



CALIDAD DEL AIRE Y CIUDAD SALUDABLE
Planes de mejora de la calidad del aire urbano en Lima y Madrid
AIR QUALITY AND HEALTHY CITIES
Urban air quality improvement plans in Lima and Madrid

Federico Napoli
Universidad Politécnica de Madrid

federico.napoli@alumnos.upm.es

RESUMEN

Lima y Madrid presentan dos realidades urbano-territoriales diferentes, sin embargo, ambas capitales en los últimos años se han dotado de planes de desarrollo urbano con enfoque de mejoramiento de la calidad del aire. La investigación analiza los planes de ambas ciudades (Plan A para Madrid; Plan Met 2040 y el Plan de Acción para Lima) con la intención de verificar si ambos cumplen con los requisitos establecidos en 2021 por las Directrices mundiales de la OMS sobre la calidad del aire.

La diferencia entre las dos ciudades genera también enfoques diversos en materia de contaminación del aire: mientras Madrid concentra sus medidas para mejorar la vialidad sostenible y reducir la cantidad de vehículos privados en algunas zonas de la ciudad, Lima se centra en la regulación de las emisiones de los vehículos y la mejora de la calidad del combustible.

Palabras clave: ciudad saludable, calidad del aire, contaminación atmosférica, planificación urbana.

Bloque temático: Ciudad y Medio Ambiente. **Tema:** 3. Ciudad saludable y alimentación.

ABSTRACT

Lima and Madrid present two different urban-territorial realities, however, both capitals have in recent years adopted urban development plans with a focus on improving air quality. The research analyses the plans of both cities (Plan A for Madrid; Plan Met 2040 and the Action Plan for Lima) with the intention of verifying whether both meet the requirements established in 2021 by the WHO Global Guidelines on Air Quality.

The difference between the two cities also generates different approaches to air pollution: while Madrid concentrates its measures on improving sustainable roads and reducing the number of private vehicles in some areas of the city, Lima focuses on regulating vehicle emissions and improving fuel quality.

Keywords: healthy city, air quality, atmospheric pollution, urban planning.

Thematic clusters: City and Environment. **Topic:** 3. Healthy city and food.

1. Introducción

En los últimos años, el tema de la calidad del aire urbano ha atraído el interés de arquitectos y urbanistas de todo el mundo, también gracias a la introducción y difusión de normativas y directivas a nivel internacional y local (World Health Organization, 2021; Directive 2008/50/EC (2015) European Parliament and of the Council of 21 May 2008 on Ambient Air Quality and Cleaner Air for Europe. Consolidated Text, 2015, 2015).

Según la OMS, actualmente en las ciudades reside el 55% de la población del mundo, que subirá al 68% en el 2050 provocando graves problemáticas en la planificación debido a su incremento repentino (World Health Organization, s. f.-a). Asimismo, ha de recordar que las ciudades utilizan dos tercios de la energía generada en todo el planeta y emiten más del 60% de los gases efecto invernadero a escala global, siendo ello una amenaza al calentamiento global y al cambio climático (World Health Organization, s. f.-b). La exposición prolongada a altos niveles de contaminantes del aire puede causar problemas respiratorios, cardiovasculares y del sistema nervioso (World Health Organization, 2022). Por esta razón, es fundamental que los gobiernos de las ciudades tomen medidas para reducir las emisiones contaminantes y mejorar la calidad del aire.

Aunque el fenómeno es de carácter mundial, las ciudades latinoamericanas se encuentran entre las más controvertidas en cuanto a planificación y políticas urbanas, especialmente en el tema de la gestión de la calidad del aire. La mayor parte del desarrollo urbano en América Latina es informal, especialmente en Perú, al margen de los sistemas de planificación y las prácticas urbanas estándar. La urbanización descontrolada del último siglo en Perú ha dejado una serie de huellas en cuanto a la informalidad de los asentamientos, que en países como Perú ha representado el proceso prevalente de expansión urbana (Inostroza, 2017). Además, en las zonas periurbanas, el problema de la informalidad ha incrementado la peligrosidad por riesgos ambientales de estos asentamientos, considerado que se han ubicado en zonas vulnerables, como cuencas de ríos, laderas arenosas, etc. Esto se debe a varios factores, como los altos niveles de corrupción y desigualdad, especialmente durante la pandemia, en la evolución de la estratificación social (Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2022).

1.1 Calidad del aire urbano

Las ciudades tienen un rol importante en mérito a la contaminación atmosférica y a las emisiones de gases efecto invernadero (GEI), por ende, para contrarrestar el cambio climático global siendo, además, potencialmente vulnerables a ello (UN-Habitat, 2020). El continuo y descontrolado crecimiento demográfico ha generado una problemática a nivel urbano y territorial en términos de planificación, causando también un incremento de la contaminación atmosférica. En específico, la ciudad de Lima (Perú) presenta graves problemas de contaminación del aire, ubicándose en muchas ocasiones entre las 30 ciudades más contaminadas de todo el mundo y entre las primeras 5 en Latinoamérica (IQAir, 2021). La complicación aumenta si la normativa local que regula las emisiones de contaminantes atmosféricos y climáticos, la Norma 003-2017-MINAM presentada por el Ministerio del Ambiente, no está actualizada con los datos que la Organización Mundial de Salud otorgó en el 2021 en su informe denominado "Directrices mundiales de la OMS sobre la calidad del aire". De hecho, los valores mínimos del Ministerio del Ambiente son netamente superiores, especialmente en mérito a los materiales particulados de 10 y 2,5 micras, superando los límites de 4 veces los que la OMS ha establecido (Decreto Supremo N. 003-2017-MINAM., 2017).

La necesidad, entonces, de dar una solución a la amenaza de la mala calidad del aire y cumplir con las metas establecidas a nivel global y local ha generado entre las instituciones gubernamentales una serie de planes de mejora de la calidad del aire. La investigación analiza las dos ciudades principales de Perú y de España, es decir, Lima y Madrid, en mérito a una comparación entre los dos planes de mejora de calidad del aire urbano, con el objetivo de identificar estrategias empleadas en la capital española adaptables al caso peruano.

2. Valores límites de los agentes contaminantes

La Organización Mundial de la Salud en 2021 publica las nuevas Directrices de la calidad del aire, identificando los valores límites alcanzables para evitar problemas y consecuencias en la salud humana de los agentes contaminantes. Sin embargo, muchos países en el mundo aún no actualizan sus normativas locales, resultando entonces obsoletas en comparación con las directrices globales de la OMS.

2.1 Comparación entre OMS, España y Perú

Los países analizados, España y Perú, poseen unas normas locales vigentes en materia de calidad del aire urbano no actualizadas, que no se adaptan a las directrices globales (Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, Relativo a La Mejora de La Calidad Del Aire, 2011), (Decreto Supremo N. 003-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias, 2017). Este tipo de incongruencia se denota con más claridad examinando y leyendo los valores límites establecidos: la tabla 1 muestra evidentemente este tipo de problemática donde es posible observar que los valores del PM2.5, por ejemplo, en ambos países se ubica bien lejos de los límites de la OMS. Considerando, entonces, que el material particulado respirable y fino son unos de los agentes más contaminante en las urbes (World Health Organization, 2021a), resulta fundamental el cambio normativo a escala local.

Contaminante	Unidad	Promedio	OMS (2021)	España (2011)	Perú (2017)
PM 2.5	µg/m3	Anual	5	25	25
		24H	15	50	50
PM 10	µg/m3	Anual	15	40	50
		24H	45	50	100
O ₃	µg/m3	Crítico	60	-	100
		8H	100	120	100
NO ₂	µg/m3	Anual	10	40	200
		24H	25	-	250
SO ₂	µg/m3	24H	40	125	30
CO	mg/m3	24H	4	10	10

Tabla 01. Comparación entre las directrices de la OMS y las normas locales de España y Perú. Elaboración propia a partir de las Directrices Globales de calidad del aire de la OMS, el Real Decreto 102/2011 de 28 de enero relativo a la mejora de calidad del aire (España) y el Decreto Supremo 003-2017 del Ministerio del Ambiente (Perú).

La elaboración de la tabla comparativa ha resultado importante al momento de comprender cuáles son las pautas y las buenas prácticas urbanas de los planes de mejora de calidad del aire de las capitales de los países analizados.

Los valores límites de contaminación del aire varían entre los dos países debido a las diferencias en las políticas ambientales y la capacidad de cumplimiento de cada uno. En comparación con España y las directrices globales de la OMS (2021), los valores límites de contaminación del aire en Perú son generalmente menos estrictos y eso puede generar un impacto significativo en la salud pública.

2.2 Factores externos e intrínsecos de la calidad del aire

Los factores que influyen en la calidad del aire de una ciudad son de diferente origen: los factores externos incluyen las condiciones geográficas, climáticas propias del lugar, como por ejemplo la altitud de los barrios, los vientos predominantes (en verano e invierno) y las islas de calor; los factores intrínsecos, por el contrario, son aspectos que derivan de la actividad humana, como el tráfico, la densidad del tejido urbano y la ausencia de áreas verdes que mitigan y absorben los agentes contaminantes.

Lima y Madrid presentan condiciones muy diversas, por ejemplo, altitud, factor de continentalidad, presencia de la costa, complejidad geográfica, latitud, vientos predominantes; estos aspectos han sido resumidos en las figuras 1 y 2.

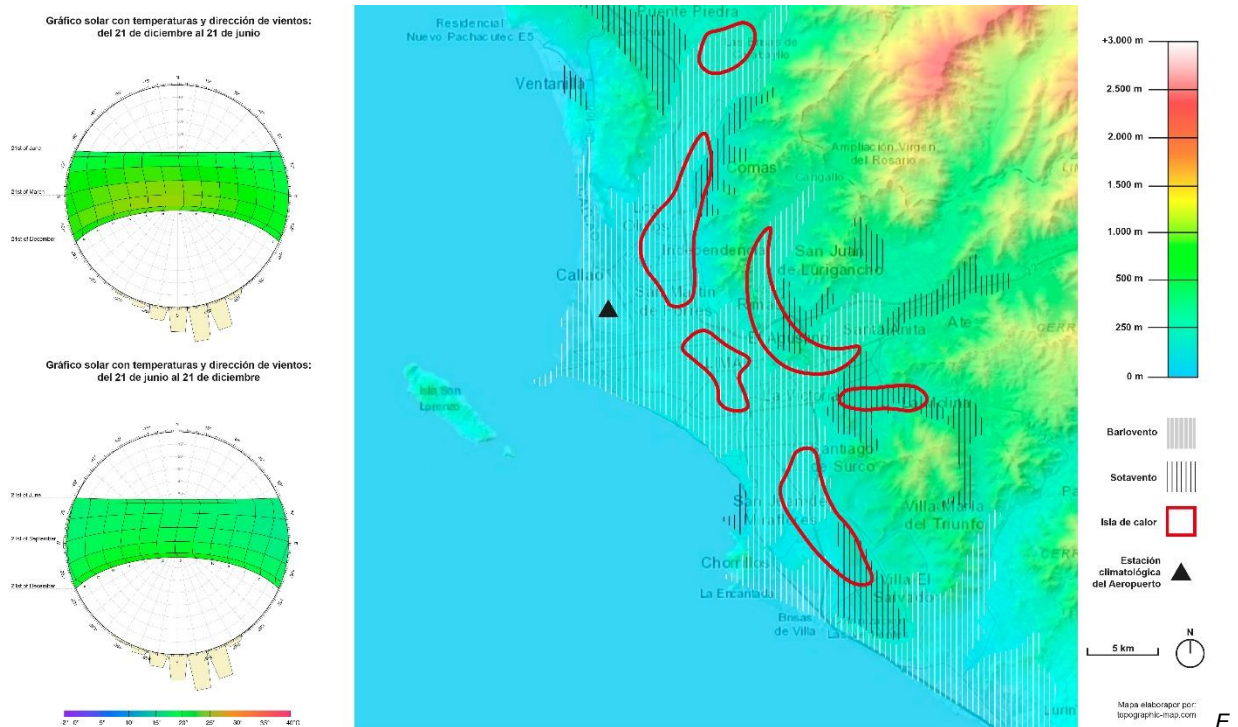


Figura 01. Mapa hipsométrico y aspecto solar con temperaturas y vientos predominantes de la ciudad de Lima. Elaboración propia a partir de datos climatológicos del Aeropuerto Jorge Chávez (2023).

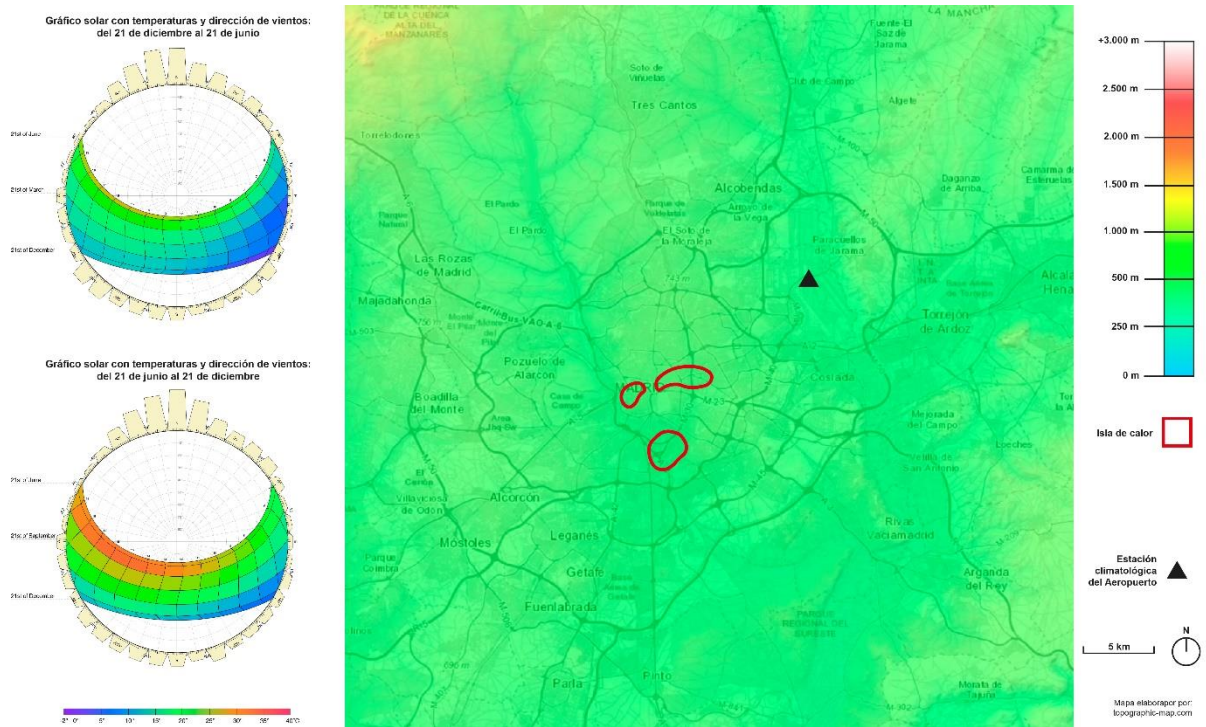


Figura 02. Mapa hipsométrico y aspecto solar con temperaturas y vientos predominantes de la ciudad de Madrid. Elaboración propia a partir de datos climatológicos del Aeropuerto Bajaras Adolfo Suárez (2023).

En el caso de Lima, por su complejidad topográfica (de 0 a 2500 msnm), se han identificados las zonas sotavento y barlovento, relacionándolas con las islas de calor urbana descritas en un informe de la Municipalidad del 2021 (Municipalidad Metropolitana de Lima, 2021). En mérito a Madrid, la homogeneidad topográfica (de 500 a 800 msnm) y sin presencias de cerros dentro del tejido urbano, se han marcado las islas de calor (Román et al., 2017), que coinciden con las zonas más céntricas y densas de la ciudad.

3. Planes de mejora

3.1 El caso de Lima, Perú

En 2021, la ciudad de Lima subdivida por sectores urbanos en Lima Centro, Lima Este, Lima Norte y Lima Sur, ha superado en muchas ocasiones los valores límites de contaminación del aire de la OMS (2021) y también el umbral nacional (Municipalidad Metropolitana de Lima, 2022) (Tabla 02). El gráfico puede mostrar efectivamente que en mérito al material particulado, el ozono y el dióxido de nitrógeno, la capital peruana necesita urgentes medidas para su mejora y resiliencia.

Contaminante	Unidad	Promedio	OMS 2021	Lima 2021				
				Umbral nacional	Lima Centro	Lima Este	Lima Norte	Lima Sur
PM2.5	µg/m3	Anual	5	25	36.2	32.83	22.64	38.63
		24H (valor más alto)	15	50	149	202	105	150
PM10	µg/m3	Anual	15	50	69.65	53.27	39.81	65.1
		24H (valor más alto)	45	100	230	255	149	240
O3	µg/m3	Máximo	60	100	198.2	no data	no data	500
		8H	100	100	50	99.59	78	70
NO2	µg/m3	Anual	10	200	no data	no data	no data	no data
		24H	25	250	64.02	62.96	54.49	47.73
SO2	µg/m3	24H	40	30	18	21	23	26.48
CO	mg/m3	24H	4	10	1.2	2.369	1.15	1.3

Inferior a umbral nacional y OMS	Inferior solo a umbral nacional	Superior a umbral nacional y OMS

Tabla 02. Valores límites de los contaminantes en la ciudad de Lima, según la división en sectores urbanos. Elaboración propia a partir del "Boletín Anual de Vigilancia y Monitoreo de Calidad del Aire 2021" (2023).

El Plan de Desarrollo Metropolitano de Lima al 2040, denominado PLANMET, se estructura en cinco ejes estratégicos (Plan Met 2040, 2022: 115):

- a) Metrópoli Saludable
- b) Metrópoli Justa
- c) Metrópoli Interconectada
- d) Metrópoli Productiva
- e) Metrópoli Participativa

De los cinco ejes el que seguramente debería involucrar acciones para la mejora de la calidad del aire es el primero: metrópoli saludable. Sin embargo, analizando los objetivos estratégicos de cada eje, es posible constatar que no existen medidas específicas en mérito. Más específicamente, el proyecto estratégico 5 prevé la creación de un sistema de vigilancia ambiental de la Calidad del aire Metropolitana, sin embargo, la Municipalidad ya poseía un sistema de monitoreo liderado por el Ministerio del Ambiente, mediante el programa “SINIA” (Sistema Nacional de Información Ambiental) que anualmente publicaba unos informes sobre la calidad del aire en Lima Metropolitana, entre otros tipos de documentos en mérito a la información ambiental (SINIA. Sistema Nacional de Información Ambiental, n.d.). En realidad, el Plan Met presenta 114 proyectos estratégicos para alcanzar los objetivos establecido; de la totalidad de las acciones metropolitanas, apenas un 19% podría contribuir a la mejora de la calidad del aire urbano, que corresponde a 17 proyectos (Tabla 2), muchos de los cuales involucra la creación de una red ferrocarril metropolitano para el transporte masivo, como la Línea 2 y la Línea 3 (Plan Met 2040: 370); o también la regeneración urbana de algunas zonas particularmente contaminadas y vulnerables ante desastres.

Eje Estratégico (Plan Met 2040)	N. Proyectos	N. Proyectos de mejora C.A.
Metrópoli Saludable	16	6
Metrópoli Justa	37	3
Metrópoli Interconectada	47	8
Metrópoli Productiva	8	0
Metrópoli Participativa	6	0
<i>Tot.</i>	114	17

Tabla 03. Cuadro resumen de los proyectos establecidos por el Plan Met 2040 de Lima Metropolitana y las acciones que contribuyen de manera directa o indirecta a la mejora de la calidad del aire urbano. Elaboración propia a partir de Plan de Desarrollo Metropolitano de Lima al 2040 (2022).

Analizando otro documento realizado por el Ministerio del Ambiente de Perú, el denominado “Plan de Acción para el mejoramiento de la calidad del aire en Lima y Callao (2021-2025)”, es notable la completa falta de consideración de acciones de planificación o diseño urbano para su alcance (Resolución Ministerial N. 142-2021-MINAM. 2021), excepto por la creación de Zonas de Baja Emisiones (ZBE) (Plan de Acción para el mejoramiento de la calidad del aire en Lima y Callao, 2021), cuya implementación se ve reflejada en la propuesta de una ZBE en el Damero de Pizarro (centro histórico de Lima), como aparece en un reporte realizado por la Municipalidad Metropolitana y el Grupo de Liderazgo Climático *C40 Cities* (Municipalidad Metropolitana de Lima & C40 Cities, 2022).

No obstante los importantes esfuerzos realizados por los gobiernos locales, ni el Plan de Desarrollo Metropolitano, ni el Plan de Acción para el mejoramiento de la calidad del aire de Lima y Callao presentan reales acciones concretas para reducir los niveles de contaminación atmosférica, considerando los graves problemas que ha causado en el pasado: más de 1400 muertes atribuibles a la polución, según un informe realizado por el Ministerio del Ambiente en la década anterior (Perú. Ministerio del Ambiente, 2015).

3.2 El caso de Madrid, España

La ciudad de Madrid en el año 2021, según el Portal de Calidad de aire del Ayuntamiento de Madrid (Ayuntamiento de Madrid, s. f.), sobrepasa los valores límites de la OMS (2021) del material particulado y del ozono en casi todos los sectores urbanos. Además, los valores del dióxido de nitrógeno también son bastante preocupantes y, adicionalmente, no se registra el monóxido de carbono en ninguna de sus estaciones.

Contaminante	Unidad	Promedio	OMS 2021	Madrid 2021					
				Umbral nacional	Zona Interior	Zona Sureste	Zona Noreste	Zona Noroeste	Zona Suroeste
PM2.5	µg/m3	Anual	5	25	10	no data	9	10	10
		24H (valor más alto)	15	50	96	no data	100	95	88
PM10	µg/m3	Anual	15	40	18.2	20.5	18.3	19	18
		24H (valor más alto)	45	50	243	367	308	207	262
O3	µg/m3	Máximo	60	-	245	54	174	169	176
		8H	100	120	51.25	44	53.25	52.5	50
NO2	µg/m3	Anual	10	40	30.3	29.33	27.5	16.5	35
		24H	25	-	245	232	194	159	202
SO2	µg/m3	24H	40	125	27	54	13	no data	no data
CO	mg/m3	24H	4	10	no data	no data	no data	no data	no data

Inferior a umbral nacional y OMS	Inferior solo a umbral nacional	Superior a umbral nacional y/o OMS

Tabla 04. Valores límites de los contaminantes en la ciudad de Madrid, según la división en sectores urbanos. Elaboración propia a partir del Portal de Calidad del aire de Madrid (2023).

El Plan de Calidad del Aire de la Ciudad de Madrid y Cambio Climático (denominado “Plan A”) es un conjunto de medidas implementadas por el Ayuntamiento de Madrid con el objetivo de mejorar la calidad del aire y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en la ciudad. Establece una serie de objetivos a largo plazo, entre ellos reducir en un 50% las emisiones de gases de efecto invernadero para el año 2030 y alcanzar la neutralidad climática en 2050 (BOAM No 7999 (26/09/2017) Junta de Gobierno de La Ciudad de Madrid. “Plan de Calidad Del de La Ciudad de Madrid y Cambio Climático (Plan A),” 2017).

El Plan A se estructura en diferentes objetivos específicos (Plan A, 2017: 74) (Tabla 3):

- a. Movilidad sostenible
- b. Regeneración urbana
- c. Adaptación al cambio climático
- d. Sensibilización ciudadana
- e. Colaboración con otras administraciones

Entre las medidas que resaltan en el Plan A están el establecimiento de zonas de bajas emisiones (ZBE), el fomento del uso de la bicicleta y otros medios de transporte sostenibles, el incentivo de la movilidad eléctrica a través de la ampliación de la red de estaciones de recarga y la promoción de la compra de vehículos eléctricos y la promoción del transporte público. Además de las medidas en ámbito urbano, resaltan algunas acciones ya de carácter más específicos de las mismas edificaciones: es decir, la mejora de la eficiencia energética de los edificios públicos y privados, a través de la rehabilitación y la renovación de las instalaciones (Plan A, 2017: 122).

Objetivos Estratégicos	N. Medidas
Movilidad Sostenible	21

Regeneración Urbana	7
Adaptación al cambio climático	1
Sensibilización ciudadana	1
Colaboración con otras administraciones	
<i>Tot.</i>	30

Tabla 05. Cuadro resumen de la cantidad de medidas por cada objetivo estratégico. Elaboración propia a partir del Plan A (2017).

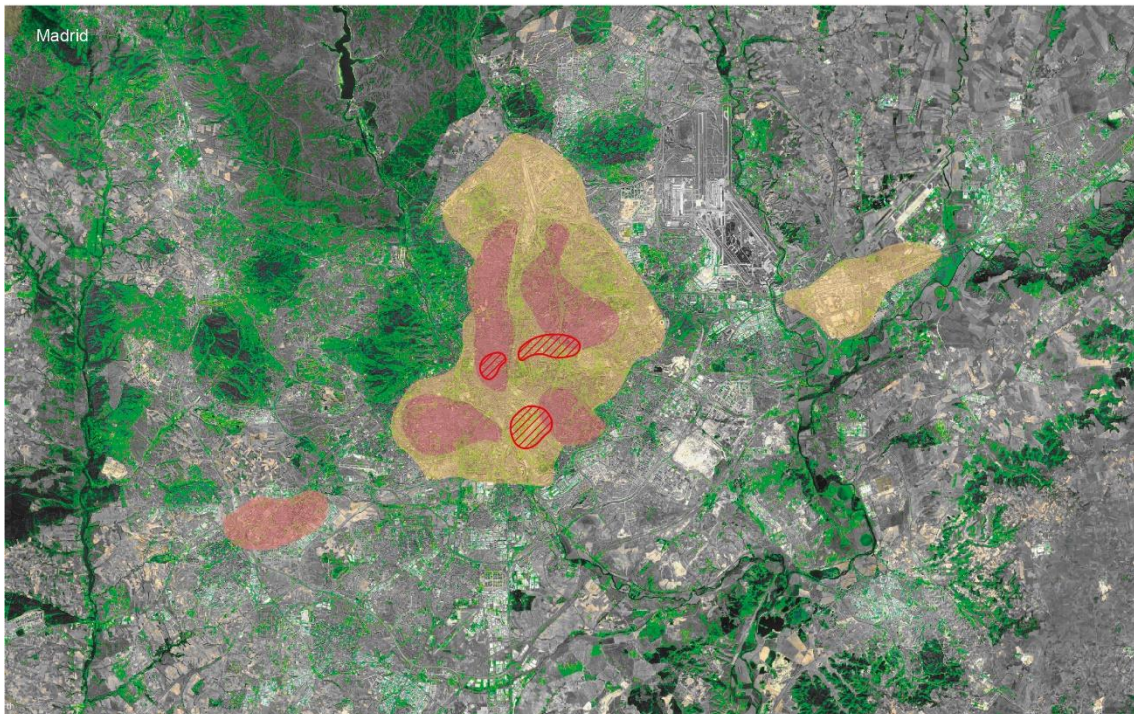
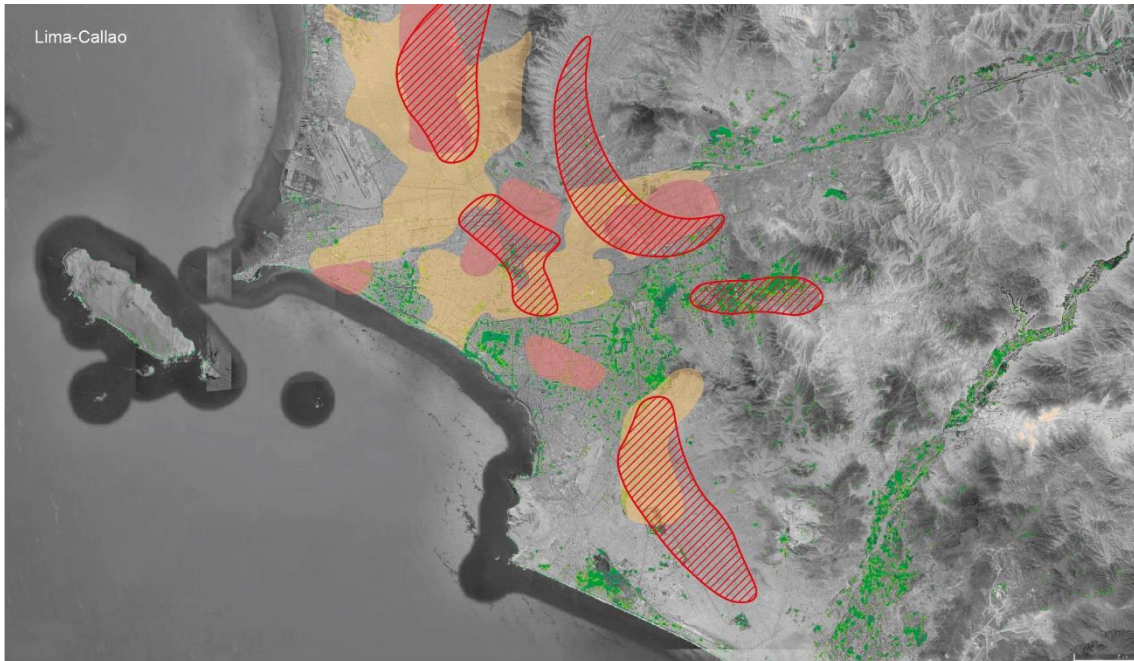
El Plan A de Madrid incluye una serie de medidas para abordar no solo la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, sino también la adaptación a los efectos del cambio climático, visto que ambos aspectos están entrelazados. Por ejemplo, la mejora de la infraestructura verde y del arbolado urbano, con un enfoque en áreas con mayor vulnerabilidad a los efectos del cambio climático, por el aumento de la temperatura y la disminución de la humedad; adicionalmente, el plan de la gestión del agua en la ciudad para reducir el riesgo de inundaciones y sequías, mediante sistemas de captación de aguas pluviales, por ejemplo (Plan A, 2017: 140).

4. Discusión

La diferencia geográfica, climática y urbana de las dos ciudades analizadas es una limitación para determinar pautas en común, considerando las grandes diversas condiciones topográficas, de vientos predominantes y el factor costa que por supuesto influye en las emisiones y difusiones de las sustancias contaminantes.

Un factor determinante al momento de esparcir y entonces reducir la contaminación es la presencia de áreas verdes urbanas, que tienen un papel fundamental para la salud humana. La Figura 3 pone en relación 3 aspectos: zonas en riesgos de contaminación atmosférica por densidad (poblacional y del tejido urbano), identificadas de medio o alto riesgo; las islas de calor urbanas; las áreas verdes urbanas y periurbanas predominantes.

En ambos casos, se evidencia una relación contundente entre la densidad y las islas de calor que, por su cantidad y extensión, en Lima son más complejas y, adicionalmente, acentuadas en aquellas zonas con escasas o nulas áreas verdes. Por lo contrario, en Madrid, el mapa muestra una concentración de las zonas de riesgos alrededor del centro que también presenta una densidad del tejido urbano y población mucho mayor.



Riesgo de contaminación atmosférica por densidad

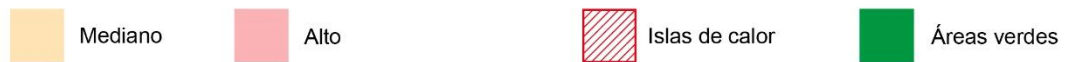


Figura 03. Mapa de riesgos de contaminación por densidad (tejido urbano y población), en relación con las islas de calor y las áreas verdes predominantes. Elaboración propia a partir de Google Earth Pro (2023).

La falta de visión unitaria de la conurbación Lima Metropolitana-Callao y la división territorial y administrativa rígida, no permite una lectura real y completa del territorio urbano, de sus actores y de los usuarios que cotidianamente se mueven entre las entidades administrativas con una red de transporte público ineficiente, insostenible y altamente contaminante, generando congestiones vehiculares en múltiples zonas de la ciudad, fomentando así el uso del automóvil particular. Este fraccionamiento territorial, además de provocar

problemas en ámbito social e identitarios, genera una dificultad en administrar correctamente las unidades urbanas, creando guetos y barrios cerrados que no interactúan entre sí, fomentando la desigualdad social.

Por otro lado, en el caso de la ciudad de Madrid, el Plan A no solamente tiene objetivos específicos más claros y contundentes, sino que sus medidas de acción están explicadas y delimitadas evitando de generar posibles incomprensiones para la realización de planes futuros.

En cuanto a los niveles de calidad del aire, Lima y Madrid y tienen diferencias relevantes: por ejemplo, según el informe de monitoreo de la calidad del aire al 2022 (Ayuntamiento de Madrid, 2023), la ciudad de Madrid no ha alcanzado el umbral nacional de ninguno de los agentes contaminantes, excepto por el valor del ozono (Resumen de calidad del aire 2022, 2023: 9). Este resultado altamente positivo se debe efectivamente a la implementación de ciertas medidas planificadas por el Plan A, con la finalidad de cumplir la legislación europea y nacional sobre calidad del aire y alcanzar los niveles establecidos por la OMS. El caso de Lima, por lo contrario, es diferente: por un lado la alta densidad vehicular, el uso de combustibles de baja calidad para el parque motor y la ubicación geográfica de la ciudad favorecen la acumulación de los contaminantes atmosféricos (Perú. Ministerio del Ambiente, 2019).

A escala internacional, según un informe del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, el transporte urbano, por ejemplo, sigue siendo uno de los sectores que menos incentivos políticos ha adquirido a lo largo de los años en materia de calidad del aire (UNEP, 2021).

En el recientemente emitido Decreto Supremo 005-2020 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Perú permite únicamente vehículos usados con menos de dos años de antigüedad y prohíbe la importación de vehículos usados que no puedan respetar los límites máximos permisibles de emisiones contaminantes exigidos para vehículos nuevos. En las regiones de Lima y Callao, la zona urbana más poblada del país, el transporte es la principal fuente de contaminación, ya que representa casi el 57% de todas las emisiones de PM_{2,5} y el 97% del carbono negro (Decreto Supremo N. 005-2020-MTC, 2020). Por lo tanto, las medidas representan un avance importante en el proceso de transición hacia una mejor calidad del aire urbano para reducir la contaminación atmosférica (UNEP, op. cit.: 5).

5. Conclusión

En conclusión, el Plan Met 2040 de Lima Metropolitana, no contempla de manera contundente medidas para la mejora de calidad de aire y reducción de emisiones de agentes contaminantes, ya que se trata de acciones generales y aún en una fase preliminar de definición, como la acción sobre la regeneración urbana o el incremento de ciclovías.

No obstante evidentes problemáticas presentadas en el Plan de Acción de Lima y Callao y las mejores respuestas del Plan A de Madrid, no es posible determinar cuál es el mejor plan entre los dos, ya que ambos planes están diseñados para enfrentar problemas específicos en diferentes contextos. Como se mencionó anteriormente, Madrid y Lima-Callao son ciudades muy distintas en términos de geografía, tamaño y características socioeconómicas, por lo que es difícil comparar los planes de manera directa.

Sin embargo, según una Ordenanza municipal del 2021 del Ayuntamiento de Madrid, se presentan una serie de estrategias y acciones para mejorar la calidad del aire urbano (Ordenanza 4/2021, de 30 de marzo, de Calidad de Aire y Sostenibilidad, 2021). De las diversas acciones presentes en el documento, han sido elegidas las que serían aplicables al caso de Lima y, además, en base a la factibilidad y prioridad se han dividido en 3 categorías: corto plazo, medio plazo y largo plazo (Tabla 6).

LÍNEAS	ESTRATEGIA	ACCIONES		
		CORTO PLAZO	MEDIO PLAZO	LARGO PLAZO

Preservar y mejorar la calidad del aire urbano	Planes de calidad del aire	Planes a medio y corto plazos para minimizar los impactos de la contaminación atmosférica, teniendo en cuenta valores de OMS.	Creación de "Áreas demostradoras de acción climática" en las que se desarrollarán medidas que permitan cumplir con los objetivos de neutralidad climática.	
		Los planes establecerán para cada uno de los contaminantes: la zonificación aplicable, los niveles de actuación, los posibles escenarios de actuación y sus plazos.		
Proteger la salud y el medio ambiente	Emisores fijos	No uso de combustibles sólidos de origen fósil en el funcionamiento de las instalaciones térmicas de los edificios.		
	Actividades y asimilables	Uso de combustibles menos contaminantes, para reducir las emisiones de contaminación atmosférica.		
	Talleres		Ventilación suficiente para evitar acumulación de contaminantes.	
			Límite de monóxido de carbono a 50 ppm: dispositivos de detección uno por cada 200 m ² de superficie del local a una altura entre 1,5 y 2 metros.	
			Ventilación forzada con un mínimo de 7 renovaciones por hora.	
	Vehículos		Inmovilización de cada vehículo que haya superado los límites permitidos de emisiones de gases y humos.	Fomentar el uso de vehículos eléctricos y la implantación de infraestructuras de recarga en la ciudad y en las edificaciones.
Construcción			En obras, adoptar medidas que resulten adecuadas para evitar o minimizar la emisión de gases producto de la combustión, partículas, olores y otros contaminantes a la atmósfera.	
Promover la eficiencia energética y uso de energías renovables	Neutralidad climática		Planificar edificios con criterios bioclimáticos para reducir la demanda energética.	Fomentar el ahorro energético y un uso más eficiente de la energía, disminuyendo el consumo de energía primaria.
			Generación de energía eléctrica renovable.	Sustitución de instalaciones térmicas por otras más eficientes, sin emisiones de gases contaminantes.
	Planes urbanísticos		Incluir un estudio bioclimático relativo a soleamiento, ventilación y evapotranspiración.	Incluir un estudio de electrificación de la demanda para reducir las emisiones de gases contaminantes.
			Se planificarán infraestructuras verdes con el fin de optimizar las condiciones bioclimáticas del	Considerar la habilitación de espacios para la generación y almacenamiento de energías renovables.

			ámbito.	
				Se planificará la instalación de cubiertas fotovoltaicas para generación distribuida autoconsumo compartido e infraestructuras de recarga de vehículos eléctricos.
				Implantar redes urbanas centralizadas de climatización y producción de agua caliente sanitaria, generación o almacenamiento distribuido de energía renovable o gestión de residuos.
	Nuevas construcciones		Los edificios de nueva construcción deberán ser de "consumo de energía casi nulo".	Destinar como mínimo una superficie equivalente al 50% de la ocupación de parcela para la instalación de sistemas de aprovechamiento de energía solar.
			Favorecer ventilaciones naturales cruzadas y el aprovechamiento de vientos predominantes.	Deberá satisfacerse la contribución de energías renovables para cubrir la demanda de ACS.
			Priorizar las medidas pasivas frente a las activas para mejorar la eficiencia energética del edificio.	Se destinarán locales o espacios cubiertos para el depósito de bicicletas, vehículos de movilidad urbana cero emisiones.
			Los nuevos edificios deben alcanzar al menos la calificación energética B.	Generación de energía eléctrica solar fotovoltaica para autoconsumo o generación distribuida con una potencia nominal mínima de 10 KW.
			Los nuevos edificios propiedad municipal deben alcanzar la calificación energética A.	Se deberá disponer de certificaciones energéticas del edificio terminado.

Tabla 06. Estrategias y acciones en materia de calidad del aire de la ciudad de Madrid aplicables al caso de Lima. Elaboración propia a partir de la Ordenanza 4/2021, de 30 de marzo, de Calidad de Aire y Sostenibilidad, BOCM. (2023).

Las medidas de corto plazo, evidentemente, cumplen la función de realizar una cobertura normativa a medida que se cumplan los planes de mejora de calidad del aire; las de medio plazo, aspiran a reducir y controlar emisiones de gases, humos, olores, partículas u otro contaminante; mientras que las acciones a largo plazo tienen el objetivo de fomentar la sostenibilidad medioambiental y la lucha contra el Cambio Climático.

6. Bibliografía

Ayuntamiento de Madrid. (s. f.). *Portal de Calidad del aire*. Recuperado 12 de mayo de 2023, de <https://airedemadrid.madrid.es/portal/site/calidadaire>

- Ayuntamiento de Madrid. (2023). *Resumen de calidad del aire. Del 1 de enero al 31 de diciembre de 2022*. https://www.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/Sostenibilidad/CalidadAire/Publicaciones/Memorias_anuales/Ficheros/Resumen_calidad_aire_%202022.pdf
- Ordenanza 4/2021, de 30 de marzo, de Calidad de Aire y Sostenibilidad, Pub. L. No. 4/2021, BOCM (2021). https://www.bocm.es/boletin/CM_Orden_BOCM/2021/04/16/BOCM-20210416-46.PDF
- BOAM nº 7999 (26/09/2017) Junta de Gobierno de la Ciudad de Madrid. “Plan de Calidad del Aire de la Ciudad de Madrid y Cambio Climático (Plan A)”, (2017). <https://www.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/Sostenibilidad/CalidadAire/Ficheros/PlanACalidadAire2019.pdf>
- Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire, (2011). <https://www.iberley.es/legislacion/real-decreto-102-2011-28-ene-mejora-calidad-aire-8494919>
- Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe. Consolidated text, 2015, Pub. L. No. 2008/50/EC (2015). <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2008/50/2015-09-18>
- Instituto Metropolitano de Planificación. (2022). *Plan de Desarrollo Metropolitano de Lima al 2040. PLANMET 2040*. <https://www.imp.gob.pe/es/menu-navegacion/planificacion/desarrollo-metropolitano/plan-met-2040.html>
- IQAir. (2021). *2021 World Air Quality Report. Region & City PM2.5 Ranking*. <https://www.iqair.com/world-most-polluted-countries>
- Municipalidad Metropolitana de Lima. (2021). *Evaluación estratégica de medidas para reducir la isla de calor urbana en la Provincia de Lima*.
- Municipalidad Metropolitana de Lima. (2022). *Boletín Anual de Vigilancia y Monitoreo de Calidad del Aire 2021*. <https://smia.munlima.gob.pe/uploads/documento/43e40f6c4e1e9f38.pdf>
- Municipalidad Metropolitana de Lima, & C40 Cities. (2022). *Reporte de Asistencia Técnica de Calidad del Aire de C40. Lima: evaluación de una zona de baja emisión en el Damero de Pizarro*. <https://smia.munlima.gob.pe/uploads/documento/e2f16c41116d2249.pdf>
- Decreto Supremo N. 005-2020-MTC. Modifican los requisitos mínimos de calidad para la importación de vehículos usados establecidos en el Decreto Legislativo N. 843., (2020). <https://busquedas.elperuano.pe/download/url/modifican-los-requisitos-minimos-de-calidad-para-la-importac-decreto-supremo-n-005-2020-mtc-1851548-7>
- Perú. Ministerio del Ambiente. (2015). *Estudio de Desempeño Ambiental (ESDA) 2003-2013*. https://www.minam.gob.pe/esda/wp-content/uploads/2016/09/estudio_de-desempeno_ambiental_esda_2016.pdf
- Decreto Supremo N. 003-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias, (2017). <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-003-2017-MINAM.pdf>
- Perú. Ministerio del Ambiente. (2019). *Diagnóstico de la gestión de la calidad del aire de Lima-Callao*. <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/diagnostico-gestion-calidad-ambiental-aire-lima-callao#:~:text=El%20Plan%20de%20Acci%C3%B3n%20para,objetivos%20compartidos%20y%20roles%20diferenciados.>
- Resolución Ministerial N. 142-2021-MINAM. Aprueban el “Plan de Acción para el Mejoramiento de la Calidad de Aire de Lima y Callao 2021 – 2025”, (2021). <https://www.gob.pe/institucion/minam/normas-legales/2045939-142-2021-minam>

- Román, E., Gómez, G., & Luxán, M. (2017). La isla de calor en Madrid y su influencia en el confort urbano. En Pilar Mercader-Moyano (Ed.), *3er Congreso Internacional de Construcción Sostenible y Soluciones Eco-Eficientes* (pp. 479-508). <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/59050/Emilia%20Roman.pdf>
- SINIA | Sistema Nacional de Información Ambiental. (s. f.). Recuperado 6 de abril de 2023, de <https://sinia.minam.gob.pe/>
- UNEP. (2021). *Acciones para mejorar la calidad del aire. Informe Regional para América Latina y el Caribe*. <https://drive.google.com/file/d/1D1ElmLajkJePqHlqhZ53qxGUOYWHYQQ5/view>
- UN-Habitat. (2020). *La Nueva Agenda Urbana Ilustrada*. ONU-Habitat. <https://unhabitat.org/sites/default/files/2021/10/nueva-agenda-urbana-ilustrada.pdf>
- World Health Organization. (s. f.-a). *Urban health*. Recuperado 16 de enero de 2023, de https://www.who.int/health-topics/urban-health#tab=tab_1
- World Health Organization. (s. f.-b). *Urban health*. Recuperado 16 de enero de 2023, de https://www.who.int/health-topics/urban-health#tab=tab_2
- World Health Organization. (2021a). *WHO global air quality guidelines. Executive summary*. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/345334/9789240034433-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- World Health Organization. (2021b). *WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide*.
- World Health Organization. (2022). *Compendium of WHO and other UN guidance on health and environment 2022 update*. <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-HEP-ECH-EHD-22.01>