



Ciencia Latina
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), julio-agosto 2024,
Volumen 8, Número 4.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4

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

**AIR QUALITY VARIATION CAUSED BY ROAD
IMPROVEMENT AND MAINTENANCE ACTIVITIES ON
THE LIMBANI PHARA BYPASS**

Oliver Fernando Condori Ilaquita
Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez, Perú

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.12780

Variación de la Calidad del Aire Causada por Actividades de Mejoramiento y Conservación Vial en la Ruta Desvió Limbani Phara

Oliver Fernando Condori Ilaquita¹oli.fer.coil.2.0@gmail.com<https://orcid.org/0000-0002-9945-2079>Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez
Juliaca, Puno, Peru

RESUMEN

La infraestructura viaria contribuye al progreso socioeconómico de una nación, tanto en términos de impactos sociales como ambientales positivos y negativos, Por lo tanto, el objetivo de la investigación es determinar la variación en la calidad del aire y el ruido ambiental, causada por las actividades de mejoramiento y conservación de la carretera en la ruta Desvió Limbani Phara. Empleando una metodología de tipo Aplicada - descriptiva, nivel exploratorio – descriptivo, diseño experimental y con un enfoque mixto, se recopiló información ejecutando Monitoreos Ambientales de calidad del Aire y Ruido ambiental, obteniendo resultados de concentración de PM10, SO2, NO2, CO y LAeqT, los cuales no superan los ECAS del Perú. En conclusión, la producción de PM10, SO2, NO2, CO y LAeqT, durante la ejecución de actividades de mejoramiento y conservación vial, cumplen con los valores límites establecidos en la Republica de Perú; sin embargo, no sucede lo mismo con los lineamientos establecidos por México y la Organización Mundial de la Salud, recomendando a las entidades como el Ministerio del Ambiente y Ministerio de Salud adecuar los estándares de calidad ambiental con las directrices de la OMS, para así reducir los impactos negativos a la salud y Medio ambiente producto de las industrias en nuestro País.

Palabras clave: variación, calidad, ambiental, mejoramiento, conservación

¹ Autor principal.

Correspondencia: oli.fer.coil.2.0@gmail.com

Air Quality Variation Caused by Road Improvement and Maintenance Activities on the Limbani Phara Bypass

ABSTRACT

Road infrastructure contributes to the socio-economic progress of a nation, both positive and negative impacts whether social or environmental, therefore the aim of the Research is to determine the variation in air quality and ambient noise, caused by road improvement and conservation activities on the Desvío Limbani Phara route. Using an applied - descriptive, exploratory - descriptive, experimental design and mixed approach methodology, Environmental Monitoring of Air quality and Ambient Noise, obtaining results of PM10, SO₂, NO₂, CO and LAeqT concentration, The ECA of Peru is not exceeded. In conclusion, the production of PM10, SO₂, NO₂, CO and LAeqT during the execution of road improvement and maintenance activities, comply with the limit values established in the Republic of Peru; however, this is not the case with the guidelines established by Mexico and the World Health Organization, recommending that entities such as the Ministry of the Environment and the Ministry of Health bring environmental quality standards into line with WHO guidelines, to reduce the negative impacts to health and environment produced by industries in our Country.

Keywords: variation, quality, environmental, improvement, conservation

Artículo recibido 20 julio 2024

Aceptado para publicación: 10 agosto 2024



INTRODUCCIÓN

La importancia de la infraestructura vial nacional, departamental y local para contribuir al progreso socioeconómico de una nación es notable, así lo destaca la Dirección de Análisis y Programación Sectorial de la Corporación Andina de Fomento (2010), lo que significa que es esencial para lograr los resultados esperados en términos de rentabilidad socioeconómica, desarrollo y expansión; siendo necesario la asignación de recursos para la construcción, mantenimiento y restauración de las carreteras. Sin embargo, es necesario rescatar lo establecido por Kaur & Arosa (2012) el cual indica que (...) *Cualquier proyecto de desarrollo para mejorar la calidad de vida conlleva impactos positivos y negativos*; Lo que implica planificar de manera que se produzcan la mayor cantidad de impactos positivos y un mínimo de impactos negativos sobre el medioambiente, ya sean de manera social u ambiental, siendo necesario considerar la aparición de estos efectos adversos como consecuencia de la construcción, el mantenimiento o la restauración de carreteras, pudiendo identificarse, evaluarse y mitigarse eficazmente de manera oportuna para aliviar el impacto en los paisajes locales y en la población residente proteger su salud. En ese sentido la presente investigación aborda la necesidad de realizar monitoreos ambientales y determinar así la variación de la calidad del aire causada por actividades de mejoramiento y conservación vial y determinar su cumplimiento con los estándares de calidad ambiental establecidas en el Perú, límites establecidos en México y Directrices escritas por la OMS.

La presente investigación determina la variación de la calidad del aire en servicios de mejoramiento y conservación vial, para aportar en el conocimiento respecto al fenómeno mundial conocido como calentamiento global, que representa una amenaza para la vida en nuestro planeta, siendo imperativo que identifiquemos los factores subyacentes que contribuyen a esta situación en la industria de la construcción; así mismo conocer los efectos a la salud de las personas y afectaciones ambientales producto de la emisión de contaminantes durante la ejecución de actividades de mejoramiento y conservación como el Material Particulado, Dióxido de Azufre, Dióxido de Nitrógeno, Monóxido de Carbono y el Ruido, para lograr la mejora, preservación, generar un enfoque en la sostenibilidad e incluir diagnósticos de impactos ambientales durante la ejecución de actividades de mejoramiento, mantenimiento y conservación de vías nacionales, departamentales, locales y caminos vecinales en nuestro país.



El Ministerio de Transporte y Comunicaciones, mediante el Manual de carreteras - Conservación de carreteras, establece que es fundamental reconocer que la inversión en la conservación de carreteras y caminos y su mantenimiento es un esfuerzo fundamental que afecta significativamente a los sectores de producción y servicios de una nación. Esto se debe al hecho de que un mantenimiento eficaz no solo protege la integridad de los activos viales, sino que también reduce los gastos operativos de los usuarios, lo que mejora la competitividad del país. Entonces la importancia de la infraestructura de transporte y comunicaciones en cuanto al Mantenimiento y conservación de las vías Nacionales, departamentales y locales, impacta significativamente en el crecimiento económico de las regiones del Perú, garantizando así un buen desempeño del servicio en las diferentes actividades económicas, así mismo el Ministerio de Transporte (MTC, 2015), Sampedro Rodríguez (2009) y Kaur & Arosa (2012) consideran que cualquier proyecto de desarrollo para mejorar la calidad de vida conlleva impactos positivos y negativos; Siendo esencial la participación de los supervisores y empleados de las organizaciones que supervisan la administración, la construcción y el mantenimiento es crucial en estas tareas. Entonces, todo proyecto vial implica la ejecución de una ingeniería vial sostenible que involucra la evaluación de las emisiones de gases de efecto invernadero generadas durante las fases de construcción, operación y conservación de la carretera, teniendo en cuenta factores como los métodos de construcción, los materiales utilizados y el flujo de tráfico, siendo necesario determinar los factores sociales, económicos, ambientales y técnicos que conllevan la ejecución de proyectos viales, entonces se justifica la presente investigación basado en que el factor ambiental relacionado con la construcción, mantenimiento y Conservación vial implica la generación de contaminación, siendo necesario llevar un control no solo del cumplimiento de los cronogramas de construcción, sino también del cumplimiento de los estándares de calidad ambiental, para que la sociedad no solo cuente con el desarrollo de infraestructura vial para mejorar las actividades económicas y nivel de vida, sino también reducir la formación de gases de efecto invernadero, priorizar la implementación de sistemas de gestión ambiental con normas acordes a la actualidad y prevenir daños a la salud, daños ambientales (ecosistema, biodiversidad) y evitar gastos financieros para su posterior remediación.

El inicio de la presente investigación partido del concepto establecido por Molina López (2014), el cual formulo la investigación “Impacto ambiental producido por el transporte durante la construcción de



carreteras, resaltando en la misma importancia de identificar los impactos que pueden resultar durante la construcción de carreteras y a como se ve reflejada a una distancia considerable de la ubicación de una determinada explotación, determinando en la misma que en algunos países los impactos de seguridad y rendimiento de la construcción de carreteras y de propuestas de mejoras son considerados separadamente de la evaluación ambiental del proyecto, ya que estos impactos pueden ser incorporados a la duración de los desplazamientos y para los costes operacionales de los vehículos; sin embargo solo se dedica a la identificación de impactos ambientales del tráfico y las carreteras. Así mismo el planteamiento de una “Visión Sostenible en la Construcción de Carreteras ejecutado en la Vial la Farola por Bueno Risco, Safos Gonzalez, & Mustelier Cuba (2016), fue fundamental para hacer realizad el presente estudio, ya que nos dio un concepto de sostenibilidad el cual no contrapone desarrollo y medioambiente, sino los compatibiliza, resaltando que el proceso constructivo no está alejado de esta visión en el siglo XXI, por lo que en la actividad de conservación vial se hace necesaria su inclusión; en él se generalizan estudios anteriores sobre la planificación ambiental en las acciones de conservación vial, que integran aspectos de otras metodologías, tales como: Ciclo de Vida, que evalúa los impactos antrópicos al medio producto de la ejecución de las obras, y el empleo del modelo matemático de Conesa Fernández-Vitora, que define una herramienta que caracteriza y cuantifica el nivel de impacto en el caso de estudio: Vial La Farola, proponiendo un conjunto de medidas supervisoras que mitiguen los impactos resultantes, corrijan desperfectos y logren producciones limpias que garanticen la sostenibilidad en el caso de estudio.

Cabe señalar que, la necesidad de identificar impactos ambientales por la industria de la construcción no se limita a la ejecución de construcciones estáticas que fueron también estudiadas como el estudio “Diagnostico del Impacto Ambiental de la Industria de la Construcción de la Ciudad de Juliaca” elaborado por Quispe Huanca (2023), el cual elaboro un diagnóstico de los Impactos Ambientales por la Industria de la Construcción, en construcciones formales e informales, ya que esta es una actividad en ascenso en el ámbito económico, manejando esta cuestión con un enfoque que implica la identificación de deformaciones ambientales en un proyecto, siguiendo un proceso compuesto por los siguientes pasos: primero, se identifican; luego, se desarrollan indicadores específicos; después, se establecen los límites que determinan la relevancia de dichos efectos ambientales; por último, se evalúa

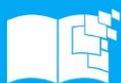


la importancia de estos impactos en el contexto general, revelando que la industria de la construcción presenta impactos ambientales notables, los cuales se evalúan durante la ejecución de las actividades de obras de diferentes indoles o rubros, y sistemas o modalidades de construcción. El estudio analiza inicialmente el sustento cognoscitivo de conceptos existentes aplicados a la realidad, luego con un fundamento técnico y aplicando las normas vigentes, se evalúa los impactos cuantitativamente con equipos correspondiente para verificar los parámetros establecidos para cada impacto relevante; posteriormente se efectúa un diagnóstico mediante encuestas a la población circundante; y finalmente, predecir las consecuencias futuras en la ciudad de Juliaca, debido a estos impactos determinados, con respecto al ruido, aire y agua.

La hipótesis planteada tiene como visión que la variación de la calidad del aire, causada por actividades de mejoramiento y conservación vial en la ruta desvió Limbani Phara, No afectan a la salud de la población y a su vez no provoca impactos negativos en el medio ambiente, esto considerando que en la Republica de Perú se cumple esta afirmación en base a los Estándares de calidad Ambiental (Aire y Ruido); siendo necesario para comprobar dicha hipótesis nos planteamos como objetivo general el Determinar la variación de la calidad del aire, causada por actividades de mejoramiento y conservación vial en la ruta desvió Limbani Phara, el mismo que para ser comprobado fue necesario plantear los siguientes objetivos específicos (1) Encontrar el grado de concentración de PM10 y SO₂, en el aire, causada por actividades de mejoramiento y conservación vial ; (2) Establecer el grado de concentración de NO₂ y CO en el aire, causada por actividades de mejoramiento y conservación vial ; y por ultimo (3) Determinar el nivel de presión sonora continuo equivalente con ponderación A (LAeqT) producido por las actividades de mejoramiento y conservación vial, evaluando todo ello en la ruta Desvió Limbani Phara, para luego verificar su cumplimiento con los estándares de calidad ambiental de Aire y Ruido aprobado para territorio Peruano.

METODOLOGÍA

Considerando los Objetivos y tomando como referencia al texto Metodología de la Investigación de Guillermina Baena Paz (2017), se define a la presente investigación del tipo Aplicada – Descriptiva; con un Diseño Experimental y Enfoque mixto (cualitativo – cuantitativo), puesto que la presente investigación busca comprobar, demostrar y establecer la Variación de la calidad del aire y Ruido



causada durante la ejecución de Actividades de mejoramiento y conservación vial, siendo necesario la recolección de datos mediante la ejecución de ensayos en campo y procesamiento en laboratorio, para cuantificar las características del aire (PM10, SO2, NO2, CO) y ruido (LAeqT), y determinar si estas cumplen con los estándares de calidad ambiental del Perú; siendo necesario para todo ello aplicar métodos teóricos, empíricos y estadísticos, para recoger información de la realidad e enriquecer los conocimientos teóricos – científicos, aplicarla y brindar a la comunidad científica mayor información de los impactos negativos producidos en servicios de mejoramiento y conservación vial a través de los monitoreos ambientales en toda obra de mejoramiento y conservación vial, ya sea en vías departamentales, locales u caminos vecinales para la determinación de contaminantes y su cumplimiento con los estándares de calidad para el inicio de explotación o puesta en servicio de obras viales (carreteras) recién ejecutadas u que se encuentren en la etapa de conservación. Además de lograr un comparativo de la, normativa Peruana y Mexicana, para de ese modo determinar si se ajustan a los valores recomendados por la Organización Mundial de la Salud en cuanto a los contaminantes producidos por actividades industriales (construcción).

Población: Considerando que al 2023, de los 29,028.00 Kilómetros de la red vial nacional, se tiene construido un total de 27,057.40 y que de esta última un 83.90 % se encuentra pavimentado (22,690.30 km) y en ellas se realiza o se tiene proyectado realizar servicios de mejoramiento y/o conservación vial, la población de estudio son todas las construcciones viales existentes y futuras a nivel nacional (Rutas, nacionales, departamental, locales u caminos vecinales).

Muestra: La muestra de estudio es el área de influencia de la ruta desvío 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.

Tipo de Muestreo: Basado en el texto de Quezada Lucio (2019), El Muestreo se realizó por conveniencia, el cual hace referencia al criterio de la investigación, esto basado en que fue conveniente para ejecutar el estudio la elección de la ruta desvío Limbani Phara, por ser esta ruta parte de un proyecto de gestión, mejoramiento y conservación vial por niveles de servicio.

Las técnicas e instrumentos de recolección de datos, según Salcido y otros (2019), se reconoce al monitoreo atmosférico como (...) *Una serie de procedimientos que permiten cuantificar los factores meteorológicos y también medir la calidad del aire en una región, para la producción de datos creíbles;*

entonces para la presente investigación fueron establecidas las técnicas e instrumentos para la definición de los métodos, procedimientos, materiales y equipos que permiten cuantificar los indicadores de Material Particulado con diámetro menor a 10 micras - PM 10; Dióxido de Azufre - SO₂; Dióxido de Nitrógeno - NO₂; Monóxido de Carbono – CO; y Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A – LaeqT.

En ese sentido en lo cuantitativo esta la ejecución de ensayos in situ, la observación y participación practica en un entorno definido, procurando así realizar un análisis de forma directa; y en lo cualitativo esta la revisión documental para definir los estándares de calidad ambiental del aire y ruido aceptables en el Perú, México y la Organización Mundial de la Salud; aplicando metodos establecido en el protocolo nacional de monitoreo de la calidad ambiental del aire, aprobados con el Decreto Supremo N° 10-2019-MINAM:

Tabla 01. Técnicas para Determinar Parámetros de Aire

Parámetro	Método (Inglés)	Método (español)	Norma de Referencia
Dióxido de Azufre (SO ₂)	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 ₂)	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

Para la aplicación de los métodos anteriores, fue necesario el uso de los siguientes instrumentos:

- a) Flujometro de Aire
- b) Tren de Muestreo de Gases
- c) Muestreador de Partículas de Alto Volumen (HIVOL)

Fotografía 1. Instalación de estación de Monitoreo del Aire - Mejoramiento



Nota. La fotografía muestra la estación de monitoreo del aire instalada durante la ejecución de actividades de Mejoramiento.
Fuente: Elaboración Propia – 2024

Fotografía 2. Instalación de estación de Monitoreo del Aire - Conservación



Nota. La fotografía muestra la estación de monitoreo del aire instalada durante la ejecución de actividades de Conservación.
Fuente: Elaboración Propia – 2024

Para la determinación de los parámetros de Ruido Ambiental, las técnicas aplicadas fueron establecidas por el ministerio del ambiente a través del protocolo nacional de monitoreo de Ruido ambiental, aprobados con la Resolución Ministerial N° 227-2013-MINAM, por lo que se presentan los siguientes::

Tabla 02. Técnicas para Determinar Parámetros de Ruido

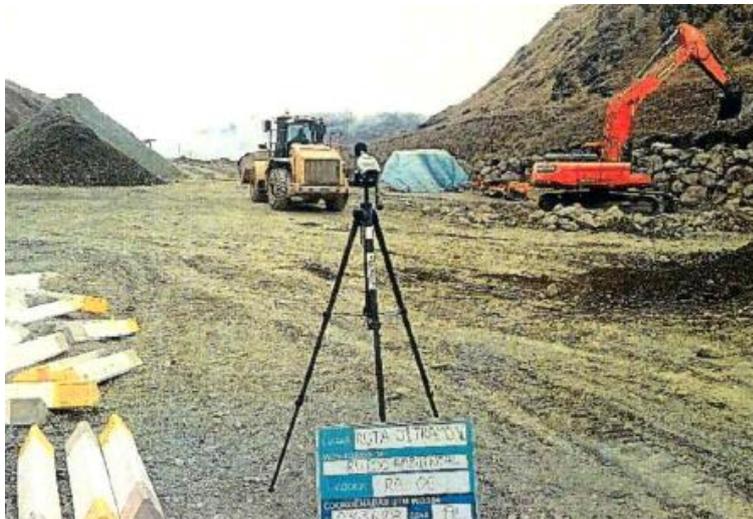
Parámetro	Método	Norma de Referencia
Ruido Ambiental	Acústica: Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 1: Índices básicos y procedimiento de evaluación	NTP-ISO-1996-1; 2007
	Acústica: Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 2: Determinación de los niveles de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

Fuente: Elaboración Propia - 2024

Siendo necesario, el uso de los siguientes instrumentos:

- a) Sonómetro Clase 1
- b) Calibrador Acústico

Fotografía 3. Instalación de estación de Ruido Ambiental - Mejoramiento



Nota. La fotografía muestra la estación de ruido ambiental instalada durante la ejecución de actividades de Mejoramiento.
Fuente: Elaboración Propia – 2024

Fotografía 4. Instalación de estación de Ruido Ambiental – Conservación



Nota. La fotografía muestra la estación de ruido ambiental instalada durante la ejecución de actividades de Conservación.
Fuente: Elaboración Propia – 2024

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El mejoramiento es un conjunto de actividades para mejorar u elevar de manera sustancial el estándar de la vía, en ese sentido en la Ruta Limbani Phara plantean mejorar el ancho, alineamiento, curvatura y pendientes longitudinales a través de un pavimento a nivel de soluciones básicas (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); mejorando de ese modo la capacidad funcional, estructural y de seguridad de la calzada y/o los demás elementos viales. La conservación vial es un conjunto de actividades planificadas y ejecutadas 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 tanto en sus características geométricas como en la capa de rodadura; en la Ruta Limbani Phara, la conservación rutinaria antes del mejoramiento (CRAME) y Conservación rutinaria después del mejoramiento (CRDME). Entonces, ejecutando los Monitoreos ambientales de calidad de aire y Ruido ambiental, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 03. Resultados de Calidad del Aire durante el 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	
Código Muestreo		CA 03	CA 02	CA 04	CA 03	
Código 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	
	Zona	19L	19L	19L	19L	
	Altitud (msnm)	3991.00	4240.00	4242.00	4096.00	
Ubicación Referencia	Ruta	Ruta 06	Ruta 05	Ruta 05	Ruta 05	
	Referencia	C.P. Canu Canu	C.P. Oruro	C.P. Oruro	Km. 5+470	
	Inicio (Fecha y Hora)	22/11/2022 12:00	06/08/2022 13:00	10/02/2022 09:00	02/07/2021 15:00	
Muestreo	Fin (Fecha y Hora)	23/11/2022 12:00	07/08/2022 13:00	11/02/2022 09:00	03/07/2021 15:00	
Parámetro	LCM	LDM	Resultados (µg/m3)	Resultados (µg/m3)	Resultados (µg/m3)	Resultados (µg/m3)
Dióxido de Azufre (SO2)	5.20	13.00	< 13.00	< 13.00	< 13.00	< 41.00
Dióxido de Nitrógeno (NO2)	24.95	71.81	< 71.81	< 71.81	< 71.81	< 3.90
Monóxido de Carbono (CO)	500.00	1250.00	< 1250.00	< 1250.00	< 1250.00	< 652.00
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM10)	0.27	0.90	12.27	8.53	7.07	22.70

Nota: (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por el INACAL – DA; "<" : Menor que el Límite de Cuantificación del Método (LCM); "<" : Menor que el Límite de Detección del Método (LDM); "µg" : 1 Microgramo (0.001 Miligramo) - Fuente: Elaboración Propia – 2024

Tabla 04. Resultados de Calidad del Aire durante la Conservación

N° de Punto de Evaluación		Monitoreo Ambiental de la Calidad del Aire N° 02	Monitoreo Ambiental de la Calidad del Aire N° 01	
Código Muestreo		CA 03	CA 01	
Código de Laboratorio		M-21-66297	M-21-04467	
Coordenadas UTM	Este	331201	345239	
	Norte	8409156.00	8444124.00	
	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	
	Fin (Fecha y Hora)	20/12/2022 15:00	12/02/2021 05:30	
Parámetro	LCM	LDM	Resultados (µg/m3)	Resultados (µg/m3)
Dióxido de Azufre (SO2)	5.20	13.00	< 13.00	< 13.00
Dióxido de Nitrógeno (NO2)	24.95	71.81	< 71.81	< 104.17
Monóxido de Carbono (CO)	500.00	1250.00	< 1250.00	< 1250.00
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM10)	0.27	0.90	21.87	22.06

Nota: (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por el INACAL – DA; "<" : Menor que el Límite de Cuantificación del Método (LCM); "<" : Menor que el Límite de Detección del Método (LDM); "µg" : 1 Microgramo (0.001 Miligramo) - Fuente: Elaboración Propia – 2024

Tabla 05. Resultados de Ruido Ambiental Durante el Mejoramiento

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
Código Muestreo		RA 03	RA 07	RA 02	RA 06	RA 07	RA 08
Código de Laboratorio		M-22-68395	M-22-68399	M-22-68394	M-22-6564	M-22-6565	M-22-6566
Coordenadas	Este	425745.00	416318.00	399599.00	372345.00	399760.00	425491.00
UTM	Norte	8409745.00	8405459.00	8411232.00	8417620.00	8411173.00	8436010.00
Ubicación	Ruta	Ruta 06	Ruta 06	Ruta 05	Ruta 05	Ruta 05	Ruta 05
Referencia	Referencia	C.P. Canu Canu	Planta de Concreto	C.P. Oruro	Salida Carlos Gut	C.P. Oruro	Distrito Limbani
Detalles	Producto	Ruido Ambiental					
	Horario	Diurno	Diurno	Diurno	Diurno	Diurno	Diurno
Fecha y Hora	Fecha	22/11/2022	22/11/2022	06/08/2022	09/02/2022	10/02/2022	10/02/2022
	Hora	12:20	15:00	10:30	08:50	09:30	11:10
Parámetro	Tipo de Medición	Resultados dB (A)					
Ruido Ambiental (*)	L. Máximo	73.10	70.20	55.10	63.30	86.70	70.80
	L. Mínimo	44.80	39.20	38.20	39.90	41.70	50.10
	Equivalente (LAeqT corregido)	56.40	43.60	44.10	44.00	56.00	58.00

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por la IAS; dB (A) : Decibeles Medidos en Ponderación A; LAeqT Corregido: Nivel Sonoro Equivalente Corregido en el Tiempo Medido en Ponderación A - Fuente: Elaboración Propia – 2024

Tabla 06. Resultados de Ruido Ambiental Durante la Conservacion

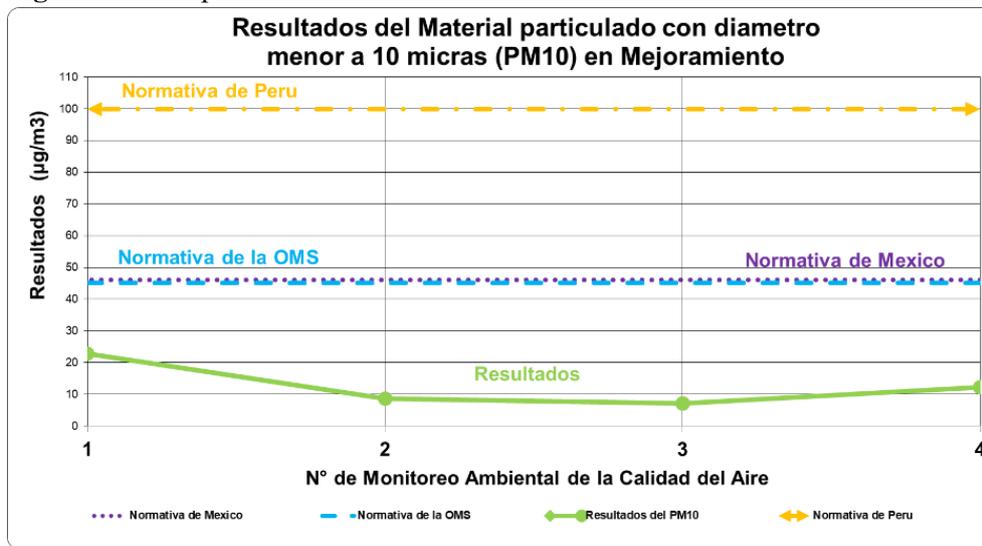
N° de Punto de Evaluación		Monitoreo de Ruido Ambiental N° 06	Monitoreo de Ruido Ambiental N° 05	Monitoreo de Ruido Ambiental N° 04	Monitoreo de Ruido Ambiental N° 03	Monitoreo de Ruido Ambiental N° 02	Monitoreo de Ruido Ambiental N° 01
Código Muestreo		RA 05	RA 08	RA 04	RA 07	RA 07	RA 01
Código de Laboratorio		M-21-66701	M-21-04762	M-21-66704	M-21-66703	M-21-04761	M-21-04755
Coordenadas	Este	416727.00	399822.00	366471.00	366574.00	415631.00	357244.00
UTM	Norte	8406006.00	8411164.00	8462904.00	8462948.00	8405548.00	8475695.00
Ubicación	Ruta	Ruta 06	Ruta 06	Ruta 05	Ruta 05	Ruta 05	Ruta 05
Referencia	Referencia	Km. 2+420	C.P. Oruro	Mantenimiento	Mantenimiento Rutinario	C.P. Capillapampa	Mantenimiento Rutinario
Detalles	Producto	Ruido Ambiental					
	Horario	Diurno	Diurno	Diurno	Diurno	Diurno	Diurno
Fecha y Hora	Fecha	15/12/2022	15/02/2021	18/12/2022	18/12/2022	15/02/2021	11/02/2021
	Hora	10:05	08:30	10:30	10:00	07:30	14:15
Parámetro	Tipo de Medición	Resultados dB (A)					
Ruido Ambiental (*)	L. Máximo	74.40	72.20	73.70	74.40	69.20	62.30
	L. Mínimo	38.60	45.90	40.70	40.30	42.10	42.30
	Equivalente (LAeqT corregido)	56.60	54.70	55.50	53.60	51.20	52.10

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por la IAS; dB (A) : Decibeles Medidos en Ponderación A; LAeqT Corregido: Nivel Sonoro Equivalente Corregido en el Tiempo Medido en Ponderación A - Fuente: Elaboración Propia – 2024

Entonces, para la discusión de los resultados:

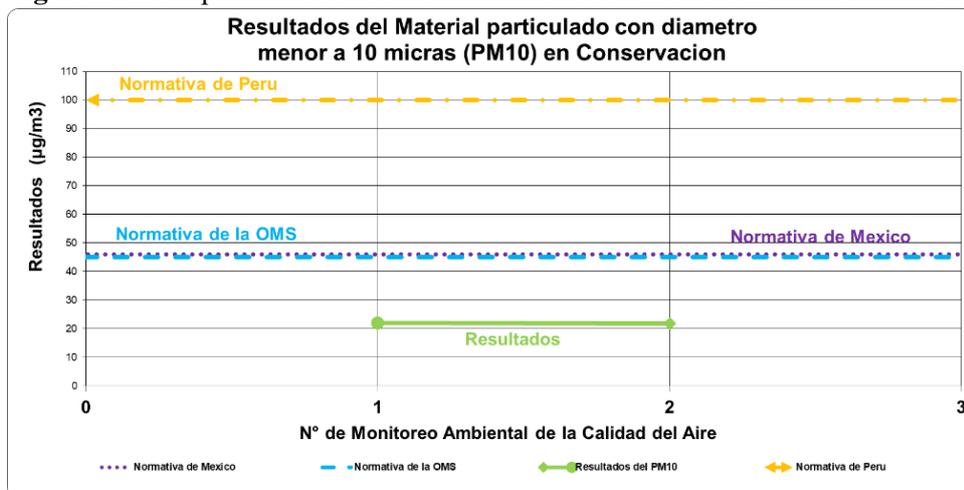
Primero: Se obtuvieron los siguientes resultados de concentración del Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM 10) y referenciando a Arciniegas Suarez (2012) y Billet y otros (2007), es aquel conjunto de partículas sólidas o líquidas que se encuentran suspendidas en el aire y que tiene 10 micras de diámetro o menores, producto de los gases de los escapes de motores, escombros de carreteras y durante operaciones de construcción, mejoramiento, conservación, rehabilitación u actividades de la construcción.

Figura 01. Comparación de la concentración de PM10 con los valores Límites en el Mejoramiento.



Fuente: Elaboración Propia – 2024

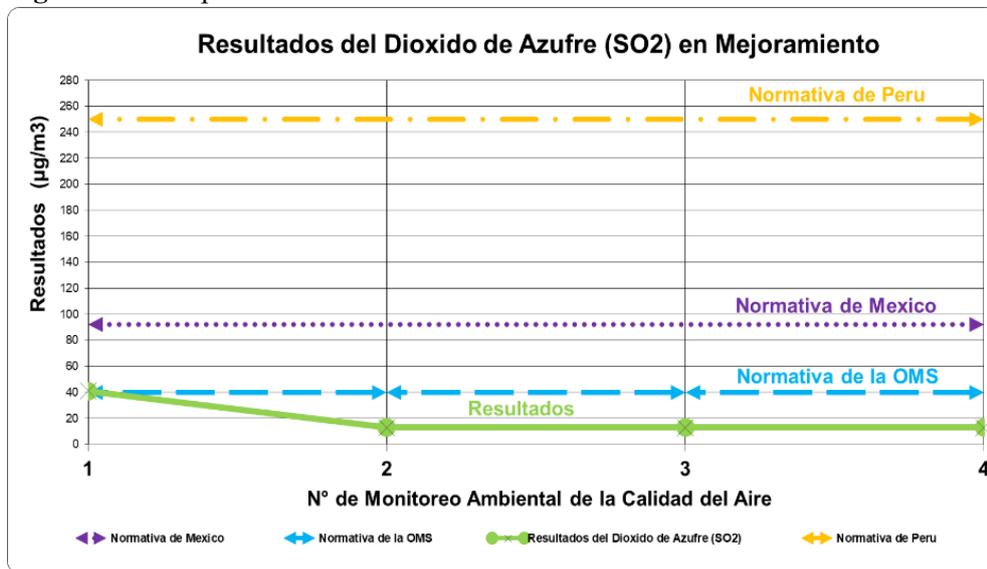
Figura 02. Comparación de la concentración de PM10 con los valores Límites en la Conservación.



Fuente: Elaboración Propia – 2024

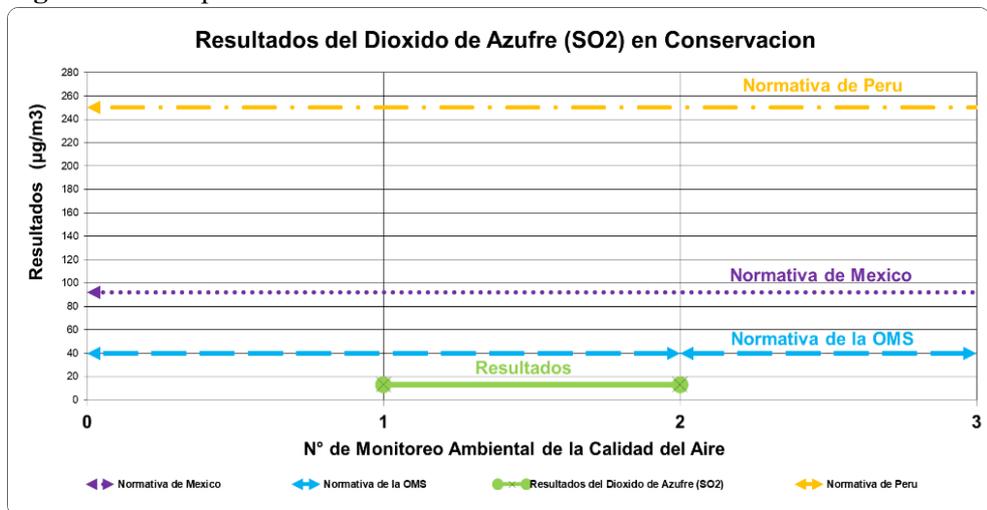
Segundo: Se lograron los siguientes resultados de concentración del Dióxido de Azufre (SO₂) y referenciando a Garamendi Gonzalez & Sanchez de Leon Robles (2003), García V. (1977) y Alvarado Zeledon (2006), es aquel gas incoloro que huele fuerte, sofocante y picante y se produce principalmente de la combustión de combustibles fósiles (madera, carbón y derivados del petróleo), siendo por ello el causante de problemas respiratorios en el ser humano; así mismo 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 acida, por lo que indirectamente causa la acidificación de los lagos y suelos.

Figura 03. Comparación de la concentración de SO₂ con los valores Limites en el Mejoramiento.



Fuente: Elaboración Propia – 2024

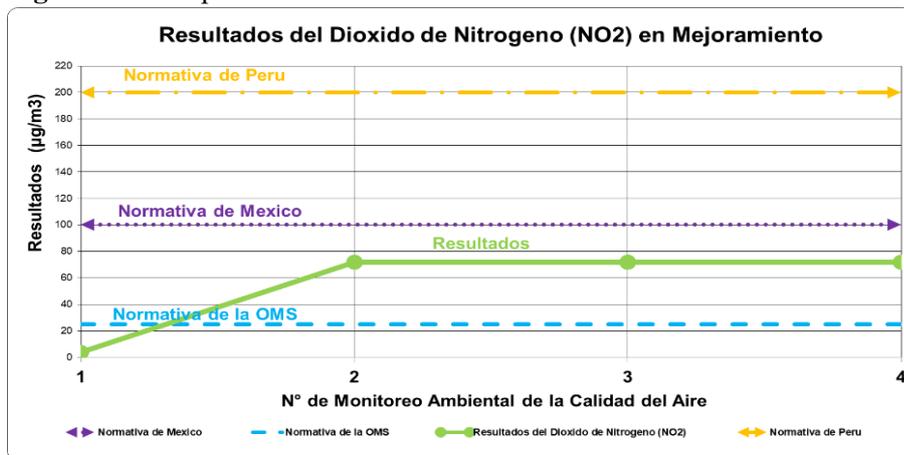
Figura 04. Comparación de la concentración de SO₂ con los valores Limites en la Conservacion.



Fuente: Elaboración Propia – 2024

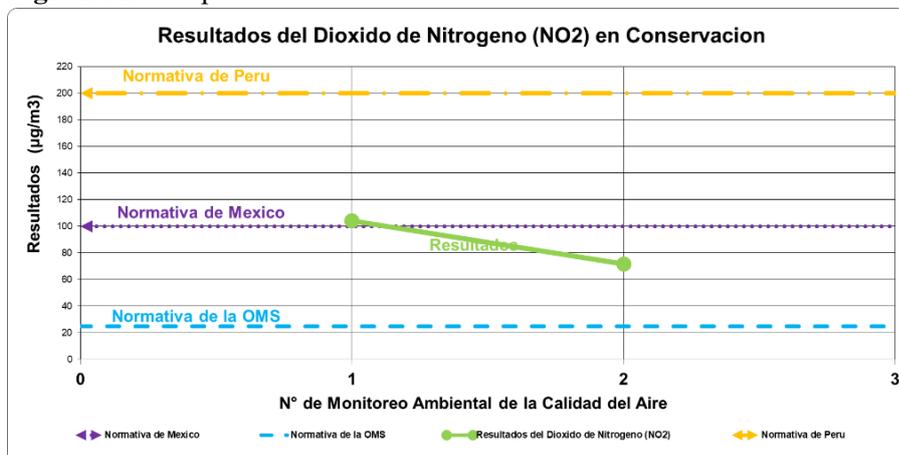
Tercero: Se alcanzó los siguientes resultados de concentración del Dióxido de Nitrógeno (NO₂) y referenciando a Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (2018), Regueira, Schlatter, Diaz, & Portilla (2009) y Aranguez, y otros (1999), siendo aquel que existe en varios estados físicos, incluido el sólido incoloro, el líquido amarillento o el gas rojizo y que se genera principalmente en dispositivos de combustión sin ventilación, como estufas de gas, aparatos con ventilación inadecuada, operaciones de soldadura, humo de tabaco y calentadores de queroseno, así como en las actividades de combustión relacionadas con el tráfico, en particular en los vehículos con motor diésel; el NO₂ provocan afecciones como la inflamación de las vías respiratorias, el daño a los órganos (por ejemplo, el hígado o el bazo) y alteraciones en varios sistemas, así mismos en el medio ambiente provoca la acidificación y eutrofización de los ecosistemas, los desequilibrios metabólicos y las restricciones al crecimiento de las plantas. Cabe señalar que estos procesos de acidificación también pueden afectar a las estructuras, la agricultura, la ganadería, los bosques, los suelos y las masas de agua.

Figura 05. Comparación de la concentración de NO₂ con los valores Límites en el Mejoramiento.



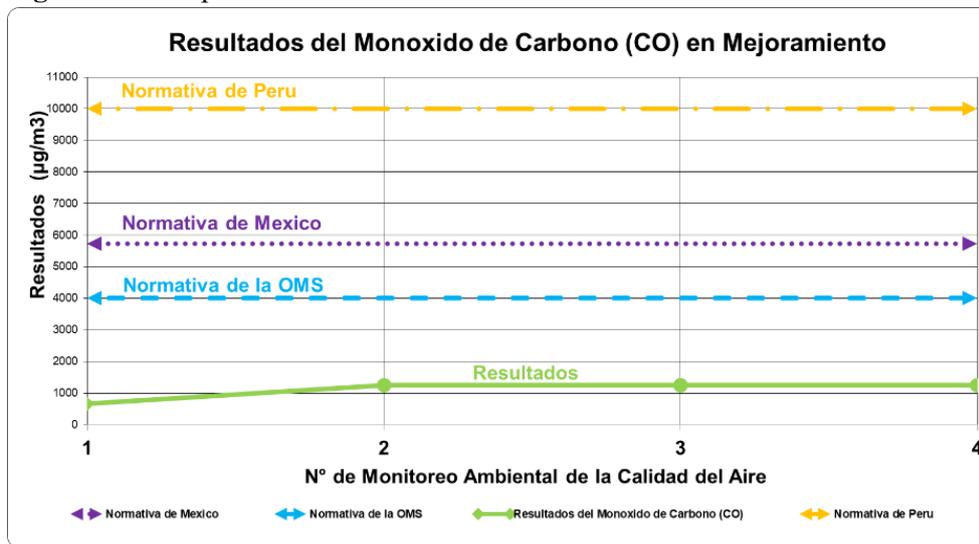
Fuente: Elaboración Propia – 2024

Figura 06. Comparación de la concentración de NO₂ con los valores Límites en la Conservacion.



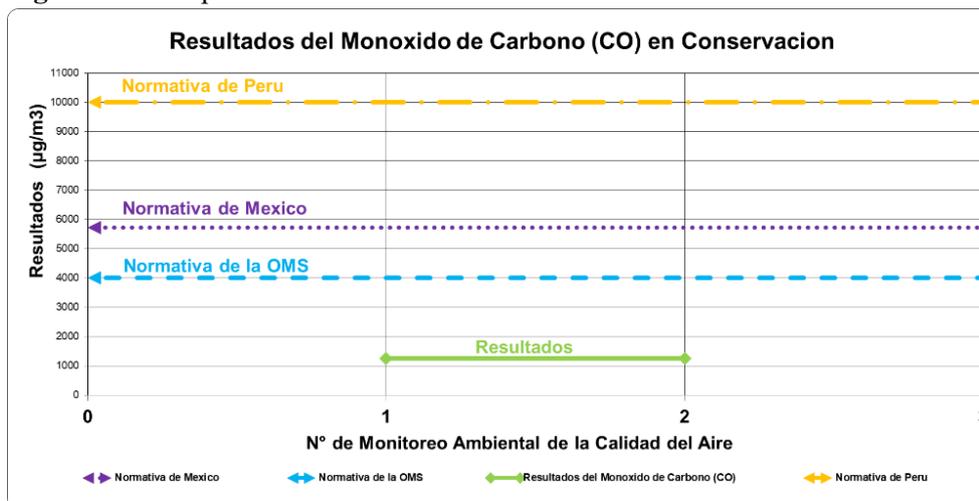
Cuarto: Se obtuvo los siguientes resultados de concentración del Monóxido de Carbono (CO) y referenciando a Tellez, Rodriguez, & Fajardo (2006) y Quispicuro Huaman V. (2015), es aquel contaminante que se encuentra en la atmósfera terrestre y que se origina principalmente en la combustión de gasolina o diésel, generando un impacto negativo para la salud humana provocando dolor de cabeza, mareos y en grandes cantidades la muerte y de extenderse al ecosistema, afectaría varios componentes, como las estructuras, la agricultura, la ganadería, los bosques, los suelos y las masas de agua.

Figura 07. Comparación de la concentración de CO con los valores Límites en el Mejoramiento.



Fuente: Elaboración Propia – 2024

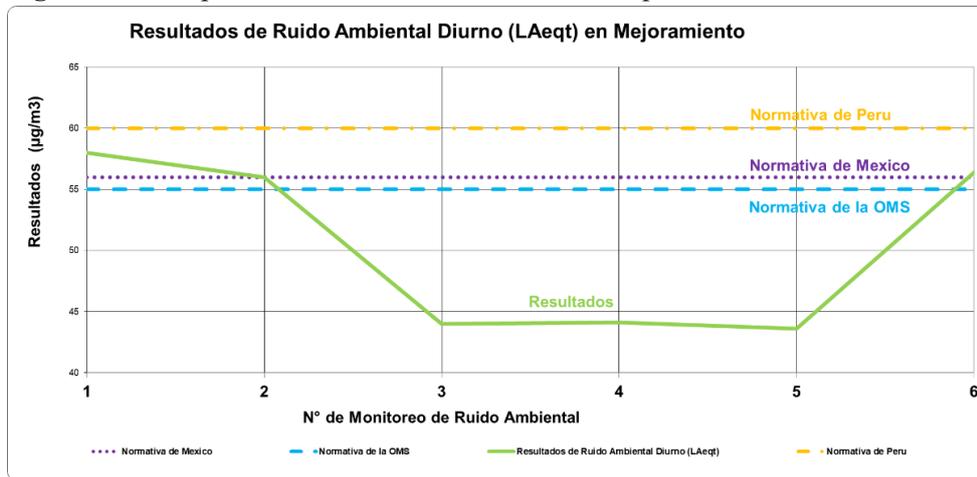
Figura 08. Comparación de la concentración de CO con los valores Límites en la Conservación.



Fuente: Elaboración Propia – 2024

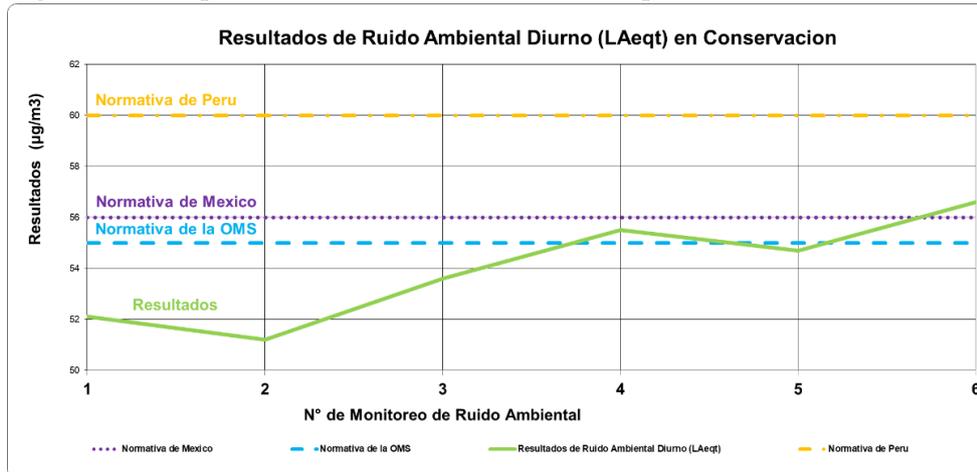
Quinto: Se alcanzó los siguientes resultados de Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A (LAeqT) y referenciando a Gamero Motta H. (2020) y García Sanz & Garrido (2003), decimos que el ruido ambiental y la medición del LAeqT, se originan durante toda actividad ya sea dentro o fuera de la ciudad, resaltando que en las actividades de construcción también se producen niveles de contaminación auditiva afectando al ambiente laboral (trabajadores), ciudadanía y al ecosistema del lugar, pudiendo causar en las personas molestias, aumento de la frecuencia cardíaca y respiratoria, trastornos del sueño, efectos perjudiciales en los sistemas cardiovascular y al metabólico, así mismo en la biodiversidad tiene el potencial de influir en el equilibrio de los ecosistemas naturales a medida que los animales toman decisiones sobre sus espacios de vida en función de una variedad de factores, como el ruido, como por ejemplo si una especie no puede tolerar el ruido, puede tener dificultades para adaptarse a otros aspectos de un hábitat en particular, lo que la lleva a huir de entornos específicos, pudiendo perturbar los ecosistemas de la región, ya que la contaminación acústica puede afectar a las especies depredadoras que pueden buscar nuevos hábitats y provocar un aumento descontrolado de sus poblaciones de presas y última instancia, esto puede provocar cambios en la vegetación y la flora de la zona.

Figura 09. Comparación de la concentración de LAeqT con los valores Límites en el Mejoramiento.



Fuente: Elaboración Propia – 2024

Figura 10. Comparación de la concentración de LAeqT con los valores Límites en la Conservación.



Fuente: Elaboración Propia – 2024

Entonces después de comparar los resultados con los estándares de calidad ambiental del Aire aceptable en territorio peruano, mexicano y con los valores recomendados por la OMS; se ha podido evidenciar que no superan el ECA del Aire (Norma de la República del Perú) al igual que los lineamientos para la obtención y comunicación del índice de calidad del aire y riesgos a la salud (Norma de los Estados Unidos Mexicanos), ya que los parámetros establecidos en las mismas son muy amplias, sin embargo se rescata que la normativa Mexicana está recientemente actualizada y los límites presentados en la misma también vienen siendo mejorados con el objetivo de mitigar u concientizar a la población y a todas las industrias a reducir el impacto ambiental, Sin embargo los estándares de calidad ambiental establecido en la normativa peruana actualizadas en el 2017, no se apegan a las recomendaciones dadas por la Organización Mundial de la Salud, así mismo no muestran el compromiso u metas intermedias para su aplicación, esto implica que no tiende a ser un aparato regulador adecuado puesto que presenta un amplio rango de cumplimiento en cuanto a los contaminantes emanados al aire por actividades productivas, extractivas y de servicio, tal como lo refiere Ordoñez Aquino & Gonzales (2023).

De igual manera con respecto a los resultados con los estándares de calidad del ruido ambiental; se ha podido demostrar que no superan el ECA de Ruido (Norma de la República del Perú) al igual que los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas (Norma de los Estados Unidos Mexicanos) ya que estas no se apegan a los valores presentados por la Organización Mundial de la Salud, ya que de las tres normativas estudiadas en la presente investigación la Peruana es la que da un

mayor rango de aceptación, además de no presentar un parámetro de mejora continua, es decir que a medida que va pasando los años este se reduzca, todo ello para generar un instrumento de gestión ambiental adecuado con la actualidad; caso contrario si continuamos con umbrales permisivos para los contaminación auditiva, que no se ajustan a las recomendaciones de la OMS, se estaría poniendo en riesgo la salud de la población provocando a las personas molestias, problemas cardiacos, respiratoria y al metabólico; y en la biodiversidad podría influir en la migración de algunas especies alterando el equilibrio de los ecosistemas naturales lo que conllevaría a cambios en la vegetación y la flora de la zona.

CONCLUSIONES

Habiendo logrado los objetivos y basado en los resultados haber logrado la verificación de la hipótesis planteada en la presente investigación, podemos concluir lo siguiente.

Los Estándares de calidad ambiental (ECA) del Aire (Norma de la República del Perú), deben ser modificados, adecuados y actualizados y apearse a los valores presentados por la Organización Mundial de la Salud para crear y formar así una mayor conciencia ambiental y generar un instrumento de gestión ambiental adecuado con la actualidad; caso contrario si continuamos con umbrales permisivos para los contaminantes del aire, que no se ajustan a las recomendaciones de la OMS, se estaría poniendo en riesgo la salud de la población peruana y generando una mayor cantidad de impactos positivos y un mínimo de impactos negativos sobre el medioambiente ya que podría recaer en alteraciones en los ecosistemas, desequilibrio en la flora y fauna y la afectación de varios componentes, como en la agricultura, la ganadería, los bosques, los suelos y las masas de agua y Reduciendo también los impactos adversos de la construcción (agotamiento de los recursos, la pérdida de biodiversidad como resultado de la extracción de materias primas, la eliminación inadecuada de residuos, el calentamiento global, la lluvia ácida y el smog inducido por las emisiones de la producción de bienes de construcción y transporte que requieren un consumo de energía).

los Estándares de calidad ambiental (ECA) del Ruido (Norma de la República del Perú), también deben ser modificados y estos deben apearse a los valores presentados por la Organización Mundial de la Salud, ya que de las tres normativas estudiadas en la presente investigación la Peruana es la que da un mayor rango de aceptación, además de no presentar un parámetro de mejora continua, es decir que a

medida que va pasando los años este se reduzca, todo ello para generar un instrumento de gestión ambiental adecuado con la actualidad; caso contrario si continuamos con umbrales permisivos para los contaminación auditiva, que no se ajustan a las recomendaciones de la OMS, se estaría poniendo en riesgo la salud de la población provocando a las personas molestias, problemas cardiacos, respiratoria y al metabólico; y en la biodiversidad podría influir en la migración de algunas especies alterando el equilibrio de los ecosistemas naturales lo que conllevaría a cambios en la vegetación y la flora de la zona.

Finalmente se recomienda generar mayores estudios de monitoreo ambiental, ya sea al aire, agua, suelo, ruido, radiaciones no Ionizadas, Plomo entre otros, y realizar su comparativo con los estándares nacionales de calidad ambiental aprobados para su cumplimiento en territorio nacional, límites máximos permisibles establecidos por otros países y definitivamente con las directrices elaboradas por la organización mundial de la salud; para de esa manera motivar a las entidades públicas (Ministerio del Ambiente, Ministerio de Salud, entre otros) a realizar cambios en los estándares de calidad ambiental vigentes actualmente para la republica Peruana, todo ello con el único objetivo de reducir los impactos negativos a la salud y Medio ambiente, producto de las actividades industriales en general, generar una mayor concientización en la población, garantizar una mejor calidad ambiental y formar un instrumento de gestión ambiental adecuado para la actualidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 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., Aragonés, N., Fernández-Patier, R., Gandarillas, A., & Galán, I. (1999). Contaminantes Atmosféricos 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.
- Billet, S., Garçon, 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.
- 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.
- Direccion de Analisis y Programacion Sectorial de CAF. (2010). *Mantenimiento Vial Informe Sectorial*. America Latina: Corporacion Andina de Fomento.
- Direccion General de Caminos y Ferrocarriles, MTC. (2013). *Manual de carreteras Conservacion Vial*. Lima: MTC.
- Garamendi Gonzalez, P. M., & Sanchez de Leon Robles, M. S. (2003). Mortalidad asociada con la contaminacion atmosferica por SO₂. 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 (SO₂) sobre plantas juvenes de phaseolus vulgaris, L. Var. Jamapa. *Revista de la Facultad de Agronomia, Universidad del Zulia* , 40.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Paz, G. B. (2017). *Metodologia de la Investigacion*. Mexico: Grupo Editorial Patria.



- Quezada Lucio, N. (2019). *Estadística para Ingenieros*. Lima: Editorial Macro.
- Quispe Huanca, M. (2023). *Tesis Doctoral: Diagnostico del Impacto Ambiental de la Industria de la Construccion en la Ciudad de Juliaca*. Juliaca: Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez.
- Quispicuro Huaman, V. (2015). Descripción de los efectos de los oxidos de carbono (CO₂ 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 dióxido de nitrógeno en la atmosfera de Ciudad de la Habana mediante captadores pasivos. *Revista CENIC Ciencias Quimicas Volumen 40*, 1.
- 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.
- Tellez, J., Rodriguez, A., & Fajardo, A. (2006). Contaminacion por Monoxido de Carbono: Un Problema de Salud Ambiental. *Revista Salud Publica*, 108.