



# XIV FERIA FACULTATIVA

## DE EMPRENDEDURISMO INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

**NOMBRE DEL PROYECTO:** CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

### CATEGORÍA EXPOSICIÓN

#### INTEGRANTES

MONTAÑO FLORES JHON WILLIAMS	221012346
RILDA FRANCES CONTRERAS	220019381
BRANDON MANUEL DURÍ	221176187
ROSALIA QUISPE BELTRAN	220022518
EDWIN APAZA PEREZ	217002889

#### DOCENTE GUIA

LILIANA BEJARANO MARTÍNEZ

## RESUMEN EJECUTIVO ABSTRACTO

La contaminación atmosférica constituye una problemática perceptible en la vida cotidiana, particularmente en entornos urbanos donde la calidad del aire muestra un deterioro progresivo y evidente. Este trabajo nace de la preocupación por los efectos visibles e invisibles que la mala calidad del aire tiene sobre la salud de las personas y el equilibrio de los ecosistemas. Como punto de partida, se revisaron antecedentes que muestran cifras alarmantes: la Organización Mundial de la Salud estima que la contaminación del aire contribuye a millones de muertes prematuras anualmente y afecta de forma directa a niños, adultos mayores y personas con enfermedades crónicas.

Para comprender y abordar este desafío, la investigación se apoyó en la auditoría ecológica ambiental, aplicando normas reconocidas internacionalmente (ISO 14001). Se utilizó una metodología mixta, combinando enfoques cuantitativos y cualitativos. Se realizaron revisiones documentales y un análisis sobre la calidad del aire en entornos urbanos e industriales.

Los resultados reflejaron que la mayoría de las áreas evaluadas superan los límites recomendados de calidad del aire, donde el 70% de la contaminación atmosférica se debe al parque automotor, el resto proviene de las industrias y otras actividades.

En conclusión, la auditoría ambiental se revela como una herramienta poderosa para identificar problemas, promover buenas prácticas y proteger la salud colectiva. El reto es grande, pero la experiencia demuestra que, con compromiso y acciones concretas, es posible respirar un aire más limpio y construir un futuro más saludable para todos.

## INDICE

1.	JUSTIFICACIÓN.....	4
	OBJETIVOS.....	4
	OBJETIVO GENERAL.....	4
	OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	4
2.	INTRODUCCIÓN.....	5
3.	MARCO TEORICO.....	6
	3.1¿Qué es la contaminación del aire?.....	6
	3.2 ¿Qué tipos de sustancias producen la contaminación del aire?.....	7
	3.3 Fuentes de contaminación atmosférica.....	7
	3.4 Marco legal y normativo sobre contaminación atmosférica.....	14
	3.5 Convenios Internacionales sobre la contaminación atmosférica.....	15
	3.6 Efectos ambientales y sociales de la contaminación atmosférica.....	16
	3.7 Medidas de prevención y control.....	17
	3.8 Metodología.....	18
	3.9 Resultados.....	18
4.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DEL RESULTADO Y PROPUESTA.....	19
5.	CONCLUSIONES.....	19
6.	RECOMENDACIÓN.....	20
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	21
8.	ANEXOS.....	22

## 1. JUSTIFICACIÓN

La investigación actual nace a raíz de la creciente preocupación por la contaminación del aire, un problema que tiene un impacto serio en la salud de las personas, el entorno y la calidad de vida en general. Esta realidad ha impulsado la necesidad de examinar en profundidad sus causas, efectos y métodos de control, bajo el enfoque de la Auditoría Eco-ambiental. La elección de este tema se debe al deseo de entender cómo se está cumpliendo con las leyes ambientales en Bolivia, como la Ley N. ° 1333 y su Reglamento sobre Contaminación del Aire, así como también de mejorar los procesos de supervisión y gestión ambiental.

La importancia de esta investigación radica en que permite a los estudiantes aplicar conocimientos teóricos y metodológicos adquiridos durante la carrera, así como desarrollar una mirada crítica sobre los problemas ambientales actuales. Además, se busca generar propuestas viables desde la auditoría eco-ambiental para contribuir a la mejora del control y prevención de la contaminación del aire, particularmente en el contexto urbano de Bolivia, donde este problema se ha agudizado en los últimos años.

### OBJETIVOS

El objetivo de esta investigación es abordar la problemática de la contaminación atmosférica considerando el cumplimiento de la normativa ambiental vigente en Bolivia. Se pretende generar un análisis crítico que permita identificar las causas del problema, evaluar su impacto y proponer medidas de mejora orientadas a fortalecer los mecanismos de control ambiental, especialmente en Bolivia.

### OBJETIVO GENERAL

Investigar la problemática de la contaminación atmosférica, con el propósito de evaluar su impacto ambiental y proponer medidas de control desde el enfoque de la Auditoría Eco-ambiental, en el marco de la normativa ambiental boliviana vigente.

### OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Describir las principales fuentes de contaminación atmosférica en las áreas urbanas

2. Analizar el cumplimiento de la Ley N.º 1333 y del Reglamento de Contaminación Atmosférica en relación con el control de emisiones contaminantes.

3. Aplicar la técnica de revisión documental y normativa para recolectar información relevante sobre el control ambiental y auditorías previas en el área de estudio.

## 2. INTRODUCCIÓN

La contaminación atmosférica es una problemática ambiental que afecta la salud pública y el equilibrio ecológico a nivel global, especialmente en zonas urbanas e industriales. Esta investigación tiene como objetivo evaluar el desempeño ambiental relacionado con la prevención y control de la contaminación del aire, aplicando la auditoría ecológica ambiental como herramienta para identificar fuentes de contaminación, medir impactos y proponer mejoras.

La contaminación atmosférica representa uno de los principales desafíos ambientales a nivel mundial, ya que afecta tanto la salud de los seres vivos como el equilibrio de los ecosistemas. En Bolivia, este problema ha cobrado mayor relevancia debido al crecimiento urbano acelerado, el aumento del parque automotor y la expansión industrial sin una adecuada fiscalización ambiental. La atmósfera, al ser un recurso compartido y esencial para la vida, requiere ser protegida y controlada mediante mecanismos de auditoría y cumplimiento normativo.

Esta investigación busca evidenciar la importancia de aplicar herramientas de auditoría para identificar, medir y proponer soluciones frente a los impactos negativos que genera la contaminación atmosférica.

### 3. MARCO TEORICO

La contaminación del aire (tanto el exterior como en de interiores) es la presencia en él de agentes químicos, físicos o biológicos que alteran las características naturales de la atmósfera.

La contaminación del aire exterior y de interiores provoca enfermedades respiratorias y de otros tipos y es una de las principales causas de morbilidad.

Los datos de la OMS muestran que casi toda la población mundial (el 99%) respira un aire que supera los límites recomendados por la Organización y contiene altos niveles de contaminantes además, estos datos indican que la exposición es más elevada en los países de ingresos medianos y bajos.

#### 3.1 ¿Qué es la contaminación del aire?

La contaminación atmosférica consiste en la presencia de materias o formas de energía en el aire que pueden suponer un riesgo, daño o molestia de diferente gravedad para los seres vivos. Entre las consecuencias directas de la contaminación atmosférica, se podría destacar el desarrollo de enfermedades y afecciones en los seres humanos y la biodiversidad, así como la pérdida de visibilidad en zonas de grandes concentraciones o la aparición de olores desagradables.

A partir de la Revolución Industrial ha disparado los niveles de dióxido de carbono y otros gases contaminantes en la atmósfera. Esto ha provocado que la contaminación en el aire sea ya un problema ambiental global.

El aumento de gases de efecto invernadero están acelerando el calentamiento global del planeta.

La niebla gris que engloba las grandes ciudades es la forma más común en la que se muestra que la contaminación del aire es un problema real siendo ya visible ante nuestros ojos. El aumento de gases de efecto invernadero está provocando un calentamiento generalizado de nuestro planeta y el deterioro de la capa de ozono. Ambos efectos suponen un peligro tanto para la salud de los seres humanos como para la vida de los ecosistemas que ven alterado su equilibrio ecológico.

### 3.2 ¿Qué tipos de sustancias producen la contaminación del aire?

La contaminación atmosférica se presenta en diferentes sustancias que se derivan fundamentalmente de cinco focos de actividades humanas: la industria, la agricultura, los residuos, los hogares y el transporte. Una concentración elevada de gases de efecto invernadero es altamente nocivo para la salud del planeta y sus habitantes. Estas son los principales gases contaminantes:

- El monóxido de carbono
- El dióxido de carbono
- El dióxido de nitrógeno
- El óxido de nitrógeno
- El ozono a nivel del suelo
- El material particulado
- El dióxido de azufre
- Los hidrocarburos
- El plomo

### 3.3 Fuentes de contaminación atmosférica

#### **Industrias**

En muchos países, la producción de energía es la fuente principal de la contaminación del aire, aunque no la única. La quema de carbón por parte de centrales eléctricas o aquellas plantas basadas en diésel, son dos de las fuentes de emisión más frecuentes y nocivas. De la misma manera, aunque en menor medida en comparación con las anteriores, los procesos industriales y el uso de solventes en industrias químicas contribuyen a la contaminación del aire y el calentamiento global. Algunos de los efectos incluyen:

- **Emisiones de gases contaminantes:** las industrias pueden emitir gases contaminantes, como dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), monóxido de carbono (CO) y compuestos orgánicos volátiles (COV). Estos gases pueden contribuir a la formación de smog, lluvia ácida y la contaminación del aire a nivel local y regional.

- **Emisiones de partículas en suspensión:** las industrias también pueden emitir partículas finas en suspensión, como el polvo, el humo y los aerosoles. Estas partículas pueden ser inhaladas y causar problemas respiratorios, como irritación pulmonar, asma y enfermedades cardiovasculares. Además, algunas partículas pueden contener compuestos químicos tóxicos que representan un riesgo para la salud humana.

- **Emisiones de sustancias tóxicas:** algunas industrias liberan sustancias tóxicas y contaminantes persistentes, como metales pesados, dioxinas y furanos, hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) y productos químicos industriales. Estas sustancias pueden ser peligrosas para la salud humana y tener efectos adversos a largo plazo, incluyendo el desarrollo de enfermedades respiratorias, trastornos neurológicos, cáncer y daños al sistema inmunológico.

- **Cambio climático:** las emisiones industriales, especialmente las provenientes de la quema de combustibles fósiles, contribuyen al aumento de gases de efecto invernadero en la atmósfera, como el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y el metano ( $\text{CH}_4$ ). Esto conduce al calentamiento global y al cambio climático, que tienen impactos significativos en el clima, los ecosistemas y la biodiversidad.

Frente a esta problemática, se incentiva globalmente a las industrias por medio de políticas y programas a nivel internacional para que realicen un uso eficiente de energía e inviertan en fuentes renovables de energía. Con ello, se contribuye a que las actividades industriales logren una producción de energía más limpia, una mayor eficiencia energética y una reducción de los efectos de la contaminación atmosférica.

Actualmente, 82 de 193 países tienen incentivos que promueven la inversión en energías renovables, producción más limpia, eficiencia energética y control de la contaminación.

## **Transporte**

### **A. Tráfico Motorizado**

El tráfico motorizado es una de las principales fuentes de contaminación atmosférica en áreas urbanas, cerca del 25% de todas de carbón) las emisiones de  $\text{CO}_2$  (dióxido relacionadas con la

energía provienen del transporte. Los vehículos que utilizan combustibles fósiles, como la gasolina y el diésel, emiten una serie de contaminantes perjudiciales para la calidad del aire. Algunos de los contaminantes más comunes generados por el tráfico motorizado incluyen:

- **Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>):** Es el principal gas de efecto invernadero responsable del calentamiento global y el cambio climático. Los vehículos que queman combustibles fósiles emiten grandes cantidades de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.
- **Monóxido de carbono (CO):** Es un gas incoloro e inodoro que se forma durante la combustión incompleta de combustibles. El CO reduce la capacidad de transporte de oxígeno en la sangre y puede tener efectos tóxicos en el sistema nervioso.
- **Óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>):** Incluyen óxido de nitrógeno (NO) y dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>). Estos gases contribuyen a la formación de smog y la lluvia ácida. También pueden causar problemas respiratorios, irritación de los ojos y daños al medio ambiente.
- **Partículas en suspensión (PM):** Son partículas diminutas que se liberan al quemar combustibles fósiles, especialmente diésel. Estas partículas pueden penetrar profundamente en los pulmones y están asociadas con enfermedades respiratorias, problemas cardiovasculares y daño pulmonar.
- **Compuestos orgánicos volátiles (COV):** son emitidos por la evaporación de combustibles y la combustión incompleta. Los COV contribuyen a la formación de ozono troposférico (smog), que puede causar problemas respiratorios y afectar la calidad del aire.

## **B. Transporte aéreo y marítimo**

- El tráfico aéreo es una fuente importante de contaminantes atmosféricos, especialmente en las áreas cercanas a los aeropuertos y las rutas de vuelo. Los aviones emiten gases contaminantes, como óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), partículas en suspensión y compuestos orgánicos volátiles (COV). Estos contaminantes contribuyen a la formación de smog y a la degradación de la calidad del aire. Además, las emisiones de

dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) provenientes de la quema de combustibles fósiles en aviones contribuyen al calentamiento global y al cambio climático.

- El tráfico marítimo también emite contaminantes atmosféricos significativos. Los barcos utilizan combustibles pesados, como el diésel, que contienen altos niveles de azufre. La quema de estos combustibles emite óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>) y partículas en suspensión, que pueden tener impactos locales en la calidad del aire, especialmente en áreas portuarias y rutas marítimas concurridas. Además, los barcos también emiten óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), contribuyendo al cambio climático.

Estas emisiones producen aproximadamente cerca de 400.000 muertes prematuras al año por la mala calidad del aire. La mitad de ellas son consecuencia de la emisión de diésel debido a la emisión de óxidos de nitrógeno.

En las áreas urbanas con grandes concentraciones de población resulta imprescindible trabajar en políticas de que contribuyan a la reducción de la contaminación del aire mediante. Por ejemplo, mediante el uso de combustibles más limpios o la implementación de medios de transporte movidos por medio de energías renovables que no sean nocivas para las personas.

### **Agricultura**

En este sector hay dos fuentes principales que producen el 24% de todos los gases de efecto invernadero. Por un lado, la quema de residuos agrícolas y, por otro, el metano y amoníaco que genera la ganadería. Las emisiones de metano son especialmente destacables, puesto que afectan al ozono a ras de suelo. Esta contaminación del aire es causante de enfermedades respiratorias y aumenta el asma. El metano, es además un gas de efecto invernadero (aunque no siempre se refuerce esta idea) que tiene un impacto mayor que el CO<sub>2</sub> a largo plazo (por ejemplo, en períodos de 100 años).

Las actividades agrícolas pueden contribuir a la contaminación atmosférica de varias maneras

- **Emisiones de gases de efecto invernadero:** La agricultura es responsable de la emisión de gases como el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el metano (CH<sub>4</sub>) y el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O). Estas

emisiones provienen de la quema de biomasa, el uso de maquinaria agrícola, la fermentación entérica del ganado y el uso de fertilizantes nitrogenados. Estos gases contribuyen al calentamiento global y al cambio climático.

- **Emisiones de amoníaco (NH<sub>3</sub>):** La agricultura intensiva produce grandes cantidades de amoníaco debido al uso de fertilizantes nitrogenados y la gestión de residuos animales. El amoníaco se evapora y puede combinarse con otros contaminantes atmosféricos, formando partículas finas llamadas aerosoles. Estos aerosoles pueden tener efectos adversos sobre la calidad del aire y la salud humana.
- **Quema de residuos agrícolas:** En algunas regiones, los agricultores queman los residuos agrícolas, como los rastrojos y los restos de cultivos, como método de eliminación. Esta práctica libera grandes cantidades de contaminantes, incluyendo dióxido de carbono, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, compuestos orgánicos volátiles y partículas en suspensión.
- **Empleo de pesticidas y productos químicos:** el uso de pesticidas y productos químicos en la agricultura puede tener efectos indirectos en la calidad del aire. Algunos productos químicos pueden volatilizarse y emitirse a la atmósfera, contribuyendo a la contaminación del aire.

Para reducir esta contaminación desde el sector agrícola, las personas que trabajan en él pueden llevar a cabo una reducción del metano optimizando la digestibilidad de los alimentos, mejorando el pastoreo y con una gestión más adecuada y sostenible de los pastizales. Pero el consumidor también es parte importante para reducir estas emisiones. Por ejemplo, disminuyendo el consumo de carne o minimizando el desperdicio de alimentos, evitando de este modo una sobreproducción basada en una amplia demanda de comida.

### **Deforestación**

La deforestación tiene varios impactos significativos en la contaminación de la atmósfera:

- **Emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>):** Los árboles desempeñan un papel crucial en la captura y almacenamiento de dióxido de carbono a través de la fotosíntesis. Cuando se talan los árboles durante la deforestación, se libera el carbono almacenado en la biomasa forestal. Esto contribuye directamente a las emisiones de CO<sub>2</sub>, uno de los principales gases de efecto invernadero que contribuyen al calentamiento global y al cambio climático.
- **Pérdida de sumideros de carbono:** Los bosques actúan como sumideros naturales de carbono, absorbiendo y almacenando grandes cantidades de CO<sub>2</sub> de la atmósfera. La deforestación reduce la capacidad de los ecosistemas forestales para actuar como sumideros, lo que lleva a un mayor aumento de CO<sub>2</sub> en la atmósfera y amplifica el impacto del cambio climático.
- **Cambios en los patrones de lluvia:** Los bosques desempeñan un papel importante en la regulación del ciclo del agua y la formación de lluvias. La deforestación altera los patrones de precipitación y la evaporación, lo que puede provocar sequías o inundaciones. Estos eventos extremos pueden agravar la contaminación atmosférica, ya que las partículas en suspensión y los contaminantes atmosféricos pueden ser arrastrados por el viento o el agua en un área más amplia.
- **Aumento de la erosión del suelo:** Los árboles y la vegetación proporcionan una cobertura natural del suelo, protegiéndolo de la erosión. La deforestación elimina esta cobertura y expone el suelo a la erosión por el viento y el agua. Como resultado, se liberan partículas de suelo y sedimentos a la atmósfera, aumentando la concentración de partículas en suspensión y afectando la calidad del aire.

## Residuos

Se calcula que el 40% de los residuos generados en el mundo y los desechos orgánicos se queman al aire libre, lo que genera emisiones a la atmósfera de dioxinas nocivas, furanos, metano y carbono negro. Una problemática que afecta especialmente a aquellas regiones o zonas que están en proceso de urbanización o a países en vías de desarrollo.

La quema de residuos es una de las principales causas de la contaminación atmosférica.

Entre las estrategias para evitar los efectos de este tipo de contaminación atmosférica se encuentra la mejora en la recolección, separación y eliminación de desechos sólidos. Con ello podría reducirse la cantidad de materiales depositados en vertederos y posteriormente quemados al aire libre.

Al igual que en el sector agrícola, un menor desperdicio de alimentos ayudaría a reducir la cantidad de desechos orgánicos que hay que gestionar. Del mismo modo, una separación de estos y su conversión en compost o bioenergía ayudaría a la mejora de la fertilidad y la calidad del suelo, generando además una manera de crear una fuente de energía alternativa, más limpia y sostenible para el aire.

### **Hogares**

La contaminación del aire desde el ámbito doméstico es nociva en dos maneras. Por un lado, porque es el aire que las personas respiran en sus hogares de manera directa, produciendo a medio y largo plazo enfermedades respiratorias; por otro lado, porque repercute en el aire exterior. La fuente de esta contaminación proviene de la quema de madera y combustibles fósiles para actividades como cocinar, calentar o iluminar los hogares.

Aunque en términos generales, el 85% de los hogares tienen acceso a fuentes de energía más limpias, al menos en 97 países del mundo, lo cierto es que se estima que aproximadamente 3.000 millones de personas continúan usando combustibles sólidos, lo cual es una cifra muy elevada que produce una gran cantidad de emisiones contaminantes al aire.

Mantener la calidad en el aire es fundamental para la supervivencia de las personas y las especies que viven en la Tierra. Los efectos de la contaminación atmosférica pueden ser fatídicas para las especies, puesto que la polución afecta de manera negativa en su salud, propiciando el desarrollo de enfermedades y afecciones de diferentes tipos, como la respiratoria. Como siempre, existen una serie de consejos que podemos seguir y que pueden tener un gran impacto en la protección de la calidad del aire que respiramos.

### 3.4 Marco legal y normativo sobre contaminación atmosférica

El marco normativo boliviano sobre contaminación atmosférica se basa principalmente en la Ley de Medio Ambiente N° 1333 de 1992, complementada por el Decreto Supremo N° 24176, Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica. Este decreto establece los límites de emisión, las obligaciones de las empresas y los mecanismos de control y sanción.

Principales leyes y decretos:

- **Ley N° 1333 (Ley de Medio Ambiente):** Establece los principios generales de la gestión ambiental y la obligación de proteger el medio ambiente.
- **Decreto Supremo N° 24176 (Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica):** Reglamenta la Ley 1333 en lo que respecta a la contaminación atmosférica, estableciendo límites de emisión, obligaciones de las empresas, y mecanismos de control y sanción.
- **Decreto Supremo N° 28139 (Decreto de Servicios Integrales en Medio Ambiente):** Modifica el Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica, establece los límites permisibles de emisión para fuentes fijas y móviles.
- Autoridades competentes, como el Ministerio de Medio Ambiente y Agua, los gobiernos municipales y departamentales, que tienen la responsabilidad de emitir licencias ambientales, realizar monitoreo y aplicar sanciones.

**Límites de emisión:** El Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica establece límites de emisión para diferentes fuentes contaminantes (industriales, de transporte, etc.).

**Obligaciones de las empresas:** Las empresas están obligadas a controlar las emisiones contaminantes, a utilizar las mejores tecnologías disponibles, y a presentar informes a las autoridades ambientales.

**Control y sanción:** Las autoridades ambientales realizan inspecciones y monitorean las emisiones para garantizar el cumplimiento de la normativa. Se establecen sanciones por incumplimiento.

**Derecho a un ambiente sano:**

La Constitución Política del Estado reconoce el derecho a un ambiente sano y equilibrado, y la obligación del Estado de proteger la calidad del aire.

**Organismos competentes:**

- **Ministerio de Medio Ambiente y Agua:** Es la autoridad ambiental competente a nivel nacional.
- **Gobiernos Departamentales y Municipales:** También tienen responsabilidades en la gestión ambiental.
- **Autoridades de la Cuenca:** Las autoridades de la cuenca (por ejemplo, la Autoridad de la Cuenca de la Plata) también tienen responsabilidades en la gestión de la contaminación atmosférica.

**3.5 Convenios Internacionales sobre la contaminación atmosférica**

**Convenio de Ginebra de 1979:** Este convenio, también conocido como el Convenio sobre Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Gran Distancia, se centra en la reducción de las emisiones de contaminantes que pueden viajar a largas distancias y causar contaminación en otros países.

**Convenio de Viena de 1985:** Este convenio para la protección de la capa de ozono busca proteger la capa de ozono de la atmósfera, reduciendo las emisiones de sustancias que la agotan.

**Convenio de Estocolmo de 2001:** Este convenio se enfoca en la reducción y eliminación de los contaminantes orgánicos persistentes (COP), que pueden acumularse en el medio ambiente y causar daños a largo plazo.

**Convenio de Minamata de 2013:** Este convenio busca reducir y eliminar la contaminación por mercurio, un metal pesado que puede causar graves problemas de salud y ambientales.

**Convenio MARPOL:** El Convenio MARPOL es un acuerdo internacional que regula la contaminación por buques, incluyendo las emisiones a la atmósfera y otras formas de contaminación.

### 3.6 Efectos ambientales y sociales de la contaminación atmosférica

La contaminación atmosférica tiene efectos ambientales y sociales significativos, incluyendo daños a la salud humana, alteraciones en ecosistemas, contribución al cambio climático y consecuencias económicas. Entre las consecuencias directas, se destaca el aumento de enfermedades respiratorias y cardiovasculares, la pérdida de biodiversidad y la acidificación de cuerpos de agua. Además, la contaminación del aire contribuye al calentamiento global, lo que puede llevar a eventos climáticos extremos y a la pérdida de recursos naturales.

#### **EFFECTOS AMBIENTALES:**

**Daño a la salud:** La contaminación del aire puede causar o empeorar enfermedades respiratorias como asma, bronquitis y EPOC, así como problemas cardiovasculares y cáncer de pulmón.

**Alteraciones en los ecosistemas:** La contaminación puede dañar la vegetación, acidificar cuerpos de agua, perjudicar a la fauna y afectar la biodiversidad.

**Cambio climático:** La liberación de gases de efecto invernadero por la contaminación atmosférica contribuye al calentamiento global y sus efectos, como el deshielo de los polos y el aumento del nivel del mar.

**Esmog y neblina tóxica:** En áreas urbanas, la contaminación puede formar esmog y neblina tóxica, lo que reduce la visibilidad y afecta la calidad del aire.

**Impacto en el suelo:** La contaminación puede afectar los nutrientes del suelo y alterar su composición, lo que puede afectar la agricultura y la salud de los ecosistemas,

## **EFECTOS SOCIALES:**

**Impacto en la salud humana:** La contaminación del aire aumenta el riesgo de enfermedades respiratorias, cardiovasculares y de otras afecciones que pueden requerir atención médica y tratamientos costosos.

**Costos económicos:** La contaminación del aire tiene un alto costo económico, tanto para las personas (tratamientos médicos, días de trabajo perdidos) como para la sociedad (desarrollo de infraestructuras para tratar la contaminación, medidas de control).

**Disminución de la calidad de vida:** La contaminación del aire puede causar molestias, reducción de la visibilidad y un impacto negativo en la salud mental.

**Desigualdad social:** Las poblaciones más vulnerables suelen ser las más expuestas a la contaminación del aire y, por lo tanto, las más afectadas por sus consecuencias.

**Impacto en la productividad:** La contaminación del aire puede afectar la salud de los trabajadores, lo que puede llevar a ausentismo y a una disminución de la productividad.

### 3.7 Medidas de prevención y control

#### **Medidas preventivas:**

- ✚ Promover la educación ambiental y campañas de concienciación ciudadana sobre el impacto de sus acciones cotidianas en la calidad del aire.
- ✚ Promover el uso de transporte público eficiente y menos contaminante, como buses eléctricos o a gas natural.
- ✚ Fomentar el uso de bicicletas y transporte no motorizado en las ciudades, construyendo ciclovías seguras.
- ✚ Implementar programas de educación y concienciación ambiental, dirigidos a la población, sobre las causas y consecuencias de la contaminación del aire.
- ✚ Incentivar el uso de energías limpias y tecnologías sostenibles en el sector industrial y doméstico.

- ✚ Planificar el crecimiento urbano evitando la concentración de fuentes contaminantes en determinadas zonas.

#### **Medidas de control:**

- ✚ Fortalecer las capacidades técnicas de los municipios para el monitoreo de la calidad del aire.
- ✚ Exigir mantenimiento obligatorio y revisión técnica vehicular anual.
- ✚ Aplicar auditorías eco-ambientales periódicas en industrias, talleres, centros de salud y otras fuentes fijas de emisión.
- ✚ Revisar y fiscalizar el cumplimiento del Reglamento de Contaminación Atmosférica y la Ley N.º 1333 de Medio Ambiente.
- ✚ Establecer y mantener estaciones de monitoreo de calidad del aire en las principales ciudades del país.
- ✚ Sancionar a quienes infrinjan los límites de emisión establecidos por norma, mediante multas o suspensión de actividades.

#### **3.8 Metodología**

Se empleó un enfoque mixto, combinando métodos cuantitativos y cualitativos. La recopilación de datos incluyó revisión documental de permisos y registros, mediciones in situ de contaminantes mediante captadores de alto volumen y analizadores automáticos, y entrevistas con responsables de gestión ambiental. El análisis consistió en comparar las mediciones con límites normativos y evaluar las prácticas de gestión ambiental. Los instrumentos principales fueron cuestionarios estructurados y equipos de monitoreo ambiental calibrados.

#### **3.9 Resultados**

Los hallazgos indicaron que, en las zonas auditadas, los niveles de  $PM_{2.5}$  y  $NO_2$  superan frecuentemente los límites recomendados. El transporte y la industria fueron identificados como las principales fuentes contaminantes. Se detectaron deficiencias en sistemas de control y monitoreo en el 60% de las empresas evaluadas. Sin embargo, en casos donde se implementaron tecnologías de mitigación, como filtros de carbón activado, se observó una reducción significativa de emisiones (hasta 40%).

#### 4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DEL RESULTADO Y PROPUESTA

Los resultados evidencian la necesidad de fortalecer las auditorías ambientales para mejorar el control de emisiones. La falta de monitoreo continuo y planes de gestión ambiental adecuados aumenta el riesgo de impactos negativos y sanciones legales. Se propone implementar sistemas de monitoreo en tiempo real y capacitar al personal en gestión ambiental. Además, se recomienda fomentar políticas que incentiven la transición hacia energías limpias y transporte sostenible para reducir las fuentes principales de contaminación

#### 5. CONCLUSIONES

La auditoría ecológica ambiental es una herramienta eficaz para diagnosticar y controlar la contaminación atmosférica, garantizando el cumplimiento normativo y promoviendo prácticas sostenibles. Se concluye que la mejora en los sistemas de monitoreo y gestión ambiental es vital para reducir los niveles de contaminantes y proteger la salud pública. Se recomienda a las autoridades y empresas adoptar tecnologías limpias, fortalecer la capacitación y establecer políticas integrales de control de emisiones para asegurar un aire más saludable y un entorno sostenible.

La presente investigación permitió comprender que la contaminación atmosférica en Bolivia es una problemática ambiental de alta relevancia, con consecuencias negativas para la salud pública, el medio ambiente y el desarrollo sostenible del país. Las principales fuentes de este tipo de contaminación provienen del parque automotor obsoleto, la actividad industrial sin control adecuado, la quema de residuos y prácticas agrícolas inapropiadas.

A pesar de que Bolivia cuenta con un marco normativo como la Ley N.º 1333 de Medio Ambiente y el Reglamento de Contaminación Atmosférica, se evidencian debilidades en su implementación, fiscalización y seguimiento. Desde el enfoque de la Auditoría Eco-ambiental, se resalta la importancia de fortalecer los procesos de evaluación ambiental y control de emisiones como herramientas claves para garantizar el cumplimiento de la normativa y mejorar la calidad del aire.

## 6. RECOMENDACIÓN

Se recomienda que a nivel nacional se intensifiquen los procesos de auditoría ecológica ambiental en los sectores con mayor potencial contaminante, aplicando de manera efectiva los instrumentos establecidos en la Ley N.º 1333. Es fundamental mejorar las capacidades técnicas e institucionales de las autoridades ambientales, invertir en sistemas de monitoreo atmosférico y fomentar políticas públicas orientadas a la prevención de la contaminación del aire. Además, se sugiere fortalecer la educación ambiental para generar conciencia sobre la importancia de reducir las emisiones contaminantes desde todos los sectores de la sociedad.



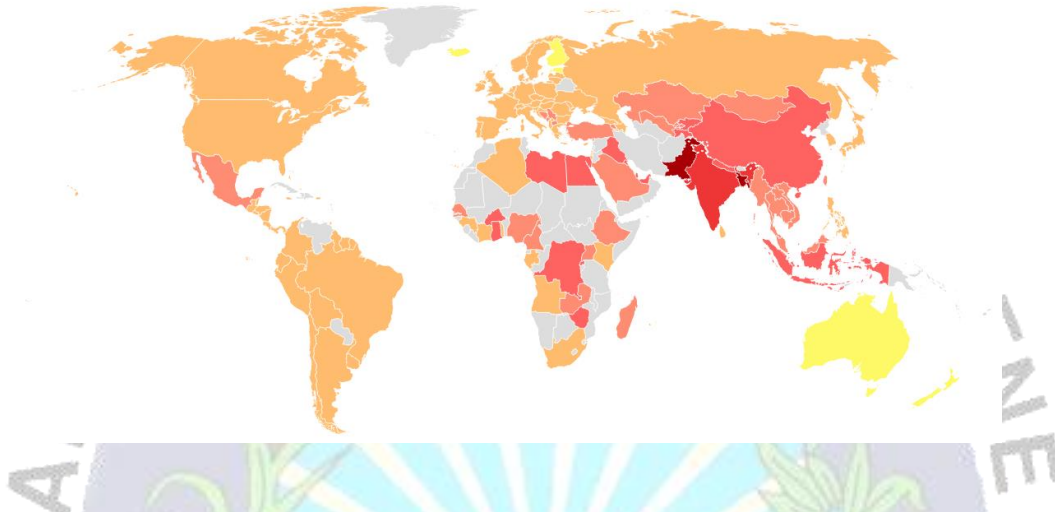
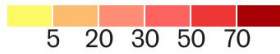
## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Libro: Rodas Espinoza Claudia, Zegarra Ronny, Andrade Susana y Mejía Danilo (2020) “El Aire que Respiramos”
- Libro: Riechman Jorge (2022) “Simbioetica: Homo sapiens en el entramado de la vida”
- Libro: Prieto Balderrama Camilo (2021) “Nutrición Sostenible”
- Libro: Pathak Hemant (2024) “Contaminación ambiental”
- Libro: Echeverri Londoño Carlos Alberto “Contaminación Atmosférica”
- Artículo: O.P.S. (2024) “Mujer y la calidad del aire en las Américas: La brecha de género en la contaminación atmosférica”
- Artículo: Rosales Malpartida Jaime Yeltsin (2021) “Predicción de la contaminación”
- Artículo: Arévalo León Cristian Mauricio Arturo, Casa Huarcaya Tamar Nicolle (2024) “Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana a nivel mundial: Una Revisión Sistemática de la literatura entre los años 2012 y 2022”
- Artículo: (2023) “Parque automovilístico: Fuente de contaminación Atmosférica”
- Artículo: La Razón (Bolivia) (2023) “Bolivia en el puesto 112 de 131 países en la contaminación del aire”
- Tesis: Antelo Zampieri Jorge Eduardo “Análisis Espacial y Temporal de PM10 y N02 Atmosféricos mediante datos satelitales en el municipio de santa cruz de la Sierra durante la gestión 2017 al 2020”
- Tesis: Villca Toco Rebeca Saraí (2023) “Evaluación de la calidad del aire en la ciudad de Oruro utilizando líquenes como bioindicadores”

## 8. ANEXOS

### Calidad del aire por países

Concentración anual de PM2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )



## La calidad del aire en ciudades Latinoamericanas

Concentración media anual de PM2,5 en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de ciudades selectas en América Latina en 2024



## REPORTE DE LA CALIDAD DEL AIRE EN BOLIVIA

26 DE OCTUBRE DE 2023

Red MoniCA	Contaminante (ug/m3)	REPRESENTACIÓN ICA	
La Paz	PM-10	142,0	Mala
El Alto	PM-10	75,3	Regular
Potosí	PM-10	120,0	Mala
Sucre	PM-10	148,0	Mala
Santa Cruz	PM-10	153,0	Muy Malo
Cochabamba (Municipio)	PM-10	82,2	Regular
Quillacollo	PM-10	62,0	Regular
Trinidad	PM-10	86,7	Regular
Tarija	PM-10	81,0	Regular
Cobija	PM-10	91	Regular

INDICE DE LA CALIDAD DEL AIRE	COLOR /	RANGO
Bueno	Verde	0 - 50
Regular	Amarillo	51 - 100
Malo ( grupo de riesgo )	Rojo	101 - 150
Muy malo	Café - Marrón	151 - 300
Extremadamente malo	Negro	Mayor 300

NOTA: "PM-10": MATERIAL PARTICULADO CON DIAMETRO EQUIVALENTE MENOR A 10 MICROMETROS.

NOTA: "ug/m3" : MICROGRAMOS POR METRO CÚBICO.



ESTADO PLURINACIONAL DE  
**BOLIVIA**

MINISTERIO DE  
MEDIO AMBIENTE Y AGUA



## REPORTE DE LA CALIDAD DEL AIRE

A NIVEL NACIONAL

HOY

09 DE SEPTIEMBRE

Hora: 10:30 a.m.

**ICA**  
ÍNDICE DE CALIDAD DEL AIRE  
Red MoniCA  
Red de Monitoreo de Calidad del aire



REGISTRO PARA LA SALUD

ICA: ÍNDICE DE CALIDAD DEL AIRE

**BUENO**  
0 - 49

**MUY BAJO**  
Adecuado para llevar a cabo actividades al aire libre.

**REGULAR**  
50 - 100

**BAJO**  
Adecuado para llevar a cabo actividades al aire libre.

**MALO**  
101 - 150

**MODERADO**  
Afecta al grupo de riesgo.

**MUY MALO**  
151 - 300

**ALTO**  
Alerta sanitaria.

**EXTREMADAMENTE MALO**  
> 300

**MUY ALTO**  
Población completamente afectada.



MINISTERIO DE  
MEDIO AMBIENTE Y AGUA