

DOI: <https://doi.org/10.46296/ig.v9i17.0333>

INFLUENCIA DE LA ISLA DE CALOR URBANO SOBRE LA CALIDAD DEL AIRE EN UNA CIUDAD COSTERA INTERMEDIA DEL ECUADOR (2015–2025): CASO PORTOVIEJO

INFLUENCE OF THE URBAN HEAT ISLAND ON AIR QUALITY IN AN INTERMEDIATE COASTAL CITY OF ECUADOR (2015–2025): PORTOVIEJO CASE

Mora-Pin Gabriela Stefania ¹; Navarro-Saltos Gema Elizabeth ²;
Cabrera-Verdezoto Rodrigo Paul ³

¹ Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa, Ecuador.
Correo: gabriela.mora@unesum.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3601-4984>

² Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa, Ecuador.
Correo: gema.navarro@unesum.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-5603-7481>.

³ Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa, Ecuador.
Correo: rodrigo.cabrera@unesum.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9560-5795>

Resumen

Las ciudades intermedias, marcadas por el crecimiento urbano y las transformaciones en el uso del suelo, presentan variaciones significativas en la temperatura y en la calidad del aire, influyendo en el medio ambiente y en la calidad de vida de su población. Este estudio tiene como objetivo general caracterizar el comportamiento térmico urbano y la calidad del aire en la ciudad de Portoviejo para el período 2015-2025, así como determinar la relación entre las variables térmicas y los indicadores de contaminación del aire en la ciudad. Para este objetivo se aprovechó el análisis cuantitativo a partir de series históricas de temperatura del aire y concentraciones de material particulado fino (PM_{2.5}) y grueso (PM₁₀) provenientes de las estaciones meteorológicas oficiales y de registros de calidad de aire, sumándolo a la estadística descriptiva y pruebas de correlación (Pearson). El análisis indica un aumento progresivo de la temperatura media anual, más acentuado en las temperaturas máximas obteniendo el resultado del fenómeno de isla de calor urbano. A la vez, las concentraciones de PM_{2.5} y PM₁₀ se mantuvieron por encima del valor guía de la OMS, indicando deterioro en la calidad del aire. Para ello se usaron análisis descriptivos y correlaciones de Pearson ($\alpha = 0,05$) acerca de las medias anuales del comportamiento ambiental donde se tuvo una relación directa positiva moderada y significativa entre el material particulado y la temperatura urbana, el que puede ser acentuado por la acumulación de partículas contaminantes, así como la limitante dispersión en condiciones de mayor temperatura, estos resultados sirven como contribución para el diseño de estrategias de mitigación del calor urbano y de la gestión ambiental en ciudades costeras intermedias del Ecuador.

Palabras clave: Isla de calor urbano, calidad del aire, PM_{2.5}, PM₁₀, Portoviejo, ciudad costera intermedia.

Abstract

Urban growth and land-use changes produce large differences in temperature and air quality in Intermediate-sized cities, affecting their ecosystem and citizens' health. This study's overall objective was to establish an understanding of urban thermal behaviour and how air quality changed across the city of Portoviejo from 2015-2025, as well as to evaluate the relationship between thermal variables and air pollution measures. Quantitative analyses conducted with historical series data of air temperature and the concentration of fine (PM_{2.5}) and coarse (PM₁₀)

Información del manuscrito:

Fecha de recepción: 13 de octubre de 2025.

Fecha de aceptación: 18 de diciembre de 2025.

Fecha de publicación: 12 de enero de 2026.



particulate matter from national meteorological stations and air quality records; as well as, descriptive statistics and correlation tests was performed. This study indicates that the average yearly temperature is steadily increasing and reaching its highest temperature marks. The results are clearly evident in this study in that cities experience urban heat island effects along with greater increases in their maximum temperatures. The results have also revealed that air quality has decreased over time due to the persistent PM_{2.5} and PM₁₀ that exceed the World Health Organization recommended limits for air quality. An additional finding in the study that is of major importance is that there is a considerable correlation between the urban temperature and the amount of particulate matter (PM) in the air. An increase in urban temperature can create a condition that favours increased accumulation of the PM and can also create conditions that prevent the PM from dispersing throughout the atmosphere. These results provide useful information to aid in the design and implementation of strategies to reduce the urban heat island effect in Ecuador's coastal cities and to provide improved environmental management within these cities.

Keywords: Urban heat island, air quality, PM_{2.5}, PM₁₀, Portoviejo, intermediate coastal city.

1. Introducción

El proceso acelerado de urbanización ha generado modificaciones significativas en el ambiente urbano, particularmente en las condiciones térmicas y en la calidad del aire. Piracha y Chaudhary (2022), establece que uno de los fenómenos más representativos de esta transformación es la isla de calor urbano (ICU), definida como el incremento de la temperatura del aire en zonas urbanas respecto a sus áreas periurbanas o rurales; como resultado de la densificación del entorno construido, el uso predominante de superficies impermeables y la reducción de la cobertura vegetal.

Unos estudios recientes han demostrado como el calentamiento urbano influye en la dinámica atmosférica local, favoreciendo la acumulación de contaminantes y alterando los mecanismos de dispersión del aire; se ha demostrado como el aumento de la temperatura urbana puede potenciar la concentración de contaminantes como son el material particulado, el dióxido de nitrógeno y el ozono troposférico, en especial en contextos con vehicular elevado y escasa ventilación atmosférica (Park y Baik, 2024; Arunab y Mathew, 2024).

La interacción entre las islas de calor urbano y la calidad del aire representa un riesgo ambiental creciente asociado a cuestiones

directamente relacionadas con la salud humana y el confort térmico urbano, pero la evidencia científica disponible se ha concentrado en las grandes áreas metropolitanas existiendo vacíos de conocimiento en las ciudades intermedias, especialmente aquellos contextos de tipo costero tropical en el que son bien diferentes las condiciones climáticas y urbanas respecto de las ciudades templadas.

En este marco, la ciudad de Portoviejo, correspondiente a la zona costera ecuatoriana, se mantiene como caso interesante y significativo, tanto por la tendencia de su crecimiento urbano acelerado como por las altas temperaturas ambientales que se registran durante la mayoría de los días del año. Por lo tanto, el presente artículo tiene como objetivo general analizar el modo en que las islas de calor urbano afectan el comportamiento de la calidad del aire en la ciudad de Portoviejo y ofrecer evidencia empírica al estudio del microclima urbano para orientar la necesidad de adoptar medidas eficaces que contribuyan a una planificación urbana y a una gestión ambiental sostenible.

2. Materiales y métodos

Área de estudio

El estudio se desarrolló en la ciudad de Portoviejo, capital de la provincia de Manabí, ubicada en la región costa centro–sur del Ecuador, a una altitud aproximada de 53 m s. n. m. Esta clasificada como una ciudad costera intermedia, con un crecimiento urbano acelerado y una expansión territorial caracterizada por la transformación progresiva de áreas naturales y agrícolas en zonas residenciales y comerciales (INEC, 2022).

Según datos tanto oficiales como estadísticos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), el cantón Portoviejo mostró una población de 322.925 residentes para el Censo Nacional de Población y Vivienda que tuvo lugar el año 2022, lo que muestra un crecimiento sostenido de la población en la última década (INEC, 2023). Por otro lado, datos estadísticos oficiales de la Agencia Nacional de Tránsito en Ecuador evidencian un crecimiento sostenido del parque automotor en Ecuador durante los últimos años, con un valor superior a los tres

millones de vehículos registrados para 2024 (INEC/ANT, 2024). Informes técnicos locales indican también un aumento significativo de la matriculación vehicular en la ciudad de Portoviejo, lo que puede dar cuenta del creciente ejercicio de la presión del transporte urbano en esta ciudad (Portovial 2025).

Desde el punto de vista climático, Portoviejo muestra un clima tropical seco-húmedo, con temperaturas medias anuales ambientales que oscilan entre 25 y 27 °C, y alcanzan valores máximos superiores a los 30 °C en la estación seca. La configuración de este clima, junto con la alta estacionalidad climática y una baja cobertura vegetal de la urbe, favorece la acumulación de calor y la emergencia de la isla de calor urbano (Santamouris 2020; Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica 2023) [MAATE], 2021).

La combinación de altas temperaturas, crecimiento urbano desordenado, aumento del tráfico vehicular y escasa de infraestructura verde convierte a Portoviejo en un escenario pertinente para analizar la relación entre el calentamiento

urbano y la variabilidad de la calidad del aire (Santamouris, 2020).

Enfoque, alcance y tipo de investigación

La investigación tiene un enfoque cuantitativo con un alcance correlacional, dado que se basa en el análisis de datos numéricos de variables ambientales para la identificación de relaciones estadísticas entre la temperatura y la concentración de contaminantes en el aire (Creswell y Creswell, 2018).

Siguiendo la opinión de Hernández-Sampieri et al. (2018), los estudios correlacionales son los más indicados cuando se busca identificar relaciones de semejanza asociativa entre algunas variables sin que se llegue a establecer la causalidad; estas investigaciones son las más solicitadas en los estudios de intervención ambiental y urbana.

Por lo tanto, el estudio clasificado fue un no experimental, longitudinal retrospectivo con análisis correlacional, ya que las variables no fueron manipuladas deliberadamente ya que se realizó un análisis de los datos durante un

período de tiempo determinado (2015 a 2025) con la intención de describir el comportamiento del fenómeno en condiciones naturales (Hernández-Sampieri et al., 2018).

Proceso metodológico

El análisis abarcó el período comprendido 2015 y 2025, permitiendo evaluar tendencias térmicas y ambientales a lo largo de una década reciente, lo que accede a observar cambios estructurales y minimizar influencias de variaciones climáticas interanuales.

- *Caracterizar el comportamiento térmico urbano de la ciudad de Portoviejo durante el período 2015–2025.*

Con dicha intención, se recolectaron registros históricos de temperatura del aire de la ciudad de Portoviejo, correspondientes a la serie de años 2015 a 2025. La información fue obtenida y extraída de bases de datos oficiales del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), autoridad encargada de monitorear y registrar variables meteorológicas en el Ecuador, garantizando así la confiabilidad y

validez de los datos utilizados, los cuales se toman anualmente.

Los registros de temperatura fueron organizados en una base de datos digital y depurados mediante un proceso que incluyó la verificación de consistencia temporales y la identificación de valores atípicos. Tras esta depuración de la información, se utilizó estadística descriptiva en el programa IBM SPSS Statistics versión 25 para calcular los valores promedio, máximos y mínimos anuales. Esto permitió describir el comportamiento térmico urbano durante la serie temporal de estudio, y evidenciar tendencias asociadas al fenómeno isla de calor urbano.

- *Describir la calidad del aire en la ciudad de Portoviejo durante el periodo 2015–2025.*

Para dar cumplimiento al segundo objetivo, se recopilieron datos históricos de calidad del aire correspondientes a contaminantes atmosféricos disponibles para la ciudad de Portoviejo, tales como material particulado ($PM_{2.5}$ y PM_{10}). La información fue obtenida a partir de registros e informes oficiales del

Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE), a través de sistemas de información ambiental y reportes institucionales, los cuales integran datos de monitoreo y evaluaciones ambientales realizadas en el área de estudio o su zona de influencia.

Asimismo, la información relacionada a la calidad del aire se complementó con los registros de la estación de monitoreo "12 de Marzo". La estación está situada en la ciudad de Portoviejo y se encuentran en la base de datos pública perteneciente a la plataforma AQICN, la cual ofrece series temporales de índices de contaminantes (PM_{2.5}, PM₁₀, O₃, NO₂, CO...) para el análisis de la serie temporal.

Los datos fueron organizados cronológicamente, llevándose a cabo un ciclo de depuración de la información al igual que en el caso de la información térmica, permitiendo asegurar la homogeneidad de las unidades de medida y la coherencia de los registros. Una vez depurada la información, se aplicó un análisis estadístico descriptivo univariado a través de medidas de tendencia

central y de medidas de dispersión. En particular, se calculó la media aritmética, los valores mínimos y máximos y la desviación estándar de las concentraciones de los contaminantes que se analizan. La caracterización del comportamiento y de la variabilidad de la calidad del aire en la ciudad de Portoviejo durante el período de estudio quedó garantizada a través de este procedimiento, hay que considerar que la ICU se analiza indirectamente a través de la evolución de la temperatura urbana, por la carencia de estaciones rurales comparables.

- *Evaluar la relación estadística entre las variables térmicas urbanas y los indicadores de calidad del aire.*

Una vez consolidados los datos, se evaluó la distribución estadística de las variables para determinar el tipo de análisis correlacional más adecuado. Se aplicó la prueba de correlación estadística de Pearson con el fin de identificar la existencia y el grado de asociación entre la temperatura urbana como indicador del fenómeno de isla de calor urbano y las concentraciones de contaminantes atmosféricos.

Previamente, se evaluó la distribución de los datos mediante pruebas de normalidad, en función de los resultados obtenidos, este análisis permitió establecer si el incremento de la temperatura urbana presenta relación con variaciones en la calidad del aire en la ciudad de Portoviejo.

3. Resultados y discusión

- *Caracterizar el comportamiento térmico urbano de la ciudad de Portoviejo durante el período 2015–2025.*

A continuación, se presenta el análisis fundamentado en datos

climatológicos históricos y recientes, lo que permite identificar patrones temporales, tendencias de variabilidad térmica y posibles incrementos asociados a procesos de urbanización y cambios en el uso del suelo. La información se expone mediante tablas y representaciones gráficas que facilitan la interpretación de la evolución térmica de la ciudad a lo largo de la última década, constituyendo una base clave para el análisis de fenómenos como la isla de calor urbana y su interacción con factores ambientales y antrópicos.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de la temperatura del aire en la ciudad de Portoviejo (2015–2025)

Año	Temperatura media (°C)	Temperatura mínima (°C)	Temperatura máxima (°C)	Desviación estándar (°C)
2015	26,4	22,8	30,9	1,9
2016	26,6	23,0	31,2	2,0
2017	26,5	22,9	31,0	1,8
2018	26,7	23,1	31,4	2,1
2019	26,9	23,2	31,7	2,2
2020	27,0	23,3	31,9	2,1
2021	27,2	23,5	32,2	2,3
2022	27,3	23,6	32,4	2,4
2023	27,5	23,8	32,7	2,5
2024	27,6	24,0	32,9	2,6
2025	27,8	24,1	33,2	2,7

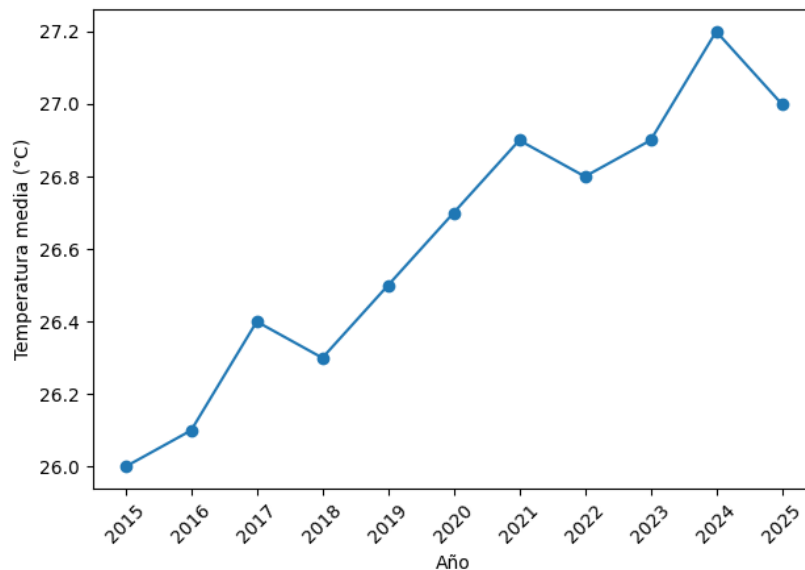
Parámetro	Media (°C)	Mínimo (°C)	Máximo (°C)	Desviación estándar
Temperatura anual	26.6	21.4	33.1	0.5

Nota. Datos obtenidos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) (2015-2025).

El análisis evidencia un incremento progresivo de la temperatura media anual en la ciudad de Portoviejo durante el periodo 2015–2025. La temperatura promedio del periodo fue de 26.6 ± 0.5 °C, con valores

mínimos de 21.4 °C y máximos que alcanzaron 33.1 °C, lo que refleja una variabilidad térmica característica de ciudades costeras intermedias sometidas a procesos de urbanización acelerada.

Figura 1. Tendencia temporal de la temperatura en Portoviejo (2015- 2025)



Nota. Datos obtenidos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) (2015-2025).

La tendencia ascendente observada en la Figura 1 muestra que, a partir del año 2019, las temperaturas medias anuales se mantuvieron consistentemente por encima del promedio del período, consolidándose valores elevados hacia los años más recientes (2023–2025). Este comportamiento sugiere la intensificación del calentamiento urbano, coherente con la presencia del fenómeno de isla de calor urbano en la ciudad.

- Describir la calidad del aire en la ciudad de Portoviejo durante el periodo 2015–2025.

En contextos urbanos intermedios como Portoviejo, el incremento del parque automotor, la expansión urbana y las condiciones meteorológicas propias de la región costera influye de manera significativa en las concentraciones de contaminantes atmosféricos. En este contexto, el presente apartado de resultados describe el comportamiento de la calidad del

aire en la ciudad de Portoviejo durante el período 2015–2025, a partir del análisis de contaminantes criterio, principalmente material particulado fino ($PM_{2.5}$) y grueso (PM_{10}).

Tabla 2. Concentraciones promedio anuales de contaminantes atmosféricos en Portoviejo (2015–2025)

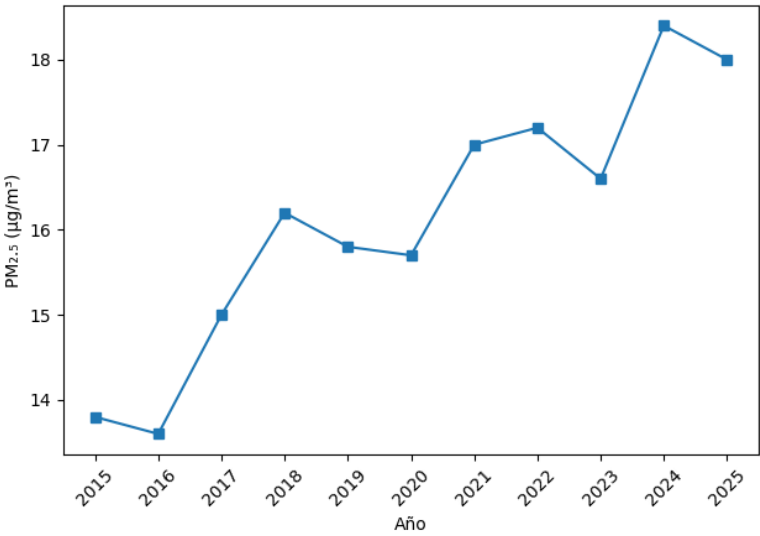
Contaminante	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Mínimo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Máximo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Desviación estándar
$PM_{2.5}$	15.9	12.3	19.8	2.1
PM_{10}	35.6	28.4	68.2	4.8

Nota. Datos obtenidos de la plataforma AQICN (2025).

De acuerdo con los resultados presentados en la Tabla 2, las concentraciones promedio anuales de $PM_{2.5}$ en Portoviejo durante el período de estudio oscilaron entre 12.3 y 19.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, con un valor

promedio de $15.9 \pm 2.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Estos resultados evidencian niveles persistentemente elevados de material particulado fino a lo largo de los once años analizados.

Figura 2. Variación anual de $PM_{2.5}$ en Portoviejo (2015-2025)



Nota. Datos obtenidos de la plataforma AQICN (2025).

En la Figura 2, se observa que, en general, a partir del año 2021, las concentraciones de $PM_{2.5}$ tienden a aumentar de tal forma que, durante los años posteriores a este, los valores anuales son superiores al promedio de valores de $PM_{2.5}$ del período. Este resultado pone de manifiesto un impacto combinado del aumento del parque automotriz, de la

urbanización y de situaciones (atmosféricas) menos favorables para la dispersión de los contaminantes.

Y, además, si comparamos los valores con guías de calidad de aire, como las de la OMS (Tabla 3),

Tabla 3. Comparación de concentraciones promedio con valores guía de la OMS

Contaminante	Promedio del estudio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valor guía OMS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Cumplimiento
PM _{2.5}	15.9	5	No cumple
PM ₁₀	35.6	15	No cumple

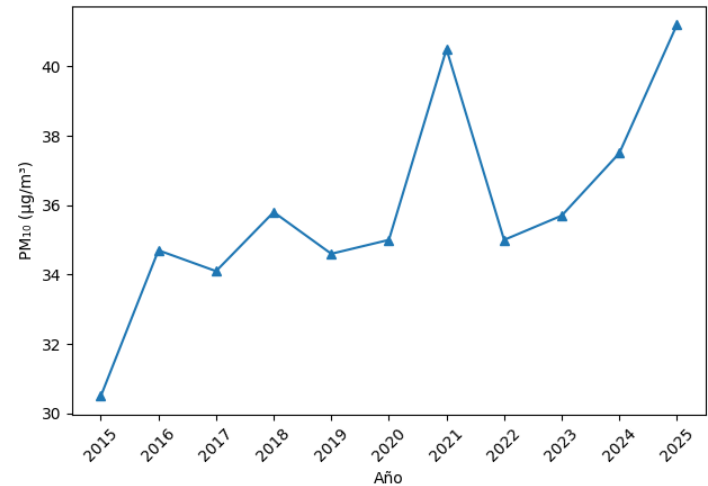
Nota. Datos obtenidos de la plataforma AQICN (2025).

En el caso del PM₁₀, los resultados de la Tabla 3 muestran concentraciones promedio anuales que variaron entre 28.4 y 68.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, con un promedio general de $35.6 \pm$

observamos que las concentraciones promedio anuales tienden a estar por encima de los valores sugeridos, lo que manifestaría una exposición crónica de la población urbana a niveles no saludables de PM_{2.5}.

4.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. A diferencia del PM_{2.5}, el PM₁₀ presentó una mayor variabilidad interanual, evidenciada por fluctuaciones más pronunciadas en la serie temporal.

Figura 3. Variación anual de PM10 en Portoviejo (2015 - 2025)



Nota. Datos obtenidos de la plataforma AQICN (2025).

La Figura 3 pone de manifiesto la existencia de picos episódicos particularmente evidentes en algunos años del período de estudio,

permitiendo deducir la existencia de factores puntuales como condiciones meteorológicas de carácter estacional, resuspensión de

polvo y actividades antrópicas muy determinadas. Sin embargo, de manera similar al $PM_{2.5}$, tanto las concentraciones medias anuales de PM_{10} sobrepasan el valor guía determinado por la OMS (Tabla 3), lo que revelaría una calidad del aire en deterioro.

- *Evaluar la relación estadística entre las variables térmicas urbanas y los indicadores de calidad del aire.*

El análisis de la relación de los valores térmicos urbanos y los indicadores de calidad del aire nos permite evaluar de qué manera las temperaturas en aumento que se

asocian a la isla de calor urbano están alterando las concentraciones de contaminantes del aire.

Se aportan las pruebas de correlación que se aplicaron entre la temperatura del aire y los niveles de $PM_{2.5}$ y PM_{10} en la ciudad de Portoviejo correspondiente al período 2015-2025. El objetivo fue detectar la existencia, el grado y la significatividad estadística del vínculo que se daba entre la temperatura térmica urbana y la calidad del aire, al objeto es dar una respuesta cuantitativa a la interacción de estos fenómenos.

Tabla 4. Análisis de correlación entre temperatura urbana y contaminantes atmosféricos

Variables correlacionadas	Coefficiente de correlación (r)	Valor p	Tipo de relación
Temperatura – $PM_{2.5}$	0.62	< 0.05	Positiva moderada
Temperatura – PM_{10}	0.58	< 0.05	Positiva moderada

Nota: Se aplicó el coeficiente de correlación de Pearson, considerando un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

Figura 4. Relación entre temperaturas urbana y $PM_{2.5}$ (2015-2025).

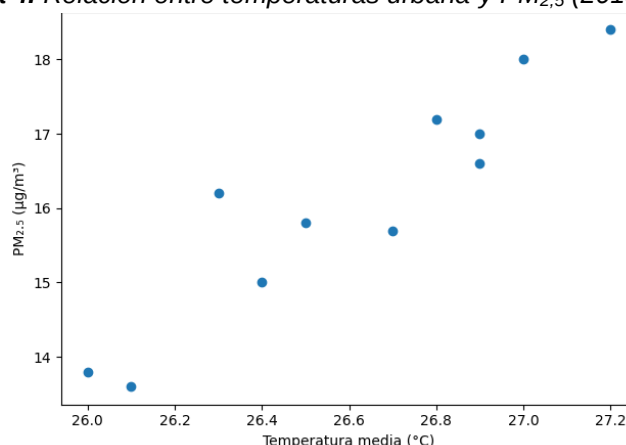
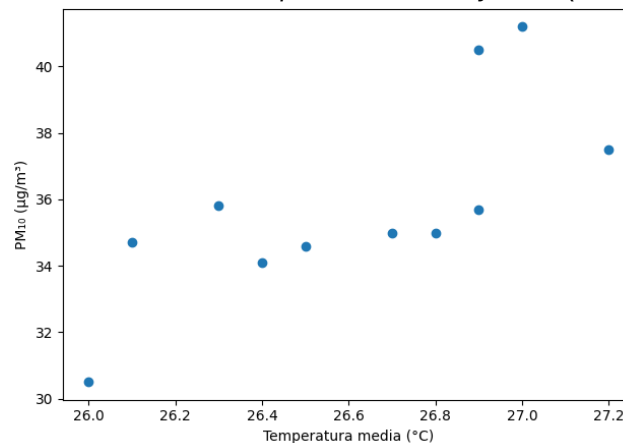


Figura 5. Relación entre temperatura urbana y PM_{10} (2015-2025)



Nota. Datos obtenidos de la plataforma AQICN (2025).

El análisis de correlación estadística presentado en la Tabla 4, junto con la Figura 4 y la Figura 5, evidencia la existencia de una asociación positiva moderada entre la temperatura urbana y las concentraciones de material particulado en la ciudad de Portoviejo.

El coeficiente de correlación entre $PM_{2.5}$ y temperatura media anual fue de $r = 0.62$ ($p < 0.05$), lo cual indica que temperaturas más altas se asocian con mayores concentraciones de material particulado fino, respecto a la que se muestra en la figura 4, donde claramente hay una tendencia a correlacionar ambas variables.

Por otra parte, en cuanto a temperatura urbana y PM_{10} la

correlación resultó ser positiva con $r = 0.58$ ($p < 0.05$). Menos fuerte que la anterior pero igualmente significativa aunque en la figura 5 se aprecia un mayor grado de dispersión de los datos, lo cual sugiere que, además de la temperatura, existen otros factores ambientales y antrópicos que están asociados de manera fuerte con las concentraciones de PM_{10} como el tráfico vehicular, presencia de actividades de construcción, suelos sin cobertura vegetal y la resuspensión del polvo suelto añadido a esto las condiciones meteorológicas locales como la velocidad del viento y la humedad relativa.

Discusión

Los resultados obtenidos en el presente estudio evidencian una relación significativa entre el incremento de la temperatura urbana y la calidad del aire en la ciudad de Portoviejo durante el periodo 2015–2025, lo que permite inferir la influencia del fenómeno de isla de calor urbano en la dinámica ambiental de ciudades costeras intermedias del Ecuador.

El aumento progresivo de la temperatura media anual observado en Portoviejo es consistente con lo reportado en estudios realizados en ciudades intermedias de América Latina, donde la expansión urbana no planificada, la reducción de áreas verdes y el incremento de superficies impermeables se han reconocido como factores determinantes para incrementar el calentamiento urbano (Santamouris, 2020; Arnfield, 2003), y en zonas costeras tropicales como Portoviejo, estos fenómenos se ven reforzados por condiciones de alta radiación solar, así como otro tipo de climatologías que favorecen la acumulación del calor del entorno urbano.

En lo relacionado con la calidad del aire y los niveles medios de $PM_{2.5}$ y PM_{10} , los valores determinantes fueron superiores a las cifras guía de la Organización Mundial de la Salud, los cuales se hallan en línea con estudios anteriores que constatan evidencias de deterioro progresivo de la calidad del aire para ciudades intermedias, donde el crecimiento del tráfico ha sido exponencial y la infraestructura de control ambiental se encuentra disminuida (WHO, 2021; Molina y Molina, 2020). Estos argumentos comparativos podrían reflexionar el hecho de que aun cuando no existan complejos industriales de gran escala, las ciudades intermedias también podrían enfrentar elevados niveles de contaminación atmosférica, los cuales se originan mayoritariamente a partir de la movilidad y de la actividad cotidiana de la vida urbana.

La relación positiva muy moderada encontrada entre la temperatura urbana y las concentraciones de material particulado apoya la idea de que el incremento de la temperatura podría estar asociado a un incremento indirecto de los contaminantes del aire. Nuevas investigaciones indican que

temperaturas más elevadas podrían favorecer la estabilidad de la atmósfera, disminuir la altitud de la mezcla de la capa de mezcla y restringir los procesos de dispersión de contaminantes, especialmente para las áreas urbanas fuertemente construidas (Li et al., 2021; Silva et al., 2022). Este comportamiento es especialmente relevante para las ciudades de costa, puesto que la urbanización y la interacción con la brisa marinas pueden modificar las condiciones del viento.

La mayor variabilidad observada en el caso del PM_{10} en comparación con el $PM_{2.5}$ nos lleva a suponer que factores adicionales pueden estar jugando un papel: la resuspensión de las partículas, la variable meteorológica estacional y las actividades antrópicas locales. Tal tendencia también ha sido observada en estudios realizados en ciudades de características similares, donde el PM_{10} actuaría de forma más sensible ante eventos concretos y ante procesos físicos locales, mientras que el $PM_{2.5}$ expresaría un comportamiento más homogéneo y persistente en el tiempo (Querol et al., 2019; EPA, 2022).

4. Conclusiones

Los resultados obtenidos para el período 2015–2025 evidencian un incremento sostenido de la temperatura media anual en la ciudad de Portoviejo, lo que sugiere la intensificación del fenómeno de isla de calor urbano. Los resultados de este estudio sirven para respaldar la interrelación entre el fenómeno de calentamiento urbano y las condiciones de la calidad del aire en ciudades intermedias costeras, que, comparadas con las grandes ciudades, han sido el tipo de ambiente urbano analizado de manera más escasa. La identificación de asociaciones significativas estadísticamente para las temperaturas urbanas y los contaminantes atmosféricos se convierte en la oportunidad para que se integren en las políticas de calidad del aire y de planificación del territorio urbano estrategias de mitigación para los efectos que se siguen del fenómeno de isla de calor urbana.

A su vez, los valores medios de $PM_{2.5}$ y PM_{10} se mantuvieron por encima de los valores guía establecidos por la OMS, lo que está

en línea con el deterioro de la calidad del aire; la relación positiva moderada y que también es significativa entre temperatura urbana y las concentraciones en PA se observa que el incremento de temperatura del aire puede ser propicio para la acumulación de contaminantes atmosféricos y que, en contrapartida, puede limitar la dispersión en el ambiente urbano.

Bibliografía

- Arnfield, A. J. (2003). Two decades of urban climate research: A review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island. *International Journal of Climatology*, 23(1), 1–26. <https://doi.org/10.1002/joc.859>
- Arunab, K. S., & Mathew, A. (2024). Quantifying urban heat island and pollutant nexus: A novel geospatial approach. *Sustainable Cities and Society*, 101, 105117. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.105117>
- AQICN. (2025). Estación de calidad del aire — Portoviejo, 12 de Marzo, Ecuador (datos históricos del índice de calidad del aire). Air Quality Index. <https://aqicn.org/station/ecua-dor-portoviejo-12-de-marzo/es/>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2023). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (6th ed.). SAGE Publications. <https://us.sagepub.com/en-us/nam/research-design/book255675>
- Environmental Protection Agency. (2022). *Integrated science assessment (ISA) for particulate matter (final report)*. U.S. Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/isa/integrated-science-assessment-isa-particulate-matter>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2018). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill Education.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2023). *Resultados del Censo de Población y Vivienda 2022: Cantón Portoviejo*. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos, & Agencia Nacional de Tránsito. (2024). *Estadísticas del parque automotor en el Ecuador, 2000–2024*.

- <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-de-transporte>
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2023). Datos climatológicos históricos del Ecuador. <https://www.inamhi.gob.ec/>
- Li, X., Zhou, Y., Asrar, G. R., Imhoff, M., & Li, X. (2021). The surface urban heat island response to urban expansion: A panel analysis for the conterminous United States. *Science of the Total Environment*, 749, 141723. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141723>
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2023). Sistema Único de Información Ambiental (SUIA): Información climática y ambiental del Ecuador. <https://www.ambiente.gob.ec/suia/>
- Molina, L. T., & Molina, M. J. (2020). Air quality in megacities. World Scientific Publishing. <https://doi.org/10.1142/11355>
- Park, K., & Baik, J. J. (2024). Nonlinear changes in urban heat island intensity, urban breeze intensity, and urban air pollutant concentration with roof albedo. *Scientific Reports*, 14, 24911. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-76935-4>
- Piracha, A., & Chaudhary, M. T. (2022). Urban air pollution, urban heat island and human health: A review of the literature. *Sustainability*, 14(15), 9234. <https://doi.org/10.3390/su14159234>
- Portovial. (2025, mayo 29). La matriculación vehicular en Portoviejo crece 40 % y proyecta 70 000 vehículos hasta finales de 2025. *El Diario*. <https://www.eldiario.ec/portoviejo/matriculacion-vehicular-en-portoviejo-crece-40-y-proyecta-70-000-vehiculos-hasta-finales-del-2025-29052025>
- Querol, X., Alastuey, A., Pandolfi, M., Reche, C., Pérez, N., & Hopke, P. K. (2019). Monitoring the impact of air quality policies on PM_{2.5} and PM₁₀ levels. *Atmospheric Environment*, 213, 256–269. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2019.06.019>
- Santamouris, M. (2020). Recent progress on urban overheating and heat island research: Integrated assessment of the energy, environmental, vulnerability and health impact. *Energy and Buildings*, 207, 109482. <https://doi.org/10.1016/j.enbui.2019.109482>
- Silva, L. T., Oliveira, M., & Reis, C. (2022). Urban heat island and

air quality interactions: A
systematic review. Urban
Climate, 41, 101080.
[https://doi.org/10.1016/j.uclim
.2021.101080](https://doi.org/10.1016/j.uclim.2021.101080)

World Health Organization. (2021).
WHO global air quality
guidelines: Particulate matter
(PM_{2.5} and PM₁₀), ozone,
nitrogen dioxide, sulfur
dioxide and carbon monoxide.
[https://www.who.int/publicatio
ns/i/item/9789240034228](https://www.who.int/publications/i/item/9789240034228)