservación Vial en el área de influencia de la ruta desvió Limbani Phara, cumplen con los valores límites establecidos en los estándares de calidad ambiental del Ruido, de manera que se garantiza la protección de la salud, mejora de la calidad de vida y se promueve el desarrollo sostenible durante la ejecución de actividades de la industria de la construcción, sin la generación de impactos negativos a la salud humana, ni a la biodiversidad en el área de influencia de la ruta desvió Limbani Phara.

## RECOMENDACIONES

**Primera:** Se recomienda que cuando se realicen evaluaciones de impactos ambientales mediante la ejecución de monitoreos ambientales para la determinación de la concentración de Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>), Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y Monóxido de Carbono (CO) u otros contaminantes presentes en el aire, causada por la industria de la construcción (infraestructura vial en construcción u servicios de Mejoramiento, conservación vial u rehabilitación), No se limite a la verificación del cumplimiento de los estándares de calidad ambiental de aire (ECA Aire), sino que de manera proactiva se realice también un comparativo con los parámetros de otros países y definitivamente con las Directrices Mundiales presentadas por la Organización Mundial de la Salud tanto para la calidad del Aire.

**Segunda:** Se recomienda que cuando se realicen evaluaciones del Ruido ambiental, mediante la ejecución de monitoreos de ruido ambiental para la determinación de los Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A (LAeqT) causada por la industria de la construcción (infraestructura vial en construcción u servicios de Mejoramiento, conservación vial u rehabilitación), No se limite a la verificación del cumplimiento de los estándares de calidad ambiental de para el Ruido (ECA Ruido), sino que de manera proactiva se realice también un comparativo con los parámetros de otros países y definitivamente con las Directrices Mundiales presentadas por la Organización Mundial de la Salud para el Ruido.

**Tercera:** Se recomienda realizar estudios más completos sobre el monitoreo del medio ambiente, que incluya aire, agua, suelo, ruido, radiación no ionizante, plomo, entre otros, y realizar su comparación con los estándares nacionales de puntos de referencia de calidad ambiental aprobados para su presentación dentro del país, niveles permisivos establecidos por otros países, y definitivamente con las directrices formuladas por la Organización Mundial de la Salud; así, se fomenta a entidades públicas como el Ministerio del Ambiente y el Ministerio de Salud a realizar revisiones sobre los estándares existentes



de calidad ambiental para la República del Perú, todo esto con el único propósito de reducir los impactos negativos en la salud y el medio ambiente causados por las actividades industriales en general, elevar el nivel de concienciación entre la población, mejorar la calidad ambiental y desarrollar instrumentos adecuados de gestión ambiental contemporánea.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agudero Calderon, C. A., Quiroz Arcentrales, L., Grcia Ubaue, J. C., Robledo Martinez, R., & Garcia Ubaque, C. A. (08 de Octubre de 2015). Evaluacion de condiciones ambiental: aire, agua y suelo en areas de actividad minera en boyaca, colombia. Bogota, Bogota, Colombia: Revista de Salud Publica de la Universidad Nacional de Colombia.
- Albrecht Arquer, G. (2012). La Conservacion por Indicadores. Un Fututo que es Presente . *Carreteras*, 71.
- Almeida, E., & Guimaraes, P. (2014). Economic Growth and Infrastructure in Brazil: Spatial Multilevel Approach. *ECONSTOR Make Your Publications Visible*, 1.
- Alvarado Zeledon, X. (2006). Impacto en la salud ambiental por efecto de emisiones de Dioxido de Azufre del Volcan arenal, en la poblacion de la fortuna de san carlos. *Revista Costarricense de Salud Publica*, 26-27.
- Aranguéz, E., Ordoñez, J., Serrano, J., Aragones, N., Fernandez-Patier, R., Gandarillas, A., & Galan, I. (1999). Contaminantes Atmosfericos y su Vigilancia. *Revista Especial Salud Publica*, 126.
- Arciniegas Suarez, C. A. (2012). Diagnostico y Control de Material Particulado: Particulas Suspendidas Totales y Fraccion Respirable PM10. *Revista Luna Azul*, 2.
- Berzosa González, Á. (15 de Marzo de 2013). Análisis de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero. Madrid, Madrid, Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- Betetta Gomez, J. L. (21 de Octubre de 2019). Los efectos de la polucion ambiental por microparticulas MP2.5 y PM10 en la presencia de enfermedades respiratorias en los pobladores del Distrito de Ate. Ate, Lima, Peru: Escuela de Posgrado de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega.
- Billet , S., Garcon, G., Daguer, Z., Verdin, A., Ledoux, F., Casier , F., . . . Pirouz, S. (2007). Ambient Particulate Matter (PM2.5): Physicochemical characterization and



- metabolic activation of the organic fraction in human lung epithelial cells (A549). *Environmental Research*, 105, 212 - 223.
- Bizkaia, Tecnalia y Ekoire. (2018). *Informe técnico jurídico sobre metodologías existentes para el análisis*. Bizkaia: Bizkaia, Tecnalia y Ekoire.
- Blanco Jimenez, S., & Altuzar Villatoro, F. (02 de Junio de 2015). Evaluación de Partículas Suspendidas PM2.5 en el Area Metropolitana de Monterrey. Coyoacan, Coyoacan, Mexico: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.
- Bolaños Morera, P., & Chacon Araya, C. (2017). Intoxicacion por Monoxido de Carbono. *Medicina Legal de Costa Rica*, 2.
- Bueno Risco, K., Safonst Gonzalez, R., & Mustelier Cuba, E. (2016). Vision Sostenible en la Conservacion de Carreteras: Vial la Frola. *Ciencia en su PC*, 46.
- Campos Cruz, C. (2010). Planes de Conservacion Vial Cantonal para fortalecer la accion municipal en Costa Rica. *Gestion Vila Municipal Programa de Infraestructura del Transporte, LanammeUCR*, 8,9.
- Centro Mario Molina. (09 de Junio de 2018). Análisis de la contaminación por PM2.5 en la ciudad de Monterrey, Nuevo León, enfocado a la identificación de medidas estratégicas de control. Mexico, Mexico, Mexico: Centro Mario Molina.
- Chavez Orozco, C. A., & Jalomo Aguirre, F. (2023). Contaminación acústica y sus efectos en la calidad ambiental del espacio urbano. *Revista Tecnogestion: Una Mirada al Ambiente, Volumen 20*, 114.
- Cirrus Research S.L. (2016). *Guia para Terminologia de Medicion de Ruido*. Barcelona: Cirrus Research S.L.
- Coronel Chavez, S. (21 de Julio de 2021). EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA A PARTIR DE INDICADORES BIOLÓGICOS DEL RIO CHIRA". Piura, Piura, Peru: Escuela de Posgrado de a Universidad Nacional de Piura.
- Direccion de Analisis y Programacion Sectorial de CAF. (2010). *Mantenimiento Vial Informe Sectorial*. America Latina: Corporacion Andina de Fomento.



- Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. (2013). Manual de carreteras: Mantenimiento o Conservación Vial. En D. G. Ferrocarriles. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. (2016). *Manual Técnico de mantenimiento Periódico para la Red vial Departamental No Pavimentada*. Lima: Programa de Caminos Departamentales.
- Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. (2018). *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG 2018*. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, MTC. (2013). *Manual de carreteras Conservación Vial*. Lima: MTC.
- EG, M. d. (2013). *Especificaciones Técnicas Generales para Construcción*. Lima: Ministerio de transportes y comunicaciones.
- Enshassi, A., Kochendoerfer, B., & Rizq, E. (2014). Evaluación de los impactos medioambientales de los proyectos. *Revista de Ingeniería de Construcción*, 234-236.
- Espinoza Rivas, G. R. (28 de Febrero de 2022). Evaluación de la calidad del agua en la subcuenca parte alto del río Llallimayo, Provincia de elgar, Puno, Peru. Puno, Puno, Peru: Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional del Altiplano.
- Espinoza, G. (2007). *Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental*. Santiago de Chile: Banco Interamericano de Desarrollo - BID.
- Flintsch, G. W., & Fernandez Gomez, W. (2015). Comparación de los costos del ciclo de vida de tres alternativas de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos. *Revista Vial*, 2.
- Gamero Motta, H. (2020). Comparación de los Niveles de Ruido Normativa y Gestión de Ruido Ambiental en Lima y Callao Respecto a Otras Ciudades de Latinoamérica. *Revista Kawsaypacha N° 05*, 109.



- Gamero Motta, H. G. (2020). Comparacion de los Niveles de Ruido, Normativa y Gestion de Ruido Ambiental en Lima y Callao respecto a otras Ciudades de Latinoamerica. *Revista Kawsaypacha: Sociedad y Medio Ambiente*, 2.
- Garamendi Gonzalez, P. M., & Sanchez de Leon Robles, M. S. (2003). Mortalidad asociada con la contaminacion atmosferica por SO<sub>2</sub>. a proposito de un caso de autopsia medica legal tras un episodio de polucion atmosferica. *Cuaderno de Medicina Forense N° 33*, 49.
- Garcia Sanz, B., & Garrido, F. J. (2003). La contaminacion acustica en nuestras ciudades. *Coleccion Estudios Sociales*, 47-50.
- Garcia V, J. (1977). Efecto del dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) sobre plantas jovenes de phaseolus vulgaris, L. Var. Jamapa. *Revista de la Facultad de Agronomia, Universidad del Zulia* , 40.
- GreenFacts. (2006). Consenso Cientifico sobre la Contaminacion del Aire - Dioxido de Nitrogeno. *GreenFacts Hechos sobre la salud y el medioambiente*, 2,3.
- Gutierrez Alvarez, A. M., Babativa, Y. L., & Lozano, I. (2004). Presentacion de Datos. *Revista Ciencias de la Salud*, 65.
- Hernandez, C. Y. (2018). *Pavimentos de Adoquines de Concreto Una Solucion Ambiental en la Construcción de Infraestructura Vial Colombiana*. Bogota: Universidad Militar Nueva Granada.
- Hidrolab. (14 de Septiembre de 2022). Las consecuencias del dióxido de nitrógeno en el aire. *Las consecuencias del dióxido de nitrógeno en el aire*. Santiago, Santiago, Chile: HidroLab. Obtenido de Hidrolab.
- Huaquisto Caceres, S., & Chambilla Flores, I. G. (2021). ESTUDIO DEL RUIDO GENERADO POR LA MAQUINARIA DE CONSTRUCCIÓN EN INFRAESTRUCTURA VIAL URBANA. *Investigacion y Desarrollo Volumen 21*, 87-88.
- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. (2018). *Dioxido de Nitrogeno: Docuemnto toxicologico para la actualizacion del Limite de Exposicion Profesional*



*del Dioxido de Nitrogeno*. España: Ministerio de Trabajo, Migraciones y Seguridad Social.

Jose Heredia y Asociados C.A. (2014). Clasificación de las fallas de Pavimento. *Oficina Tecnica Ingeniero*.

Kaur, M., & Arosa, S. (2012). Environment impact assessment and environment management studies for an upcoming multiplex- a Case Study. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering*, 22-30.

M.T.C., M. d. (2013). *Manual de Carreteras Seccion Suelos, Geologia, Geotecnia y Pavimentos*. Lima: Ministerio de transportes y comunicaciones.

Machado, R., & Toma, H. (2017). Crecimiento Economico e Infraestructura de Transportes y Comunicacione en el Peru. *Economia Volumen XL*, 10.

Martinez, O. J. (2018). *Prediccion de Fallas por Escalonamiento en las Estructuras Pavimento Rigidos Propuestas Dentro del Manual de Diseño de Pavimentos de Concreto para Bajos, Medios y Altos Volúmenes del Invias, Empleando el Modelo de Deterioro de Pavimentos Rigidos Napcom*. Granada: Univesidad Militar Nueva Granada.

Mengui, C. (2007). Calentamiento global: un riesgo oculto para la Salud. *Revista Argentina de Microbiología*. , 131-132.

Meñendez, J. R. (2003). *Mantenimiento Rutinario de Caminos con Microempresas*. Lima: Oficina Subregional de los Paises Andinos.

Ministerio de trabajo, empleo y seguridad social Argentina. (2019). *Actividad Vial. Conservacion Rutinaria de Rutas y Caminos*. Argentina: Superintendencia de riesgo del trabajo.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones Republica del Peru. (27 de Agosto de 2007). Especificaciones Tecnicas Generales para la Conservacion de Carreteras. *Resolucion Directoral N° 051-2007-MTC/14*. Lima, Lima, Peru: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.



- Ministerio de transportes y comunicaciones, M. (2013). *Manual de Carreteras Especificaciones Tecnicas Generales Para Contruccion*. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- Ministerio de Transprrtes y Comunicaciones. (22 de Marzo de 2023). Boletin Estadistico al I trimestre 2023. *Boletin estadístico*. Lima, Lima, Peru: INEI.
- Ministerio del Ambiente - MINAM. (06 de Junio de 2017). Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM. *Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establece Disposiciones Complementarias*. Lima, Lima, Peru: Diario el Peruano.
- Molina López, A. R. (10 de Mayo de 2014). Impacto Ambiental producido por el transporte durante la construccion de carreteras. Tarija, Tarija, Bolivia: Revista Cientifica de Universidad Autonoma Juan Misael Saracho.
- Montoya Hernandez, P. (2013). Concesiones de Infraestrucutra Vial. (pág. 8). Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- Mosqueira Estraver, H. (15 de Junio de 2019). Evaluacion de las particulas PM2.5 y PM10 en la construccion de la carretera Chota - Cochabamba (Cajamarca). Chota, Cajamarca, Peru: Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca.
- MTC. (19 de febrero de 2015). *Ministerio de Transportes y Comunicaciones*. Obtenido de Programa de Concesiones: [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/concesiones/concesiones\\_transportes.html](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/concesiones/concesiones_transportes.html)
- MTC. (2016). Anexo N° 02: Medida de Rugosidades . En M. d. Comunicaciones, *Manual de Ensayo de Materiales*. Lima: Ministerio de Transportes y comunicaciones .
- MTC, Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). *Manual de carreteras seccion Suelos, geologia, geotecnia y pavimentos*. Lima: MTC.
- Núñez Caraballo, V., Rodríguez Rojas, R., Gómez Camacho, L., Herrera Moya, I., & Morales Pérez, M. (2019). Emisiones de dióxido de azufre a la atmósfera por fuentes fijas de MINAG y su influencia en la calidad del aire en la provincia de Villa Clara. *Centro Agrícola*, 5-7.



- Ordoñez Aquino, C., & Gonzales, G. F. (2023). Calidad del aire en Perú no se ajusta a los valores recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS). *Revista Medica Herediana*, 236.
- Organizacion Mundial de la Salud - OMS. (19 de Diciembre de 2022). *Contaminacion del Aire Ambiental (Exterior)*. Obtenido de [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
- Organizacion Mundial de la Salud. (2003). *Health Aspects of Air Pollution with Particulate Matter, Ozone and Nitrogen Dioxide*. Suiza: Organizacion Mundial de la Salud.
- Organizacion Mundial de la Salud. (2006). *Guia de calidad de aire de la OMS*. Suiza: OMS.
- Organizacion Panamericana de la Salud y Organizacion Mundial de la Salud. (2022). *Directrices de la OMS sobre vivienda y salud*. Washington, DC: World Health Organization.
- Orozco Medina, M. G., & Gonzalez, A. E. (2015). La Importancia del Control de la Contaminacion por Ruido en las Ciudades. *Ingenieria Revista Academica*, 1.
- Paz, G. B. (2017). *Metodologia de la Investigacion*. Mexico: Grupo Editorial Patria.
- Pereyra, J. F. (2012). *Actividades de Mantenimiento Rutinario y Periodico en una Carretera del Peru*. Lima: Universidad de Piura.
- Perez, J. (2015). Concentracion de Particulas menor a 10 micras y nivel de riesgo basado en valores del indice de calidad del aire realizado en el Departamento de San Martin - Peru. *Revista de investigacion Apuntes Universitarios (AU)* , 4-5.
- Presidencia de Consejo de Ministros. (2003). *Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido*. Lima: Diario el Peruano.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2019). *Fronteras 2018/19 Nuevos temas de Interes ambiental*. Kenya: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Provias Nacional. (15 de Julio de 2017). Terminos de referencia Integrados. *Servicio De Gestión, Mejoramiento Y Conservación Vial Por Niveles De Servicio Del Corredor*



- Vial Pro Region Puno- Paquete 01:*. Lima, Lima, Peru: SubDireccion de Conservacion.
- Quevedo Ricardi, F. (2011). La prueba de la Hipotesis. *Estadística aplicada a la investigación en Salud*, 1.
- Quijano Parra, A., & Orozco M, J. A. (2005). Monitoreo de material Particulado - Fraccion Respirable (PM2.5) en Pamplona (Colombia). *Revista de la Facultad de Ciencias Basicas de la Universidad de Pamplona*, 4.
- Quispicuro Huaman, V. (2015). Descripcion de los efectos de los oxidos de carbono (CO<sub>2</sub> y CO) en ambientes interiores y expeiores. *Revista de Investigacion Universitaria*, 13.
- Quispicuro Huaman, V. (2015). Descripcion de los efectos de los oxidos de carbono (CO<sub>2</sub> y CO) en ambientes interiores y exteriores. *Revista de Investigacion universitaria de la Universidad Peruana Union*, 12.
- Regueira, Y. M., Schlatter, S., Diaz, G., & Portilla, C. (2009). Determinacion de la concentracion de dioxido de nitrogeno en la atmosfera de Ciudad de la Habana mediante captadores pasivos. *Revista CENIC Ciencias Quimicas Volumen 40*, 1.
- Rimayhuaman Taipe, O. E. (2022). Influencia del Mantenimetro Vial y Satisfacion del Usuario. *Ciencia Latina*, 1891.
- Rodriguez Jeronimo, G. (16 de Noviembre de 2006). Estudio del funcionamiento de los sistemas de gestion de la caliad y el medio ambiente en el sector de la construccion de la comunidad de Madrid. Granada, Granada, Madrid: Universidad de Granada.
- Salcido, A., Celada Murillo, A., Tamayo Flores, G., Hernandez Flores, N., Carrion Sierra, S., Martinez Florez, M. A., . . . Gaspar, J. (2019). Calidad del Aire y Monitoreo Atmosferico. *Revista Digital universidatria*, 5.
- Sampedro Rodriguez, A. (2009). El Protocolo de Kioto en la Ingenieria de Carreteras. *Carreteras*, 8.



- Sarduy Dominguez, Y. (2007). El analisis de informacion y las investigaciones Cuantitativas y Cualitativas. *Revista Cubana Salud Publica*, 4.
- Secretaria de Medio Ambiente y Recursos. (2013). *Norma Oficial Mexicana Nom-081-SEMARNAT-1994, que establece los Limites Maximos Permisibles de emision de ruido de las fuentes fijas y su metodo de medicion*. Mexico: Subsecretario de Fomento y Normatividad Ambiental.
- Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2023). Lineamientos para la obtención y comunicación del. En S. d. Naturales, *NORMA Oficial Mexicana NOM-172-SEMARNAT-2023* (pág. 12). Estados Unidos Mexicanos: Diario Oficial.
- Solminihac, H., Echaveduren, T., & Chamorro, A. (2018). *Gestion de Infraestructura Vial*. Chile: Universidad Catolica de Chile.
- Tellez, J., Rodriguez, A., & Fajardo, A. (2006). Contaminacion por Monoxido de Carbono: Un Problema de Salud Ambiental. *Revista Salud Publica*, 108.
- Torrez Muñoz, R. (2022). Emisiones de Dioxido de Azufre (SO<sub>2</sub>). *Biblioteca del Congreso Nacional de Chile - Asesoría Técnica Parlamentaria*, 1-2.
- Vicente Armas, E. (2012). Oportu Toma de Decisiones en la Gestion de Conservacion de la Carretera. *Gestion en el Tercer Milenio, Revista de Investigación de la Facultad de Ciencias Administrativas*, 46.
- Viamonte Calla, O. (2018). *Evaluacion de la Contaminacion Acustica Producida por los Aviones en el Aeropuerto de la Ciudad de Juliaca*. Juliaca: Escuela de Posgrado de la Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez.
- Zizio, M. (2008). Emisiones de dióxido de carbono en América Latina. *Un Aporte al Cambio Climático Economía y Sociedad*. Vol. 14, 133-161.



## APÉNDICES Y ANEXOS



## APENDICES



## Apéndice N° 01: Matriz de Consistencia



## Apéndice N° 02: Validez de Instrumentos



## ANEXOS



**Anexo N° 01: Formulario de Autorización**



## Anexo N° 02: Panel Fotográfico

### Panel Fotográfico



Fotografía N° 01: 1ra Estación de Calidad de Aire (CA-01) – Mejoramiento



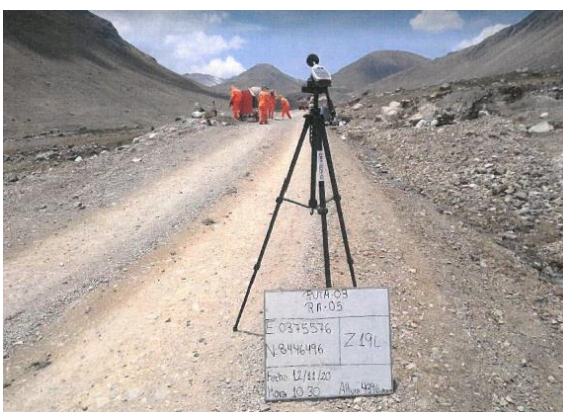
Fotografía N° 02: 1ra Estación de Calidad de Aire (CA-02) – Mejoramiento



Fotografía N° 03: 1ra Estación de Ruido Ambiental (RA-01) - Mejoramiento



Fotografía N° 04: 1ra Estación de Ruido Ambiental (RA-02) - Mejoramiento



Fotografía N° 05: 1ra Estación de Ruido Ambiental (RA-05) - Mejoramiento



Fotografía N° 06: 1ra Estación de Ruido Ambiental (RA-06) - Mejoramiento



Fotografía N<sup>o</sup> 07: 1ra Estación de Calidad de Aire (CA-01) – Conservación



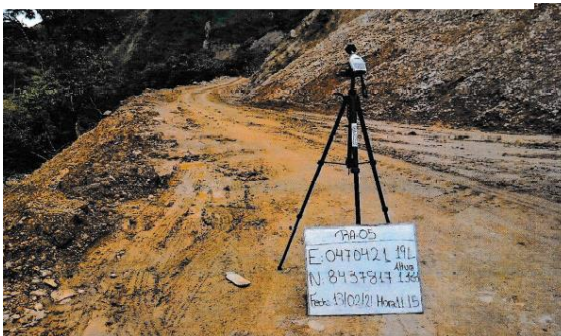
Fotografía N<sup>o</sup> 08: 1ra Estación de Calidad de Aire (CA-01) – Conservación



Fotografía N<sup>o</sup> 09: 1ra Estación de Ruido Ambiental (RA-01) - Conservación



Fotografía N<sup>o</sup> 10: 1ra Estación de Ruido Ambiental (RA-02) - Conservación



Fotografía N<sup>o</sup> 11: 1ra Estación de Ruido Ambiental (RA-05) - Conservación



Fotografía N<sup>o</sup> 12: 1ra Estación de Ruido Ambiental (RA-05) - Conservación



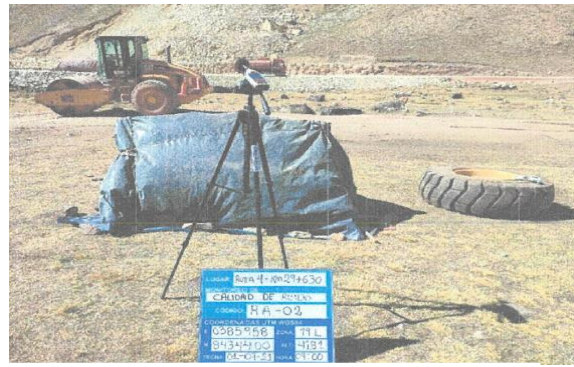
Fotografía N<sup>o</sup> 13: 2da Estación de Calidad de Aire (CA-01) – Mejoramiento



Fotografía N<sup>o</sup> 14: 2da Estación de Calidad de Aire (CA-02) – Mejoramiento



Fotografía N<sup>o</sup> 15: 2da Estación de Ruido Ambiental (RA-01) - Mejoramiento



Fotografía N<sup>o</sup> 16: 2da Estación de Ruido Ambiental (RA-02) - Mejoramiento



Fotografía N<sup>o</sup> 17: 2da Estación de Calidad de Aire (CA-01) – Conservación



Fotografía N<sup>o</sup> 18: 2da Estación de Calidad de Aire (CA-01) – Conservación



Fotografía N<sup>o</sup> 19: 2da Estación de Ruido Ambiental (RA-01) - Conservación



Fotografía N<sup>o</sup> 20: 2da Estación de Ruido Ambiental (RA-02) – Conservación



Fotografía N<sup>o</sup> 21: 2da Estación de Ruido Ambiental (RA-07) - Conservación



Fotografía N<sup>o</sup> 22: 2da Estación de Ruido Ambiental (RA-08) - Conservación



Fotografía N<sup>o</sup> 23: 3ra Estación de Calidad de Aire (CA-01) – Mejoramiento



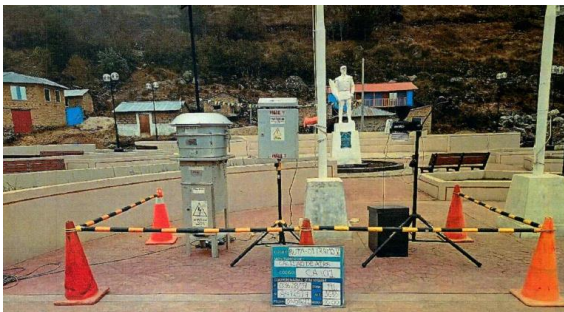
Fotografía N<sup>o</sup> 24: 3ra Estación de Calidad de Aire (CA-02) – Mejoramiento



Fotografía N<sup>o</sup> 25: 3ra Estación de Ruido Ambiental (RA-07) - Mejoramiento



Fotografía N<sup>o</sup> 26: 3ra Estación de Ruido Ambiental (RA-08) - Mejoramiento



Fotografía N<sup>o</sup> 27: 4ta Estación de Calidad de Aire (CA-01) – Mejoramiento



Fotografía N<sup>o</sup> 28: 4ta Estación de Calidad de Aire (CA-02) – Mejoramiento



Fotografía N<sup>o</sup> 29: 4ta Estación de Ruido Ambiental (RA-05) - Mejoramiento



Fotografía N<sup>o</sup> 30: 4ta Estación de Ruido Ambiental (RA-06) - Mejoramiento



**Anexo N° 03**

**Informe de Monitoreo Ambiental N° IM-2021-071 durante el  
Mejoramiento**

**Emitida por Belén Servicios de Ingeniería S.R.L.**



**Anexo N° 04**

**Informe de Monitoreo Ambiental N° IM-2022-009-B durante el  
Mejoramiento**

**Emitida por Belén Servicios de Ingeniería S.R.L.**



**Anexo N° 05**

**Informe de Monitoreo Ambiental N° IM-2022-082-A durante el  
Mejoramiento**

**Emitida por Belén Servicios de Ingeniería S.R.L.**



**Anexo N° 06**

**Informe de Monitoreo Ambiental N° IM-2022-123-B durante el  
Mejoramiento**

**Emitida por Consultora Ambiental ALLIN HALLPA S.A.C.**



**Anexo N° 07**

**Informe de Monitoreo Ambiental N° IM-2021-009 durante la  
Conservación**

**Emitida por YANAPAQUI Consultoría e Ingeniería S.A.C.**



**Anexo N° 08**

**Informe de Monitoreo Ambiental N° IM-2021-121 durante la  
Conservación**

**Emitida por Belén Servicios de Ingeniería S.R.L.**



### FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO OPINIÓN DEL EXPERTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Autor del instrumento: Oliver Fernando Condori Ilaquita
- 1.2. Validado por: Dra. Juan Benites Noriega
- 1.3. Título de la investigación:  
Variación de la Calidad del Aire Causada por Actividades de Mejoramiento y Conservación Vial en la Ruta Desvío Limboni Phora
- 1.4. Nombre del instrumento: Experimentos de Laboratorio (Monitoreo Ambiental)

#### II. ASPECTOS A EVALUAR

N°	INDICADORES	VALORACIÓN																			
		DEFICIENTE				BAJO				REGULAR				BUENA				EXCELENTE			
		1	9	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96
5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100		
1	CLARIDAD	Esta formado con lenguaje apropiado.																			X
2	OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.																			X
3	ACTUALIDAD	Está adecuado al avance de la ciencia.																			X
4	ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.																			X
5	SUFICIENCIA	El número de ítems propuesto es suficiente para medir la variable.																			X
6	ADECUACIÓN	Está adecuado para valorar la variable de estudio.																			X
7	CONSISTENCIA	Está basado en aspectos teóricos y científicos.																			X
8	COHERENCIA	Existe coherencia entre el problema, objetivos e hipótesis.																			X
9	METODOLOGÍA	Responde al propósito de la investigación.																			X
10	PERTINENCIA	Es útil y adecuado para la investigación.																			X

- III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD: Aprobada
- IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: Buena
- V. OBSERVACIONES: .....
- LUGAR Y FECHA: 29-05-2025

FIRMA DEL EXPERTO

Dra. Juan Benites Noriega



### FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO OPINIÓN DEL EXPERTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Autor del instrumento: Oliver Fernando Condori Ilaguita
- 1.2. Validado por: Dr. Leonel Suasaca Pelinco
- 1.3. Título de la investigación:  
Variación de la Calidad del Aire Causada por Actividades de  
Mejoramiento y Conservación Vial en la Ruta Desvío Limboni, Phara
- 1.4. Nombre del instrumento: Experimentos de Laboratorio (Monitoreo Ambiental)

#### II. ASPECTOS A EVALUAR

Nº	INDICADORES	VALORACIÓN																			
		DEFICIENTE				BAJO				REGULAR				BUENA				EXCELENTE			
		1	9	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1	CLARIDAD	Esta formado con lenguaje apropiado.															X				
2	OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.															X				
3	ACTUALIDAD	Está adecuado al avance de la ciencia.															X				
4	ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.															X				
5	SUFICIENCIA	El número de ítems propuesto es suficiente para medir la variable.															X				
6	ADECUACIÓN	Está adecuado para valorar la variable de estudio.															X				
7	CONSISTENCIA	Está basado en aspectos teóricos y científicos.															X				
8	COHERENCIA	Existe coherencia entre el problema, objetivos e hipótesis.															X				
9	METODOLOGÍA	Responde al propósito de la investigación.															X				
10	PERTINENCIA	Es útil y adecuado para la investigación.															X				

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD: Aprobado

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: Buena

V. OBSERVACIONES: .....

LUGAR Y FECHA: 28-05-2025

  
 LEC. LEONEL SUASACA PELINCO  
 ABOGADO EN EJERCICIO  
 REG. CIP N° 80191  
 FIRMA DEL EXPERTO





ANEXO 1  
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 04/07/2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: OLIVER FERNANDO CONDORI ILAQUITA

Dirección: URB. SANTA ROSA MZ. M.LT. 2

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 48144193

Teléfono: 974 392 130 email: Oli.fer.coil.2.0@gmail.com

Nombres y Apellidos: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_ email: \_\_\_\_\_

Facultad y/o Escuela de Posgrado: DOCTORADO EN INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL

Escuela Profesional o Mención: \_\_\_\_\_

Título o Grado Académico a optar: DOCTOR EN CIENCIAS E INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL

Asesor: Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación  Tesis  Trabajo de Suficiencia Profesional  Trabajo Académico

Título: VARIACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE CAUSADA POR ACTIVIDADES DE MEJORAMIENTO Y CONSERVACIÓN VIAL EN LA RUTA DESVIÓ LIMBANI PHARA

Palabras claves, (3 a 5 términos): Variación; Calidad; Ambiental; Mejoramiento; Conservación.

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV <sup>1, 2</sup>?

2

<sup>1</sup> 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, entre otros relacionados.

<sup>2</sup> 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  Titulo  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 – P67

Firma de Autor



huella digital

04-07-2025

Fecha