

Señoras y Señores de la Secretaría para las solicitudes de cumplimiento ambiental del Acuerdo de Promoción Comercial Perú – EEUU

Agradecemos la respuesta del Gobierno Peruano a nuestro pedido. Hemos solicitado se forme un expediente de hechos por falta de aplicación efectiva de legislación ambiental en el Perú, referida a la aprobación de límites permisibles de emisiones (*emission limits*) al aire y estándares de calidad del aire, así como el cumplimiento de los plazos de acciones prioritarias de emergencia climática. Procedemos a comentar respecto de las partes más relevantes.

1. El Gobierno Peruano no demuestra la aprobación de límites permisibles de emisiones y estándares de calidad del aire, así como ejecución de las acciones de emergencia climática

A continuación, presentamos un cuadro que se explica por sí solo con la información recibida.

Estándares ambientales de aire pendientes de aprobación

Tipo de instrumento de gestión ambiental	Tiempo transcurrido sin aprobación	Situación según informe oficial del Estado peruano 13 de octubre 2023
Límites Máximos Permisibles para Industria de Fabricación de Ladrillos	11 años Resolución Ministerial N° 225-2010-MINAM	Proyecto normativo prepublicado en 2021 y en elaboración informe para coordinación viceministerial (CCV)
Límite Máximo Permisible para Emisiones de Fundiciones	13 años Resolución Ministerial N° 121-2009-MINAM	Proyecto prepublicado en octubre 2022 pendiente exoneración del análisis del impacto regulatorio ex ante
Límites máximos permisibles de emisiones para calderos y turbinas	23 años Resolución Presidencial N° 088-99	Prepublicado junio 2021. En trámite ante la CCV
Límites máximos permisibles para industrias siderúrgicas	17 años Res. Presidencial N° 089-2005.	Proyecto en preparación
Aprobación del Estándar de Calidad Ambiental del aire para Cadmio, Arsénico, Antimonio, Bismuto y Talio	13 años R.M. 121-2009-MINAM	No se responde no se informa. Nota.- El 23 de noviembre se publicó el D.S.011-2023-MINAM aprobando parte de estos estándares pero la parte sustantiva que es el anexo con los valores no ha sido aún publicado (al 24 de noviembre.)
Aprobación del Estándar de Calidad Ambiental para Compuestos Orgánicos Volátiles.	22 años Res. Presidencial N° 054-2001.	Se está recopilando información
ACTUALIZACION DEL ESTANDAR DE CALIDAD PARA DIOXIDO DE AZUFRE	2 años D.S.020-2021-MINAM	En elaboración

Las emisiones al aire en la fabricación de ladrillos, emisiones de fundiciones, calderos y turbinas, así como la siderurgia producen una gran cantidad de emisiones contaminantes, entre ellas, material particulado y dióxido de azufre, muy dañinos para la salud. Estos impactos en la salud han sido muy bien estudiados y sigue investigándose. Adjuntamos en anexo, un breve informe de la científica Mercedes Lu, de nacionalidad peruana, investigadora de la organización ELAW. Las cuantiosas emisiones que producen las actividades anteriormente referidas, también producen altos niveles de dióxido de carbono que afectan el clima.

Vamos a referirnos sólo al material particulado. La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda que las normas de calidad de aire deben orientarse a las concentraciones más bajas posibles de material particulado (MP) y a su vez alienta a los países a adoptar normas estrictas y a hacer una vigilancia de las emisiones de MP para lograr disminuirlas. (ver anexo)

Entre las afecciones asociadas con la contaminación por partículas se encuentran enfermedades respiratorias, cáncer, arritmias y otros severos problemas cardíacos y respiratorios que conducen a la muerte (Davidson, et al., 2005). Así que es importante notar que hace décadas se conoce que existen importantes niveles de morbilidad y mortalidad atribuibles a la contaminación del aire en general y del material particulado en especial.

Los principales factores asociados a la mortalidad prematura en el mundo están conectados a los efectos adversos para la salud del material particulado MP2.5 que comprende aquellas partículas de menor tamaño tales como el PM1, estas afectan múltiples órganos o tejidos, la influencia de la exposición a PM2.5 y la muerte por enfermedades cardiovasculares, que ascienden a un 60% a 80% de las muertes asociadas al PM2.5 (ver anexo). Tarín-Carrasco (2021) sostiene que, si no se toman medidas correctivas, la enfermedad isquémica pulmonar relacionada con la exposición al PM2.5 (llegando a un 48%) seguiría siendo una mayor causa de muertes prematuras en las siguientes décadas (2031-2050).

Asimismo, existe relación entre la contaminación por material particulado y las tasas de mortalidad diaria en más de 600 ciudades del mundo constituye una evidencia que refuerza la relación existente entre la mortalidad y la concentración de material particulado a nivel global. En el caso de Lima, el anexo brinda información.

De otro lado, el informe que sustenta el cambio de tecnologías en los vehículos de transporte de Euro 4 a Euro 6,¹ en la pág. 37: n. "El total de casos evitados de mortalidad prematura, en el periodo 2021-2030, sería de 3.862 casos al considerar solo infecciones respiratorias bajas, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, cáncer al pulmón, derrames cerebrales y enfermedad isquémica del corazón. Al considerar toda la mortalidad natural (no accidental), el número de casos evitados en el periodo de evaluación sería 7.387 casos. Según lo dispuesto por el D.S.029-2021-MINAM que establece los límites permisibles de emisiones de vehículos, el EURO 6 operará en octubre de 2024, sine embargo el Ministerio de Energía y Minas, así como la Dirección General de Hidrocarburos han anunciado que el combustible Euro 6 con contenido de azufre menor a 10 partes por millón (<10 ppm) no estará disponible hasta después del primer

¹ ACTUALIZACIÓN - Análisis del Impacto económico y ambiental de la de la migración a las normas de emisiones EURO 6/VI en el Perú <https://programacalac.com/wp-content/uploads/2020/10/ACB-Euro-6-VI-Peru-FINAL.pdf>

semestre del 2025², con lo cual no podrá cumplirse el Decreto Supremo No. 029-2021-MINAM que requiere que los vehículos ligeros de transporte cumplan con los estándares Euro 6-b.³

Asimismo, el documento "Estudio de Morbilidad por Efectos de la Contaminación del Aire en la Salud de las Personas" publicado por el Ministerio del Ambiente del Perú – MINAM (2014:14), indica que las muertes debidas a la contaminación atmosférica (por enfermedad), se dan con las siguientes estimaciones:

40% - cardiopatía isquémica;

40% accidente cardiovascular;

11% neuropatía obstructiva crónica;

6% cáncer de pulmón; y

3% infección aguda de las vías respiratorias inferiores en los niños."

Dicho informe también resalta que una de cada ocho del total de muertes en el mundo son consecuencia de la exposición a la contaminación atmosférica.

A continuación, un cuadro de las acciones prioritarias de carácter obligatorio que vienen siendo incumplidas, respecto del D.S. 003-2022-MINAM que declara la emergencia climática. Como se señala en nuestro pedido de mayo de 2023 el plazo venció en octubre de 2022.

² <https://canaln.pe/actualidad/david-caro-necesaria-comision-alto-nivel-gobierno-importar-combustible-euro-6-n462588>

³ <https://www.transportpolicy.net/standard/peru-light-duty-emissions/>

Acción prioritaria y Entidad Responsable según declaratoria de emergencia climática D.S. 003-2022-MINAM	Situación al 13 de octubre 2023 según respuesta oficial
1. Actualizar la Estrategia Nacional ante el Cambio Climático con visión al 2050. Responsable: MINAM	No cumplido
2. Diseñar distribución de beneficios de fuentes, nacionales y/o internacionales, para Reducción de Emisiones derivadas de la Deforestación y Degradación de los bosques (REDD+), y encargar al PROFONANPE la administración Responsable: MINAM	Cumplido
3. Proponer medidas de mitigación y adaptación que implementen las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional de reducción de 40% de emisiones de gases invernadero y resiliencia ante los efectos adversos del cambio climático Responsable: Comisión de Alto Nivel	Se incorporó sólo 2 medidas: 1. reducción de emisiones de óxido nitroso en la industria manufacturera de ácido nítrico, y 2. Conservación y gestión sostenible de turberas amazónicas”
4. Actualizar la Programación Tentativa de la Contribuciones Nacionalmente Determinadas en Adaptación en Salud con enfoque territorial. Junto con el fortalecimiento de las competencias del recurso humano del sistema nacional de salud para la implementación de las citadas Contribuciones. Responsable MINSa	No se responde ni se informa
5. Aprobar lineamientos para incorporar gestión de riesgo en las inversiones relacionadas a establecimientos del sector salud en el marco del Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones, previa opinión favorable del MEF. Responsable MINSa	No se responde ni se informa
6. Aprobar los lineamientos para la incorporación de la gestión del riesgo en un contexto de cambio climático en los proyectos de inversión de desembarcaderos pesqueros artesanales en el marco del Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones, previa opinión favorable del Ministerio de Economía y Finanzas. Ministerio de la Producción	No se responde ni se informa
7. Evaluar los instrumentos apropiados para la determinación del precio al carbono y, en función a esta, identificar las acciones requeridas para su aplicación progresiva conforme a las circunstancias nacionales. MEF	Se menciona proyecto del BID que desarrollará el tema, no se indica fecha de culminación del proyecto
8. Garantizar el aprovechamiento de recursos energéticos renovables no convencionales en la matriz de generación eléctrica, en condiciones competitivas y eficientes, aumentando progresivamente los requerimientos nuevos con energías renovables no convencionales, de acuerdo con la oferta y la demanda del mercado eléctrico, con proyección de llegar al 20% de su participación al 2030. MINEM	No se responde ni se informa
9. Promover programas y políticas sobre el uso eficiente de la energía en los sectores público, productivo, servicios, residencial y transporte. MINEM	No se responde ni se informa
10. Diseñar programas de promoción para el desarrollo de tecnologías, uso y producción de hidrógeno verde. MINEM	No se responde ni se informa
11. Implementar programas para el cambio del uso de leña, bosta, carbón, entre otros combustibles contaminantes; por otras fuentes energéticas limpias para el uso doméstico. MINEM	No se responde ni se informa
12. Proponer, en el ámbito de la “Comisión Multisectorial para la Reforma del Subsector Electricidad”, con la participación del Ministerio del Ambiente, el marco regulatorio para el incremento del aprovechamiento de recursos energéticos renovables no convencionales en la matriz de generación eléctrica, en condiciones competitivas y eficientes, así como otras medidas que promuevan el uso de energías renovables. Minem	No se responde ni se informa
13. Titular las comunidades nativas, así como, en coordinación con la Presidencia de Consejo de Ministros, a través de la Secretaría de Gobierno y Transformación Digital, promover el uso de la georreferenciación, interoperabilidad, datos abiertos, certificados y firmas digitales, creación de servicios digitales y fortalecimiento de los gobiernos regionales en la materia, conforme el marco legal vigente en gobierno, confianza y transformación digital. MIDAGRI	No se responde ni se informa
14. Incluir los criterios relacionados a la adaptación y mitigación en el Plan de acción para el desarrollo de la Segunda Reforma Agraria MIDAGRI	No se responde ni se informa

15. Aprobar el Reglamento del Sistema Nacional de Control y Vigilancia Forestal y de Fauna Silvestre (SNCVFFS). MIDAGRI	No se responde ni se informa
16. Aprobar los criterios para establecer los puestos de control estratégicos de paso obligatorios a nivel nacional. MIDAGRI	No se responde ni se informa
17. Aprobar los lineamientos para la conformación, reconocimiento y funcionamiento de los Comités de Gestión Forestal y de Fauna Silvestre (CGFFS) MIDAGRI	No se responde ni se informa
18. Articular desde el nivel nacional con los niveles regionales, a través del SNCVFFS, incluyendo el monitoreo satelital de los impactos al patrimonio forestal MIDAGRI	No se responde ni se informa
19. Establecer las acciones para el desarrollo del estudio de la en el Perú, en coordinación con el Organismo de Supervisión de los Recursos Forestales y de Fauna Silvestre, Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre, y los gobiernos regionales; alineado a la Estrategia Nacional Multisectorial de Lucha Contra la Tala Ilegal 2021 - 2025, aprobado mediante Decreto Supremo N° 013-2021-MIDAGRI. MIDAGRI	No se responde ni se informa
20. Establecer criterios de priorización para el trabajo con las Agencias Agrarias, o las que hagan sus veces en los Gobiernos Regionales, en la Amazonía Peruana con el objetivo de regularizar la entrega de constancias de posesión, en concordancia con la legislación forestal vigente. Gob. Regional	No se responde ni se informa
21. Implementar los arreglos institucionales, legales y lineamientos técnicos que permitan, de manera eficiente, implementar proyectos de infraestructura natural, siembra y cosecha de agua, principalmente en las cabeceras de las cuencas hidrográficas vulnerables al cambio climático. Gob. Regional	No se responde ni se informa
22. Actualizar el Reglamento Nacional de Vehículos para promover el ingreso de vehículos eléctricos, híbridos y accionados con hidrógeno verde. MTC	No se responde ni se informa. Nota.- existen muchas iniciativas para promoción específica de electromovilidad pero no han sido aprobadas. Específicamente vehículos a hidrógeno verde (fuel cell electric vehicle) no son mencionados en el reglamento nacional de vehículos
23. Diseñar en coordinación con las autoridades competentes, mecanismos de promoción para la electromovilidad con énfasis en el transporte urbano MTC	No se responde ni se informa Nota.- Indispensable para que Perú cumpla con su compromiso en el marco del Acuerdo de Paris

2.La” vinculación de los compromisos ambientales con el comercio entre las Partes” no es un requisito legal en las solicitudes sobre cumplimiento del tratado

La respuesta brindada por el Ministerio de Comercio Exterior y Turismo del Perú, asevera que el “Capítulo Dieciocho Medio Ambiente” del Acuerdo de Promoción Comercial con Estados Unidos de Norteamérica no está aislado a las obligaciones comerciales adoptadas en el referido Acuerdo, y, que en la Solicitud no se presentan elementos que demuestren la relación entre la supuesta falta de aplicación efectiva de la legislación ambiental y el comercio o la inversión entre la Partes, ni se explica cómo se estaría afectando el comercio y/o la inversión. Efectivamente, no lo hemos hecho porque no es un requisito legal del capítulo, ni del tratado.

El capítulo ambiental establece cuáles son los requisitos indispensables para que se elaboren las solicitudes sobre asuntos de cumplimiento en el texto del art. 18.8 ⁴ y **no exige** demostrar

⁴ Artículo 18.8: Solicitudes sobre Asuntos de Cumplimiento

1. Cualquier persona de una Parte podrá presentar una solicitud invocando que una Parte está dejando de aplicar efectivamente su legislación ambiental. Dichas solicitudes deberán ser presentadas ante una secretaría u otro órgano competente (secretaría) que las Partes designen.
2. La secretaría podrá considerar una solicitud bajo este Artículo si encuentra que la solicitud:
 - (a) está escrita en inglés o español;
 - (b) identifica claramente a la persona que hace la solicitud;
 - (c) ofrece información suficiente para permitir a la secretaría revisar la solicitud, incluyendo evidencia documental en la que la solicitud esté basada e identificación de las leyes ambientales respecto de las que el incumplimiento es invocado;

vinculación alguna entre el incumplimiento de legislación ambiental y la afectación al comercio y/o la inversión.

Sin embargo, es preciso señalar que la crisis climática y ambiental que vivimos por el aumento del consumo de combustibles fósiles y el uso insostenible de los recursos naturales viene generando modificaciones restrictivas en la legislación comercial de los principales países importadores y asociaciones económicas y políticas, que consecuentemente, tienen repercusión en el comercio global. Basta ver el informe de la Organización Mundial del Comercio, [WTO Report 2022 Climate Change and International Trade](#) donde se sostiene que el comercio es parte de la solución al cambio climático.

El Parlamento Europeo ha aprobado el Reglamento 2023/1115, de comercialización de materias primas y productos asociados a la deforestación y la degradación forestal. Esta norma prohíbe la importación de productos que contribuyan a la deforestación y a la degradación forestal. Dentro de la lista de productos se encuentran, el aceite de palma, café, soja, madera, ganado, caucho, carbón vegetal y papel impreso, así como carne de vacuno, muebles y chocolate. Esta normativa a corto plazo influirá en las relaciones comerciales entre Perú y la Unión Europea, considerando que nuestro país es uno de sus principales proveedores de productos agrícolas, especialmente del café y cacao. Tan sólo en 2022, 28% del total de envíos de bienes agropecuarios nacionales ha tenido como destino a los países de la Unión Europea.

A nivel nacional el incremento de la deforestación es constante, por lo que el cumplimiento de las acciones establecidas en la Declaración de Emergencia Climática, es fundamental. Esta incluye acciones para fortalecer el monitoreo, supervisión y control de los recursos forestales y de la diversidad biológica en el territorio, así como la trazabilidad de los productos derivados del aprovechamiento del bosque. Los bosques son ecosistemas clave para la absorción de dióxido de carbono, así como el resguardo y hogar de las poblaciones indígenas y originarias.

Como ciudadanos preocupados por el medio ambiente, sabemos que los países sin estándares ni normas ambientales efectivamente cumplidas son países menos competitivos, menos productivos, con mayores problemas de salud ambiental, precarias condiciones de vida y con conflictos sociales por la falta del acompañamiento y respeto de las normas por parte del Estado y empresas. El efecto es el comercio internacional de tecnologías obsoletas y contaminantes. Esto se ve notoriamente en el parque automotor peruano, por mencionar un ejemplo, donde Lima presenta el aire más contaminado de Latinoamérica, según la Organización Mundial de la Salud. Asimismo, el Perú no cuenta con una política energética que promueva el uso de energías renovables, y el hidrógeno verde. Como hemos visto no hay límites máximos permisibles de calderas industriales, turbinas, fundiciones, ladrilleras ni siderurgia. Asimismo, sigue pendiente la actualización del estándar de calidad del dióxido de azufre que incluye directamente en la salud ambiental de las personas, así como en el aumento de las emisiones de dióxido de carbono, causante principal del cambio climático.

3. Daño a la persona invocado

El Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, indica que los solicitantes, no han presentado información que demuestre que hayan sufrido algún daño y solo se hace mención a reportes generales o trabajos académicos carentes de rigurosidad científica sobre la calidad del aire y la emergencia climática, no siendo estos adecuados ni aplicables para demostrar la existencia de un **daño real** a los solicitantes.

Al respecto debe considerarse la Ley General del Ambiente y el título de delitos ambientales del Código Penal.

(d) parece estar enfocada a promover el cumplimiento en lugar de hostigar a la industria; indica que el asunto ha sido comunicado por escrito a las instituciones relevantes de la Parte e indica la respuesta de la Parte, si la hubiera; y

(f) es presentada por una persona de una Parte, salvo lo dispuesto en el párrafo 3.

La Ley 28611 Ley General del Ambiente establece en su artículo IV que ...“*Se puede interponer acciones legales aun en los casos en que no se afecte el interés económico del accionante. El interés moral legitima la acción aun cuando no se refiera directamente al accionante o a su familia*”⁵

Estas normas nacionales corresponden a la doctrina del Derecho Ambiental que establece que el derecho al medio ambiente está vinculado a intereses difusos, esto es, que no responden a una categoría precisa porque, son supraindividuales. La afectación al medio ambiente afecta a un grupo de sujetos indeterminado.

De otro lado, el título XIII sobre delitos ambientales del Código Penal Peruano no nos refiere a daño causado solamente, sino a la posibilidad de daño potencial. El Código, establece la tipificación de delitos por contaminación y delitos contra los recursos naturales. En los delitos por contaminación éstos se tipifican o configuran cuando “**se cause, o pueda causar perjuicio, alteración o daño...**”⁶

A este punto, es necesario recordar la Declaración de Río (1992) que en su principio 10 establece que:

El mejor modo de tratar las cuestiones ambientales es con la participación de todos los ciudadanos interesados, en el nivel que corresponda. En el plano nacional, toda persona deberá tener acceso adecuado a la información sobre el medio ambiente de que dispongan las autoridades públicas, incluida la información sobre los materiales y las actividades que encierran peligro en sus comunidades, así como la oportunidad de participar en los procesos de adopción de decisiones. Los Estados deberán facilitar y fomentar la sensibilización y la participación de la población poniendo la información a disposición de todos. Deberá proporcionarse acceso efectivo a los procedimientos judiciales y administrativos, entre éstos el resarcimiento de daños y los recursos pertinentes.

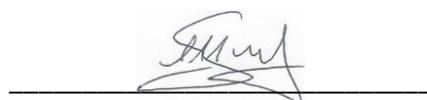
En conclusión, el expediente de hechos es un mecanismo de participación ciudadana que no se configura como arbitraje ni solución de controversias, por ende, no involucra sanciones comerciales ni resoluciones. El expediente de hechos es un mecanismo importante de transparencia y de participación ciudadana, de gran interés para todos.

Reiteramos nuestro pedido que se elabore el expediente de hechos y que con ello, se promueva y logre el cumplimiento de la legislación ambiental en el Perú para salvaguardar la salud ambiental de sus habitantes y mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero.

Lima, 21 de Noviembre de 2023



Patricia Iturregui Byrne



Cesar Leonidas Gamboa Balbín - DAR

⁵ Esta disposición no es nueva porque el Código del Medio Ambiente de 1990 ya establecía una disposición similar en el artículo III del Título Preliminar cuyo texto era el siguiente:

III: Toda persona tiene derecho a exigir una acción rápida y efectiva ante la justicia en defensa del medio ambiente y de los recursos naturales y culturales. Se puede interponer acciones, aun en los casos en que no se afecte el interés económico del demandante o denunciante. El interés moral autoriza la acción aun cuando no se refiera directamente al agente o a su familia.

⁶ Artículo 304.- Contaminación del ambiente

El que, infringiendo leyes, reglamentos o límites máximos permisibles, provoque o realice descargas, emisiones, emisiones de gases tóxicos, emisiones de ruido, filtraciones, vertimientos o radiaciones contaminantes en la atmósfera, el suelo, el subsuelo, las aguas terrestres, marítimas o subterráneas, que cause o pueda causar perjuicio, alteración o daño grave al ambiente o sus componentes, la calidad ambiental o la salud ambiental, será reprimido con pena privativa de libertad no menor de cuatro años ni mayor de seis años y con cien a seiscientos días multa...



Juan Tapia - CIDATT

Eric Concepción – Wayra

Isaac Alejo Reyes – Est. UNMSM

Giancarlo Condori Tolentino – Est. UNMSM

Maria Elena Gonzalez

Adolfo Rojas - AEDIVE

Luis Aiapaek Ñawi Flores - UNMSM

Fátima Dalia Terán Sierra – Est. UNMSM

Sayeli Cledy Garcia Correa – Est. UNMSM

ANEXO

Información general sobre los efectos en la salud del material particulado

Mercedes Lu, Ph.D. – ELAW

Fecha: 19 de noviembre del 2023

El material particulado

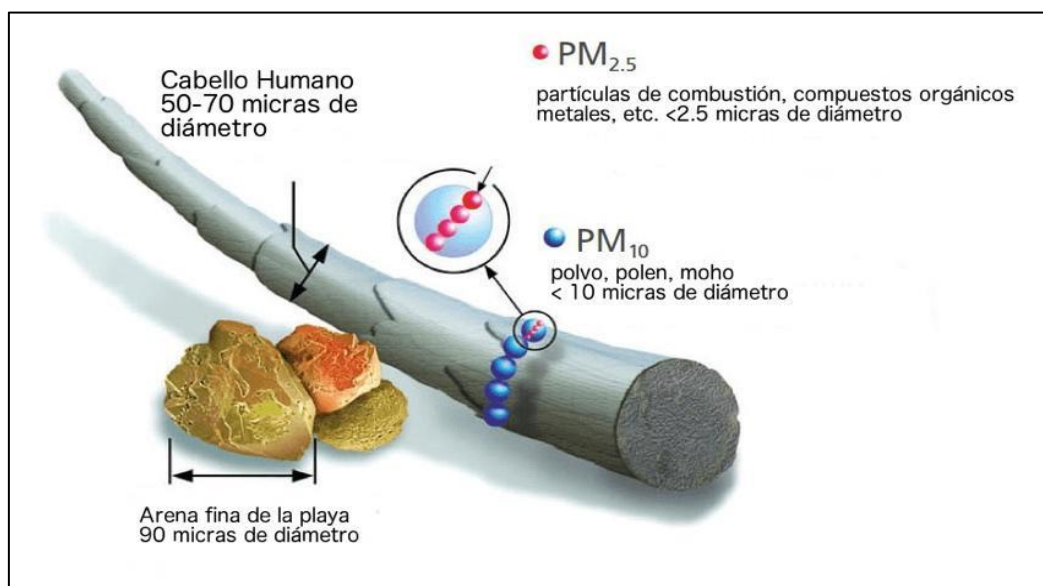
El material particulado (MP) es una mezcla compleja de sustancias orgánicas e inorgánicas sólidas y líquidas suspendidas en el aire en la forma de un aerosol (una dispersión de sólidos y líquidos suspendidos en un gas, que en este caso es el aire). El tamaño, origen y composición de estas partículas puede variar mucho dependiendo de sus fuentes. Con el fin de establecer sus efectos en la salud y los estándares ambientales, se considera que el tamaño de la partícula es el factor más importante. Las Partículas Suspendidas Totales (PST) tienen un tamaño de partícula de hasta 100 micrómetros⁷ (μm) mientras que el material particulado con un diámetro igual o menor a 10 μm es llamado MP₁₀; y aquel cuyo diámetro de partícula es igual o menor a 2.5 μm es llamado MP_{2.5}, también conocidas como material particulado fino. Cabe mencionar que por estas razones no se recomienda tomar el parámetro Partículas Suspendidas Totales como parámetro para determinar el riesgo a la salud de poblaciones cercanas a minas de carbón.

Algunas de las partículas MP₁₀ pueden ser visibles (polvo, hollín), pero una partícula de MP_{2.5} puede tener un diámetro treinta o más veces menor que el de un cabello de una persona (Figura 1). Debe tenerse en cuenta que la forma de las partículas puede variar considerablemente (alargadas, achatadas, etc.) de modo que el técnicamente el tamaño de la partícula se refiere diámetro aerodinámico⁸ de esta. El tamaño de una partícula influye en su capacidad de dispersión y transporte en el aire, así como sus efectos en el sistema respiratorio.

⁷ Un micrómetro (también llamado *micrón* o *micra*) equivale a la milésima parte de un milímetro.

⁸ El diámetro aerodinámico de una partícula irregular se define como el diámetro de una partícula esférica con una densidad de 100 kg/m³ y la misma velocidad de sedimentación que una partícula irregular.

Figura 1. Comparación del diámetro del material particulado con el cabello humano y una partícula de arena fina



Fuente: www.cleanairaction.net.au/health_effects_of_coal_dust

En cuanto a las fuentes del material particulado, existen las llamadas fuentes “primarias” que comprenden el polvo de los caminos, el polvo arrastrado por el viento, la combustión incompleta, cocinas a leña, hollín de los automóviles. En otras ocasiones, el material particulado se forma mediante procesos físicos o químicos de componentes que se encuentran en el aire. En este caso, esas partículas se consideran generadas por fuentes “secundarias”.

El MP₁₀ por lo general se produce por la ruptura mecánica de materiales sólidos, es decir por fuentes primarias. El MP₁₀ puede incluir el polvo arrastrado por el viento durante los movimientos de tierra en una mina, el polvo de los depósitos de materiales estériles, suelos descubiertos, polvo que se levanta caminos por acción del tránsito de vehículos, entre otros. En cambio, el MP_{2.5}, se conforma mayormente de una mezcla de partículas mucho más pequeñas y diminutas gotas líquidas que se encuentran en el aire.

Efectos del material particulado en la salud humana

Las partículas PM, que incluyen partículas inhalables con un diámetro aerodinámico de 10 μm o menos (PM₁₀) y partículas finas con un diámetro aerodinámico de 2.5 μm o menos (PM_{2.5}), se emiten desde fuentes de combustión o se forman a través de la transformación química atmosférica. Dada la amplia evidencia sobre sus efectos en la salud, las concentraciones medias diarias y anuales de PM₁₀ y PM_{2.5} están reguladas de acuerdo con las Directrices de Calidad del Aire de la Organización Mundial de la Salud (OMS)⁹ y los estándares de los principales países.

Con base en la evidencia científica disponible, la OMS (2016) afirma que las partículas más perjudiciales a la salud son todas aquellas cuyo diámetro es inferior a 10 micras de diámetro (\leq PM₁₀) que “pueden penetrar y alojarse en el interior profundo de los

⁹ Directrices mundiales de la OMS sobre la calidad del aire (2021). <https://www.who.int/es/news-room/questions-and-answers/item/who-global-air-quality-guidelines>.

pulmones”. La exposición crónica a las partículas agrava el riesgo de desarrollar enfermedades cardíacas y respiratorias, tales como cáncer de pulmón.”¹⁰ La OMS reconoce que existe una relación entre la exposición al material particulado (MP₁₀ y MP_{2.5}) y una mayor mortalidad y morbilidad, aun a niveles no muy superiores a los niveles basales, que para el PM_{2.5} se han estimado entre 3 a 5 µg/m³ tanto en EE. UU. como en Europa occidental. En una nota de prensa del 17 de octubre del 2013, la OMS declara que el material particulado, uno de los mayores contaminantes del aire, es cancerígeno para los seres humanos.¹¹

Estudios epidemiológicos han establecido los efectos adversos del MP tras exposiciones tanto breves como prolongadas como se describe más adelante. Al respecto, la OMS sostiene que, puesto que no se han identificado claramente umbrales y que puede haber mucha variación entre la exposición y en la respuesta desde el punto de vista de salud, es poco probable que una norma o un valor guía ofrezca una protección completa a todas las personas frente a todos los posibles efectos adversos del material particulado en la salud. Por lo tanto, la OMS recomienda que las normas de calidad de aire deben orientarse más bien a alcanzar las concentraciones más bajas posibles de MP y a su vez alienta a los países a adoptar normas estrictas y a hacer una vigilancia de las emisiones de MP para lograr disminuirlas.

La OMS recomienda reconsiderar el uso de MP₁₀ como indicador más frecuentemente usado para determinar la exposición al MP. Indica que los sistemas más habituales de vigilancia de calidad de aire toman como referencia la medición de MP₁₀ en lugar de monitorear las partículas finas (de menos de 2.5 µm de diámetro. Al respecto, la OMS recomienda que “se necesitan guías tanto de la exposición breve (24 horas) como de la prolongada (media anual) para tanto para MP₁₀ como para MP_{2.5}” y recalca la importancia de regular las emisiones de MP_{2.5} en vista de la abundante evidencia sobre las asociaciones estrechas entre la exposición prolongada al MP_{2.5} con los índices de morbilidad y mortalidad (OMS, op cit. 2016:10, Dockery, 1993).¹²

Con respecto a las rutas de exposición, la inhalación es la única ruta que guarda relación con los efectos en la salud humana (OMS, 2000). Si bien el nivel de exposición aumenta en exteriores, se ha determinado que el MP_{2.5} puede ingresar en diverso grado dentro de los domicilios y otros ambientes cerrados (Ibid.:6). Autoridades ambientales tales como la Agencia de Protección del Ambiente de los EE. UU., (EPA) reconocen que una vez inhalado, el material particulado afecta el corazón y los pulmones, causando serios efectos

¹⁰ OMS, 2016. Calidad del aire ambiente (exterior) y salud.
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/es/>

¹¹ IARC. Outdoor air pollution a leading environmental cause of cancer deaths. Press Release No. 221.

¹² Dockery, D. W. et al. (1993) Mortality risks of air pollution: A prospective cohort study, *New Engl. J. Med.* 329: 1753-1759.

Pope, C.A. III (2000) What do epidemiologic findings tell us about health effects of environmental aerosols? *J. Aerosols in Medicine* 13:335-354.

Schwartz, J. et al. Is daily mortality associated specifically with fine particles? *J. Air Waste Manag. Assoc.* 46:927 – 939.

Thurston, G.D. et al., (1994). Respiratory hospital admissions and summertime haze air pollution in Toronto, Ontario: Consideration of the role of acid aerosols, *Environ. Res.* 65:271-290.

en la salud.¹³ Esto se debe a que el material particulado contiene partículas sólidas microscópicas tan pequeñas que pueden inhalarse y causar serios problemas a la salud, especialmente las partículas cuyo tamaño es menor a 10 micrómetros de diámetro porque pueden ingresar muy profundamente en los pulmones, e incluso en el caso de partículas cuyo diámetro es igual o menor a 2.5 micrómetros pueden ingresar directamente en el torrente sanguíneo.¹⁴

Respecto a los riesgos a la salud por la exposición al material particulado fino como es el caso del PM_{2.5}, se ha demostrado que éste es uno de los principales factores asociados a la mortalidad prematura en el mundo.^{15, 16, 17, 18} Entre los efectos adversos para la salud del material particulado MP_{2.5} que comprende aquellas partículas de menor tamaño tales como el MP₁, estas afectan múltiples órganos o tejidos, la influencia de la exposición a PM_{2.5} y la muerte por enfermedades cardiovasculares, que ascienden a un 60% a 80% de las muertes asociadas al MP_{2.5} (ver Boundrel et al., 2017¹⁹, Brook et al., 2010²⁰, Newby et al., 2015²¹). Tarín-Carrasco (2021) sostiene que, si no se toman medidas correctivas, la enfermedad isquémica pulmonar relacionada con la exposición al MP_{2.5} (llegando a un 48%) seguiría siendo una mayor causa de muertes prematuras en las siguientes décadas (2031-2050).²²

Muchos otros estudios han analizado las tasas de mortalidad y su relación con la exposición al material particulado.^{23, 24} Uno de ellos, Liu et al. (2021), analizó la relación entre la contaminación por material particulado y las tasas de mortalidad diaria en 652 ciudades.²⁵ Liu concluyó que en promedio el aumento del 10 µm por metro cúbico de MP₁₀ al cabo de dos días está asociado con un incremento diario del 0.44% de la

¹³ USEPA, USAID, CCAD (2012) Overview of particle air pollution (PM 2.5 and PM10). Taller de Calidad de Aire y Comunicación, San Salvador, El Salvador. Abril 16-17, 2012. Disponible en: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-05/documents/huff-particle.pdf>

¹⁴ USEPA. Particulate matter pollution. Disponible en: <https://www.epa.gov/pm-pollution/particulate-matter-pm-basics>

¹⁵ Yu et al. (2022). Adverse outcome pathway of fine particulate matter leading to increased cardiovascular morbidity and mortality: An integrated perspective from toxicology and epidemiology. *J Hazard Mater.* 430:128368

¹⁶ Rückerl R, Schneider A, Breitner S, Cyrus J, Peters A. (2011). Health effects of particulate air pollution: a review of epidemiological evidence. *Inhal Toxicol.* 23:555–92.

¹⁷ Brunekreef B, Holgate ST. (2002). Air pollution and health. *Lancet* 360:1233–42.

¹⁸ Héroux ME, Anderson HR, Atkinson R, et al. (2015). Quantifying the health impacts of ambient air pollutants: recommendations of a WHO/Europe project. *Int J Public Health* 60:619–27.

¹⁹ Boundrel et al., (2003). Cardiovascular effects of air pollution. *Arch. Cardiovasc Dis.*, 110: 634-642.

²⁰ Brook et al., (2010). Particulate matter air pollution and cardiovascular disease: an update to the scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, 121 pp. 2331-2378.

²¹ Newby et al., (2015). Expert position paper on air pollution and cardiovascular disease. *Eur Heart J.* 36, pp. 83-93b.

²² Tarin-Carrasco, P. (). Contribution of fine particulate matter to present and future premature mortality over Europe: A non-linear response. *Environ. Int.* 153(106517).

²³ Dai L, Zanobetti A, Koutrakis P, Schwartz JD. (2014). Associations of fine particulate matter species with mortality in the United States: a multicity time-series analysis. *Environ Health Perspect.* 122:837–42.

²⁴ Katsouyanni K, Samet JM, Anderson HR, et al. (2009). Air pollution and health: a European and North American approach (APHENA). *Res Rep Health Eff Inst.* 142:5–90

²⁵ Liu, C. et al., (2021). Ambient particulate pollution and daily mortality in 652 cities *N Engl J Med.* Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7891185/#R9>

mortalidad por todas las causas (con un intervalo de confianza²⁶ [IC] del 95%, de 0.39 a 0.50), un 0.36% de incremento diario en la mortalidad diaria por problemas cardiovasculares (IC 95%, 0,30 a 0.43); y 0.47% de incremento diario de la mortalidad por problemas respiratorios (IC 0.35 a 0.58). De manera similar, con relación a la mortalidad diaria por el mismo incremento en las concentraciones de MP 2.5, las tasas incremento de la mortalidad diaria y las causas de mortalidad (mortalidad general, por problemas cardio vasculares, y respiratorios) fueron de 0.68% (IC del 95%, 0,59 a 0,77)), 0.55% IC del 95%, 0,45 a 0,66); y 0.74% (IC del 95%, 0,53 a 0,95) respectivamente. Este análisis de la relación entre la contaminación por material particulado y las tasas de mortalidad diaria en más de 600 ciudades del mundo constituye una evidencia que refuerza la relación existente entre la mortalidad y la concentración de material particulado a nivel global.

En cuanto a los mecanismos responsables de la morbilidad y mortalidad del MP_{2.5} por problemas cardiovasculares de PM_{2.5}, se han formulado diversa formas entre las que se encuentran un aumento del estrés oxidativo, genotoxicidad, inflamación, desregulación del calcio, efectos en la autofagia e inducción de la apoptosis que afectan no sólo el sistema cardiovascular sino también otros órganos y procesos fisiológicos tales como aumento de la presión arterial, desórdenes metabólicos, aumento de riesgo de arterioesclerosis, trombosis, estructura y función cardiaca, los cuales finalmente conllevan un aumento de la morbilidad y mortalidad.²⁷ Entre las afecciones asociadas con la contaminación por partículas se encuentran enfermedades respiratorias, cáncer, arritmias y otros severos problemas cardiacos y respiratorios que conducen a la muerte (Davidson, et al., 2005).²⁸ Se ha demostrado también que el aumento del nivel de MP_{2.5} en el aire está asociado el ausentismo escuelas y laboral y que aquellas personas con afecciones cardiovasculares, asma, diabetes, así como quienes adolecen de deficiencias nutricionales, así como los niños y ancianos son más susceptibles a los efectos negativos en la salud causados por la exposición al material particulado (Ibid.).

La OMS afirman también que las poblaciones expuestas a niveles diarios de 50 µg/m³ de MP_{2.5} pueden experimentar un incremento del 2.5% de la tasa de mortalidad diaria en el corto plazo comparados con las poblaciones expuestas a niveles de MP_{2.5} de 25 µg/m³:

“Se estima que aproximadamente 3% de enfermedades cardiopulmonares y 5% de cáncer de pulmón se pueden atribuir al material particulado... en algunas regiones estos valores pueden ser más altos. Este estudio estima que en el 2010 la contaminación del aire, como PM_{2.5} es responsable de la muerte de 3.1 millones de personas”, OMS (2013).²⁹

²⁶ Un intervalo de confianza permite aproximar, una vez calculado el valor de la variable de una muestra, entre qué rango de valores se encuentra el valor real inaccesible de la variable en la población, con un grado de incertidumbre que podemos determinar. (Molina, M. 2013, Significado de los intervalos de confianza. Rev. Pediatr Aten Primaria 15(57):91-94.

²⁷ Feng, S. (2023). The pathophysiological and molecular mechanisms of atmospheric MP_{2.5} affecting cardiovascular health: A review. *Ecotoxicol and Env Safety* 249:114444.

²⁸ Davidson, C., et al., (2005). Airborne particulate matter and human health: A review. *Aerosol Science and Technology*, 39:737-749

²⁹ OMS (2013). *Health Effects of Particulate Matter, Policy implications for countries in Eastern Europe, Caucasus and central Asia*. Disponible en: http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0006/189051/Health-effects-of-particulate-matter-final-Eng.pdf

La OMS (2013) proporciona mucha evidencia y ejemplos de casos en los que la reducción del nivel de material particulado ha mejorado la salud de poblaciones expuestas este contaminante. Señala también que la evidencia es consistente en demostrar que la reducción sostenida y a largo plazo los niveles de contaminación del aire resultan en mejoras de la salud de la población, y hace un llamado a las autoridades, instituciones públicas, industrias, y poblaciones locales a unir esfuerzos para reducir la contaminación por material particulado.

De otro lado, la Agencia de Protección del Ambiente de los EE. UU. (EPA)³⁰ también reconoce que la exposición al material particulado puede afectar tanto los pulmones como el corazón con base a estudios científicos que relacionan la exposición de partículas y varios problemas, tales como:

- Muerte prematura en personas con enfermedades cardíacas y pulmonares
- Ataques cardíacos
- Ritmo cardíaco irregular
- Agravamiento del asma
- Disminución de la función pulmonar
- Aumento de síntomas respiratorios, tales como irritación de las vías respiratorias, tos y dificultad para respirar

Los niños y adultos mayores son quienes tienen mayor probabilidad de ser afectados por la exposición al material particulado. Un adulto con buen estado de salud respira más de 3.000 galones de aire cada día y los niños respiran más por libra de peso corporal que un adulto (Leonard, s/f).³¹ Es posible también la exposición a elementos potencialmente tóxicos tales como el selenio, a través de la ingestión de peces afectados por la contaminación minera y al arsénico que puede encontrarse en las partículas de carbón que pueden variar dependiendo del lugar de procedencia (Palmer, 2010; USGS, 2006)³².

Contaminación por MP en el Perú

La contaminación del aire es un grave problema de las ciudades del mundo, especialmente en América Latina, sobre todo en las ciudades Perú, Colombia, Bolivia y Brasil donde sus habitantes respiran aire contaminado que excede entre tres y cuatro veces las directrices de la OMS.

En el Perú la contaminación del aire ha venido en aumento considerablemente sin que se tomen medidas efectivas para controlarla. La mala calidad del aire especialmente ciudades como de Lima (donde vive uno de cada tres de los más de treinta millones de

³⁰ EPA (s/f). Health and environmental effects of particulate matter. <https://www.epa.gov/pm-pollution/health-and-environmental-effects-particulate-matter-pm>

³¹ Leonard, V. (s/f) La calidad del aire y el asma. Red de expertos en salud ambiental de niños. Universidad de California, San Francisco. EEUU. Disponible en: https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-10/documents/airquality_spanish.pdf

³² Palmer, M.A. et al, (2010). Mountaintop mining consequences. *Science*, 327(5962):148-149
USGS (2006). *Ground-water quality in unmined areas and near reclaimed surface coal mines in the Northern and Central Appalachian coal regions, Pennsylvania and West Virginia*. Reporte de Investigación Científica 2006-5059.

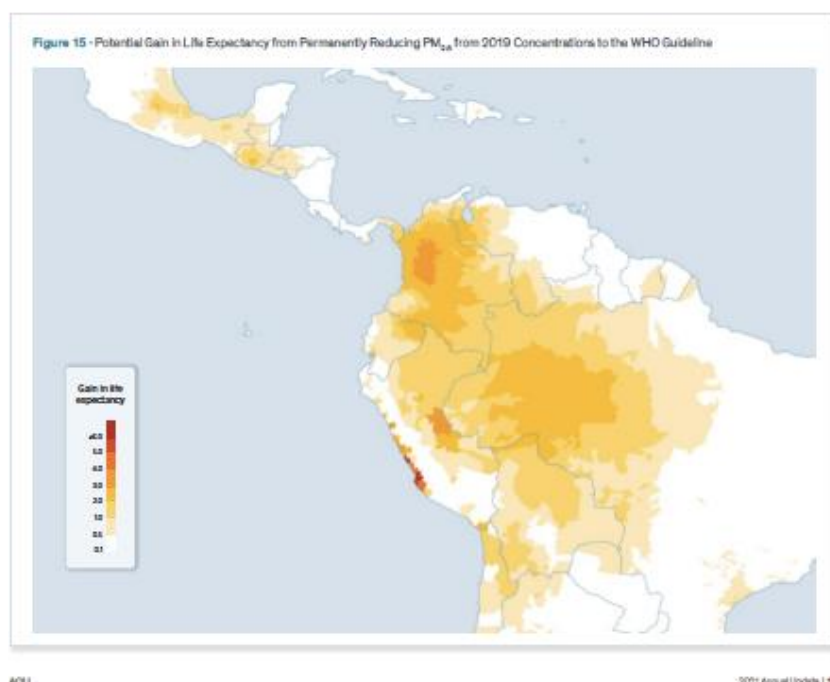
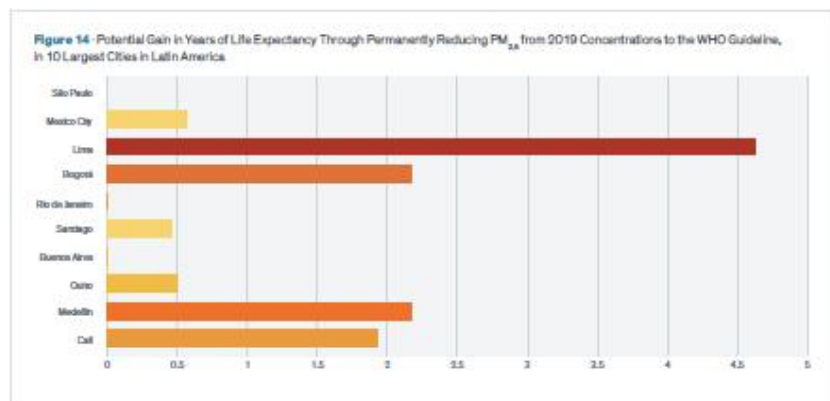
peruanos) le resta 4.7 años de vida a sus habitantes (Contreras, D. 2023, PUCP).³³ Lima es la capital sudamericana con la segunda peor calidad de aire, muy cerca a Santiago de Chile. San Juan de Lurigancho (población estimada en 1.2 millones de habitantes al 2023) encabeza la lista como el distrito más contaminado de la región. Esta contaminación se debe al aumento del transporte vehicular en centros urbanos, la falta de control de las emisiones de fuentes industriales y las fuentes naturales partículas transportadas por el aire de la costa peruana donde llueve muy poco y la existencia de condiciones climáticas como la inversión térmica.

La combinación de estos factores resulta en una grave contaminación del aire en el Perú, especialmente como aparece en el reporte Air Quality Life Index del 2021 de la Universidad de Chicago, como aparece en la siguiente imagen.³⁴

Imagen 1. Potencial de ganancia de la esperanza de vida si se lograra reducir permanentemente la contaminación por MP10 cumpliendo las directrices de la OMS. Nótese la barra en rojo que muestra la ciudad de Lima, Perú.

³³ INTE PUCP. 11 de Agosto del 2023. Ahogándose en contaminación: ¿Por qué es tan mala la calidad del aire en Lima y cómo puede mejorar? <https://inte.pucp.edu.pe/en/noticias-y-eventos/noticias/ahogandose-en-contaminacion-por-que-es-tan-mala-la-calidad-del-aire-en-lima-y-como-puede-mejorar/>

³⁴ Lee, K. & Greenstone, M. (2021). Air Quality Life Index. University of Chicago.



Como sostiene la web *Clima de Cambios* de la Pontificia Universidad Católica del Perú, “el gran emisor contaminantes en Lima y en el país en general, es el transporte. La industria también lo es, pero no somos un país industrializado y actualmente la mayoría ha migrado a la utilización de gas natural.”³⁵

Como se aprecia en la Tabla 1, los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para aire que intentan progresivamente alcanzar aquellos recomendados por la OMS pero que aún son muy permisivos. Desafortunadamente poco o casi nada se está haciendo para controlar la contaminación del aire en el Perú y cumplir aun con los estándares de calidad ambiental vigentes.

Valores Guía para Material Particulado: OMS, Unión Europea y Estándar de Perú

³⁵ <https://www.pucp.edu.pe/climadecambios/entrevistas/el-gran-emisor-contaminante-en-lima-y-en-el-pais-en-general-es-el-transporte/>

	MP _{2.5} microgramos por metro cúbico (µg/m ³)		MP ₁₀ microgramos por metro cúbico (µg/m ³)	
	Media Anual	24 horas	Media Anual	24 Horas
OMS	10	25	20	50
Unión Europea (*)	20		50 (no exceder más de 35 veces en un año calendario)	40
Perú (**)	25	50	50	100

(*) EU Política de calidad del aire y valores guía de la OMS para la salud

(**) Decreto Supremo 003-2017-MINAM

Conforme a los análisis del Senamhi (2015)³⁶ los niveles de material particulado de diversos distritos de Lima Metropolitana entre los que destacan Villa María del Triunfo, Puente Piedra, Carabaylo, Santa Anita, y San Juan de Lurigancho exceden notoriamente los ECAs de aire. Esto no es una novedad. Los efectos de la contaminación del aire en la salud de las personas en el Perú han sido abordados también por el MINAM en su informe del 2014 “Estudio de Morbilidad por Efectos de la Contaminación del Aire en la Salud de las Personas” donde se describen los efectos en la salud por la contaminación del aire, y se presentan estimaciones de la morbilidad y mortalidad atribuible a la exposición al material particulado en el Perú. Más recientemente, el estudio de Vilma Tapia et al. (2020)³⁷, concluyen que la exposición al MP_{2.5} “está asociado con una mortalidad diaria por causas cardiorrespiratorias en Lima, especialmente en personas de edad avanzada”.³⁸ Tapia afirma también que los límites de exposición a los contaminantes atmosféricos son muy elevados. En el caso de mortalidad por problemas enfermedades circulatorias, Tapia encontró un aumento de 3.7% de muertes por 10 µg/m³ de MP 2.5 para personas de todas las edades y un incremento del 3.8% en personas mayores de 65 años,

Enlaces Recomendados

Liu, C. et al. (2021). Ambient particulate air pollution and daily mortality in 652 cities. *New England Journal of Medicine* 381(18):705 - 715
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7891185/#R4>

OMS (2021). Directrices mundiales de la OMS sobre la calidad del aire.
<https://www.who.int/es/news-room/questions-and-answers/item/who-global-air-quality-guidelines>

EPA Particulate Matter (PM) Pollution. Se puede encontrar información básica, revisión de los estándares para MP, cumplimiento de los estándares
<https://www.epa.gov/pm-pollution>

³⁶ SENAMHI (2015). Evaluación de la calidad del aire en Lima Metropolitana.

³⁷ Tapia, V. (2020). PM_{2.5} exposure on daily cardio-respiratory mortality in Lima, Peru, from 2010 to 2016. *Environmental Health* 19:63

³⁸ Tapia toma define personas de edad avanzada a la población mayor de 65 años.

Tapia, V. et al. PM2.5 exposure on daily cardio-respiratory mortality in Lima, Peru, from 2010 to 2016. *Environmental Health* 19:63

<https://ehjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12940-020-00618-6>

MINAM (2014). Estudio de Morbilidad por Efectos de la Contaminación del Aire en la Salud de las Personas.

<https://repositoriodigital.minam.gob.pe/handle/123456789/76>

Instituto Nacional de Ciencias de la Salud Ambiental/ National Institute of Environmental Health Sciences. La contaminación del aire y su salud

<https://www.niehs.nih.gov/health/topics/enfermedades/contaminacion/index.cfm>