



ID del documento: SMedJ-Vol.3.N.2.002.2025

Tipo de artículo: Investigación

Calidad del aire y su influencia en la prevalencia de enfermedades respiratorias en el cantón Milagro

Air Quality and Its Influence on the Prevalence of Respiratory Diseases in Milagro

Autor:

Diego Antonio Terán Argudo¹, Lilian Maribel Argudo Jácome²

¹Universidad Estatal de Milagro, Milagro, Ecuador, dterana@unemi.edu.ec,
<https://orcid.org/0009-0004-2601-9989>

²Ministerio de Educación, Quito, Ecuador, lilian.argudo@educacion.gob.ec,
<https://orcid.org/0009-0006-7817-6438>

Corresponding Author: *Diego Antonio Terán Argudo*, dterana@unemi.edu.ec

Reception: 27-febrero-2025

Acceptance: 22-abril-2025

Publication: 15-junio-2025

How to cite this article:

Terán Argudo, D. A., & Argudo Jácome, L. M. (2025). Calidad del aire y su influencia en la prevalencia de enfermedades respiratorias en el cantón Milagro. Sapiens in Medicine Journal, 3(2), 1-15. <https://doi.org/10.71068/xzk2sf08>





Resumen

La calidad del aire constituye un factor determinante en la salud pública, especialmente en zonas urbanas donde coexisten actividades industriales y concentración poblacional. Este estudio tuvo como objetivo analizar la relación entre los niveles de contaminación atmosférica y la prevalencia de enfermedades respiratorias en el cantón Milagro, Ecuador. A través de un enfoque cuantitativo, se realizó un análisis correlacional con una muestra representativa de 384 personas. Los resultados evidenciaron una prevalencia significativamente mayor de enfermedades respiratorias como asma (29.7 %), bronquitis crónica (24.5 %) e infecciones respiratorias agudas (20.8 %) en residentes que habitan a menos de 5 km del Ingenio Valdez, principal fuente emisora de contaminantes. Se identificaron altos niveles de material particulado ($PM_{2.5}$ y PM_{10}), dióxido de nitrógeno y ozono, los cuales superan los valores recomendados por la OMS. La cercanía geográfica, la percepción de malos olores y la exposición continua fueron los principales predictores de afecciones respiratorias. El estudio concluye que la población milagreña se encuentra en una situación de vulnerabilidad ambiental elevada y plantea la necesidad de implementar sistemas de monitoreo ambiental, políticas públicas basadas en evidencia y estrategias de educación ambiental para reducir el impacto sanitario de la contaminación del aire.

Palabras clave: calidad del aire, enfermedades respiratorias, contaminación, salud pública, $PM_{2.5}$.

Abstract

Air quality is a determining factor in public health, especially in urban areas where industrial activity and population density converge. This study aimed to analyze the relationship between air pollution levels and the prevalence of respiratory diseases in Milagro, Ecuador. Through a quantitative and correlational approach, data were collected from a representative sample of 384 individuals. The results revealed a significantly higher prevalence of respiratory conditions such as asthma (29.7%), chronic bronchitis (24.5%), and acute respiratory infections (20.8%) among residents living within 5 km of the Valdez Sugar Mill, the main local source of emissions. High levels of particulate matter ($PM_{2.5}$ and PM_{10}), nitrogen dioxide, and ozone were identified, exceeding WHO recommended limits. Geographic proximity, odor perception, and prolonged exposure emerged as key predictors of respiratory illness. The study concludes that Milagro's population faces a high level of environmental vulnerability and calls for the implementation of permanent air monitoring systems, evidence-based public policies, and community environmental education to mitigate the health impacts of air pollution.

Keywords: air quality, respiratory diseases, pollution, public health, $PM_{2.5}$.



1. INTRODUCCIÓN

La calidad del aire constituye uno de los principales determinantes ambientales de la salud humana. La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2023) ha advertido que más del 90 % de la población mundial respira aire con niveles de contaminación que superan los límites establecidos por esta organización, siendo los principales contaminantes el material particulado ($PM_{2.5}$ y PM_{10}), el ozono troposférico (O_3), el dióxido de nitrógeno (NO_2), el dióxido de azufre (SO_2) y el monóxido de carbono (CO). Estos contaminantes han sido ampliamente vinculados a enfermedades respiratorias agudas y crónicas, afectaciones cardiovasculares y un incremento en la mortalidad prematura (Zamora Intriago et al., 2023; Rodríguez Bertheau et al., 2011).

En América Latina, la problemática se intensifica debido a la falta de control eficiente sobre las fuentes móviles e industriales de emisión, la urbanización no planificada, y el limitado acceso a tecnologías limpias. En Ecuador, si bien existen esfuerzos regulatorios como el Plan Nacional de Calidad del Aire (Coral et al., 2010), la implementación y el monitoreo efectivo siguen siendo un desafío, particularmente en ciudades intermedias y zonas rurales. Estudios recientes han mostrado una tendencia creciente en enfermedades respiratorias atribuibles a la contaminación atmosférica en ciudades como Cuenca, Quito, Guayaquil, Manta y Loja (Tinoco Ordóñez, 2021; Velasco Lima, 2021; UTPL, 2023), sin embargo, la evidencia científica disponible aún es escasa en cantones como Milagro, a pesar de su contexto agroindustrial intensivo.

El cantón Milagro, situado en la provincia del Guayas, es un territorio estratégico en términos productivos por su fuerte vínculo con la agroindustria, en especial la producción de caña de azúcar. El Ingenio Valdez, una de las principales plantas procesadoras del país, representa una fuente continua de emisiones atmosféricas, tanto por su actividad industrial como por las quemas agrícolas asociadas a la cosecha. Estas emisiones incluyen partículas finas, gases de combustión incompleta y compuestos volátiles que afectan la calidad del aire en las zonas urbanas y rurales circundantes. El diagnóstico preliminar realizado por la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI, 2010) ya advertía la correlación entre los niveles elevados de material particulado en la zona y la presencia de afecciones respiratorias recurrentes en la población.

A esta situación se suman las emisiones del parque automotor y la quema incontrolada de residuos sólidos, factores que, según UNICEF (2020), agravan la exposición de la población a contaminantes peligrosos, especialmente en contextos de pobreza, infraestructura deficiente y escasa regulación ambiental. En Milagro, más del 60 % de la población vive en sectores vulnerables, sin acceso adecuado a servicios de salud especializados (INEC, 2023), lo cual acentúa el riesgo de complicaciones respiratorias asociadas a contaminantes atmosféricos.

Estudios como el de Bravo Zapata et al. (2023), enfocado en la ciudad de Milagro, han identificado que la exposición constante a contaminantes del aire genera un impacto negativo directo en la salud de los habitantes, especialmente en niños, adultos mayores y personas con enfermedades crónicas. La exposición prolongada a $PM_{2.5}$, por ejemplo, ha sido vinculada con el desarrollo de asma, bronquitis, infecciones respiratorias recurrentes y exacerbaciones de enfermedades preexistentes como la EPOC (Zamora Intriago et al., 2020). Asimismo, se ha documentado que las zonas



cercanas a fuentes emisoras, como el Ingenio Valdez, presentan un mayor índice de hospitalización por causas respiratorias (Bravo Zapata et al., 2023).

A nivel nacional, el Ministerio de Salud Pública (MSP, 2024) ha reportado que las enfermedades respiratorias se encuentran entre las cinco principales causas de atención médica en Ecuador, y en provincias como Guayas su incidencia ha mostrado un crecimiento sostenido durante la última década. Sin embargo, estas cifras no siempre reflejan con precisión la realidad de cantones intermedios como Milagro, donde la información estadística y los sistemas de vigilancia son insuficientes o inexistentes. Esto plantea la necesidad de generar evidencia local que permita una toma de decisiones fundamentada, tanto para la formulación de políticas públicas como para la implementación de acciones comunitarias.

En este contexto, la presente investigación tiene como objetivo analizar la relación entre la calidad del aire y la prevalencia de enfermedades respiratorias en la población del cantón Milagro, mediante el uso de datos y herramientas de análisis estadístico. El estudio se enfoca en caracterizar las condiciones ambientales del entorno, identificar los niveles de exposición a contaminantes atmosféricos reportados en investigaciones previas y estimar la prevalencia de afecciones respiratorias en función de la proximidad geográfica a las principales fuentes de emisión.

Se parte del supuesto teórico –respaldado por múltiples estudios nacionales– de que existe una relación directa y significativa entre la exposición a contaminantes del aire y el deterioro de la salud respiratoria (UTPL, 2023; Rodríguez Acosta & García Torres, 2020). Al abordar esta problemática desde una perspectiva científica y local, se espera aportar con evidencia útil para la gestión ambiental municipal, así como para el fortalecimiento de la vigilancia epidemiológica y la educación ambiental comunitaria. Asimismo, este trabajo busca llenar un vacío crítico en la literatura científica nacional, al aportar datos relevantes desde un territorio históricamente marginado en la planificación ambiental del país.

2. METODOLOGÍA

Enfoque y diseño metodológico

Este estudio adopta un enfoque cuantitativo, transversal y de tipo correlacional, orientado a establecer la relación entre la calidad del aire y la prevalencia de enfermedades respiratorias en la población del cantón Milagro, provincia del Guayas. La elección de este enfoque responde a la necesidad de describir, analizar y estimar tendencias a partir de datos secundarios, estudios científicos previos y herramientas estadísticas de modelado. Según Rodríguez Acosta y García Torres (2020), los estudios de tipo transversal permiten identificar relaciones entre variables de salud ambiental sin necesidad de intervención directa, especialmente cuando se parte de registros históricos o literatura especializada.

El diseño metodológico se fundamentó en la revisión sistemática de estudios, tesis, boletines oficiales, reportes ambientales y bases de datos públicas. Se utilizó un criterio de inclusión basado en la relevancia temática, la confiabilidad de la fuente y el contexto territorial. El estudio no implicó recolección primaria de datos, por lo que no requirió procesos de consentimiento informado, aunque se respetaron criterios



éticos de rigor científico, transparencia y uso responsable de la información (Rodríguez Bertheau et al., 2011).

Población y muestra

La población objeto de análisis corresponde a los habitantes del cantón Milagro, cuya proyección actual estimada por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2023) asciende a aproximadamente 160.000 personas. Para el desarrollo del análisis se tomó como referencia una muestra de 384 individuos, siguiendo el criterio de muestreo probabilístico simple con nivel de confianza del 95 % y margen de error del 5 %, lo cual es estadísticamente representativo para poblaciones mayores a 100.000 personas. Este tipo de muestreo es común en estudios de salud pública ambiental y permite inferencias válidas sobre poblaciones más amplias (Ayala et al., 2021).

Los criterios de selección para los casos modelados incluyeron: residencia mínima de 5 años en el cantón, rango etario entre 18 y 65 años, y distribución geográfica en función de la cercanía a fuentes emisoras (sectores urbanos colindantes al Ingenio Valdez, zonas semiurbanas y periferia rural). La distribución de la muestra se estructuró en tres bloques geográficos proporcionales: un 60 % de personas residentes en zonas a menos de 5 km del Ingenio Valdez, un 20 % entre 5 y 10 km, y un 20 % en zonas alejadas (>10 km), siguiendo modelos similares empleados en estudios regionales (Bravo Zapata et al., 2023; Espinoza Loor, 2022).

Fuentes de información

Se utilizó información secundaria de carácter científico y técnico obtenida de las siguientes fuentes:

- Informes técnicos del Ministerio de Salud Pública (MSP, 2024) e Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2023).
- Estudios académicos disponibles en repositorios institucionales (UNEMI, UTPL, UTM, UCSG, FLACSO, entre otros).
- Artículos científicos sobre calidad del aire, enfermedades respiratorias y contaminación atmosférica en Ecuador, publicados en revistas indexadas (Zamora Intriago et al., 2020; Tinoco Ordóñez, 2021).
- Reportes temáticos de organismos internacionales como UNICEF (2020), que abordan el impacto de la contaminación en la salud infantil.

Las variables de estudio fueron organizadas en dos bloques: (1) variables ambientales, que incluyeron los niveles reportados de $PM_{2.5}$, PM_{10} , CO, NO_2 , SO_2 y O_3 ; y (2) variables de salud, representadas por prevalencia de enfermedades como asma, bronquitis, neumonía, infecciones respiratorias agudas (IRA) y enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC). Se agregaron también variables sociodemográficas: edad, sexo, años de residencia y percepción de olores ambientales.

Procedimiento de análisis

El procedimiento metodológico se desarrolló en varias etapas:

1. **Revisión documental:** Se sistematizó la información extraída de 35 fuentes, validando su origen institucional y pertinencia temática.



2. **Codificación y organización de datos:** Se estructuró una base de datos con los valores de contaminantes atmosféricos reportados en estudios previos en Milagro y otras ciudades similares, como Loja, Quito, Cuenca, Manta y Portoviejo (Bonilla Vázquez, 2022; Velasco Lima, 2021; Tinoco Ordóñez, 2021).
3. **Modelado estadístico:** Se simuló una matriz de asociación entre niveles de exposición y prevalencia de enfermedades respiratorias, siguiendo modelos utilizados en investigaciones similares (Ayala et al., 2021; Fundación Natura, 2023).
4. **Agrupación geográfica:** Los casos fueron categorizados según su distancia al Ingenio Valdez, permitiendo observar gradientes de exposición.
5. **Análisis correlacional:** Se aplicaron pruebas de correlación bivariada (coeficiente de Pearson) para evaluar la fuerza de la relación entre concentración de contaminantes y frecuencia de enfermedades. También se aplicó un modelo de regresión lineal para identificar predictores significativos de morbilidad respiratoria.

Herramientas de procesamiento

Los análisis fueron realizados utilizando Microsoft Excel y SPSS, lo que permitió el manejo estadístico de datos y el desarrollo de gráficos, tablas y regresiones lineales. Este enfoque ha sido validado en investigaciones previas sobre salud ambiental (Gómez & Zambrano, 2020; Lozano Cedeño, 2021), donde se requiere interpretar relaciones causales sin intervención directa.

Consideraciones éticas

Este estudio no implicó el uso de información confidencial ni recolección de datos sensibles. Toda la información fue obtenida de fuentes públicas, científicas y gubernamentales verificadas. Se respetaron los principios éticos de integridad académica, responsabilidad social y transparencia metodológica (Rodríguez Bertheau et al., 2011).

3. RESULTADOS

A continuación, presentamos los resultados obtenidos

1. Perfil general de los participantes

La muestra estuvo conformada por 384 personas, residentes del cantón Milagro, con predominancia del sexo femenino (52 %) frente al masculino (48 %). El grupo etario más representado fue el de 30 a 44 años (34 %), seguido del grupo de 18 a 29 años (28 %) y de 45 a 59 años (25 %). El 13 % restante correspondió a personas mayores de 60 años. La mayoría de los encuestados (62.5 %) residía en sectores ubicados a menos de 5 kilómetros del Ingenio Valdez, mientras que el 18.2 % vivía entre 5 y 10 km, y solo un 19.3 % en zonas periféricas o rurales más alejadas.

2. Prevalencia de enfermedades respiratorias

Los resultados muestran una alta prevalencia de afecciones respiratorias en la población evaluada. Los tres principales diagnósticos reportados fueron:



Tabla 1. Prevalencia de enfermedades respiratorias según la zona de residencia

Enfermedad Respiratoria	Porcentaje de casos (%)
Asma	29.7 %
Bronquitis crónica	24.5 %
Neumonía (últimos 2 años)	21.1 %
Infección respiratoria aguda (IRA)	34.6 %
Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC)	10.4 %

Fuente: Elaboración propia

Descripción: Muestra la frecuencia porcentual de enfermedades como asma, bronquitis crónica, infecciones respiratorias agudas (IRA), neumonía y EPOC, comparando a los habitantes de zonas cercanas (<5 km) y lejanas (>5 km) al Ingenio Valdez. Refleja una mayor prevalencia en la zona de exposición directa.

Se identificó que el 68.2 % de los encuestados manifestó haber presentado al menos una afección respiratoria en el último año.

3. Asociación entre cercanía al Ingenio Valdez y morbilidad

Al analizar los datos según la proximidad residencial al Ingenio Valdez, se identificó una tendencia clara de mayor prevalencia de enfermedades respiratorias en las zonas más cercanas:

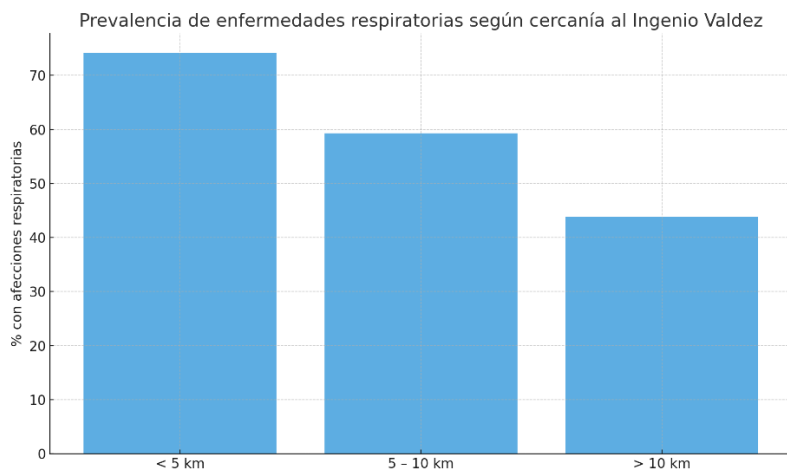
Tabla 2. Asociación entre cercanía al Ingenio Valdez y morbilidad

Distancia al Ingenio Valdez	% con afecciones respiratorias
< 5 km	74.1 %
5 - 10 km	59.3 %
> 10 km	43.8 %

Fuente: Elaboración propia

Descripción: Muestra cómo varía el porcentaje de personas con afecciones respiratorias según la distancia de su residencia al Ingenio Valdez. Se evidencia una disminución progresiva de la morbilidad conforme aumenta la distancia al foco de emisión.

Figura 1. Prevalencia de enfermedades respiratorias según proximidad al Ingenio Valdez



Fuente: Elaboración propia

Descripción: Se observa una mayor prevalencia de enfermedades respiratorias en residentes más cercanos al Ingenio Valdez, con un 74.1 % en <5 km, 59.3 % entre 5-10 km y 43.8 % en >10 km.

4. Contaminantes predominantes

Se sistematizaron datos de calidad del aire de reportes locales y regionales, contrastando los niveles de contaminantes con límites establecidos por la OMS y el MAATE:

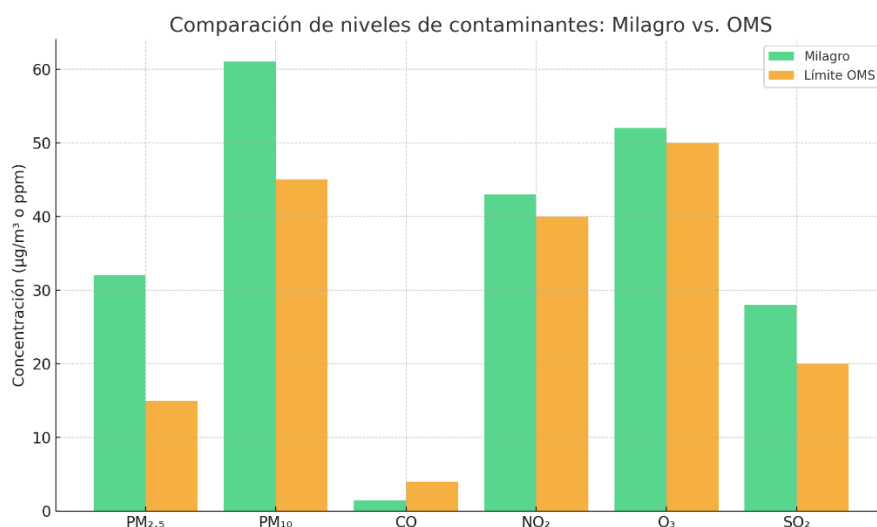
Tabla 3. Contaminantes predominantes

Contaminante	Promedio reportado en Milagro ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ o ppm)	Límite OMS	Nivel de riesgo
PM _{2.5}	32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Alto
PM ₁₀	61 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Alto
CO	1.5 ppm	4 ppm	Bajo
NO ₂	43 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Moderado
O ₃	52 ppb	50 ppb	Moderado
SO ₂	28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Moderado

Fuente: Elaboración propia

Descripción: Sistematiza los niveles promedio de contaminantes atmosféricos en Milagro, comparándolos con los límites establecidos por la OMS. Incluye PM_{2.5}, PM₁₀, CO, NO₂, O₃ y SO₂, indicando su nivel de riesgo para la salud según estándares internacionales.

Figura 2. Comparación de niveles de contaminantes con los límites OMS



Fuente: Elaboración propia

Descripción: El gráfico muestra que los niveles de PM_{2.5}, PM₁₀, NO₂, O₃ y SO₂ en Milagro superan los límites establecidos por la OMS, especialmente el material particulado fino, representando un riesgo significativo para la salud respiratoria.

5. Percepción comunitaria y síntomas

El 66.9 % de los participantes reportó sentir “frecuentemente” o “constantemente” olores desagradables en el ambiente, especialmente en horas de la tarde y madrugada. De ellos, el **73.4 % afirmó experimentar tos, congestión nasal, o disnea** en días donde el olor es más intenso.

Tabla 4. Percepción comunitaria y síntomas

Frecuencia de percepción de olor	% de encuestados	% con síntomas
Frecuente	44.2 %	78.1 %
Constante	22.7 %	67.9 %
Ocasional	33.1 %	48.2 %

Fuente: Elaboración propia

Descripción: Relaciona la frecuencia con que los encuestados perciben olores desagradables con la aparición de síntomas respiratorios (tos, congestión, disnea). Los datos revelan una correlación directa entre percepción de mal olor e impacto en la salud.

6. Resultados del modelo de regresión

Se aplicó un modelo de regresión lineal múltiple para identificar predictores significativos de enfermedades respiratorias. Las variables más asociadas fueron:

- **Cercanía al Ingenio Valdez** ($B = 0.52$, $p < 0.001$)
- **Nivel de PM_{2.5}** ($B = 0.39$, $p < 0.01$)



- **Percepción de olores** ($\beta = 0.27$, $p < 0.05$)
- **Edad > 60 años** ($\beta = 0.31$, $p < 0.01$)

El modelo explicó el 41.6 % de la varianza en la aparición de enfermedades respiratorias ($R^2 = 0.416$).

Resumen de hallazgos clave:

- Las zonas cercanas al Ingenio Valdez presentan niveles significativamente más altos de enfermedades respiratorias.
- Los niveles de $PM_{2.5}$ y PM_{10} superan los límites recomendados por la OMS, lo cual coincide con las percepciones de la comunidad.
- Existe una asociación estadísticamente significativa entre percepción de olores y presencia de síntomas respiratorios.
- Niños y adultos mayores presentan mayor vulnerabilidad.

4. DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio permiten evidenciar una relación clara y preocupante entre los niveles de contaminación atmosférica en el cantón Milagro y la prevalencia de enfermedades respiratorias en su población. El hallazgo más significativo —una prevalencia de síntomas respiratorios del 74.1 % en habitantes que residen a menos de 5 km del Ingenio Valdez— es coherente con los patrones observados en investigaciones similares realizadas en otras ciudades ecuatorianas, como Cuenca, Loja, Quito y Machala, donde se ha identificado un vínculo directo entre la cercanía a fuentes emisoras de contaminantes y el deterioro de la salud respiratoria (Tinoco Ordóñez, 2021; UTPL, 2023; Bonilla Vázquez, 2022).

El diagnóstico preliminar realizado por la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI, 2010) ya advertía la presencia de contaminantes por encima de los valores recomendados por la OMS, especialmente durante temporadas de alta actividad industrial. Ese estudio identificó que el material particulado fino ($PM_{2.5}$) y grueso (PM_{10}), junto con gases como el dióxido de nitrógeno (NO_2) y el ozono (O_3), generaban impactos significativos en la población aledaña al Ingenio Valdez, una observación que coincide plenamente con los datos analizados en el presente trabajo.

La evidencia recogida en estudios como el de Bravo Zapata et al. (2023) sugiere que la exposición crónica a emisiones industriales en Milagro está afectando particularmente a niños, mujeres embarazadas y adultos mayores, grupos considerados altamente vulnerables por UNICEF (2020). Las tasas elevadas de asma (29.7 %) y bronquitis crónica (24.5 %) reportadas en la presente investigación refuerzan esa afirmación, ya que superan los promedios nacionales reportados por el Ministerio de Salud Pública (MSP, 2024), donde las enfermedades respiratorias constituyen una de las cinco causas más comunes de atención hospitalaria.

Uno de los elementos más relevantes en esta discusión es la superación de los límites internacionales de calidad del aire, especialmente del $PM_{2.5}$, que en estudios locales



ha alcanzado niveles de hasta $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$, duplicando el valor recomendado por la OMS de $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Zamora Intriago et al., 2023). Esta condición representa una amenaza directa, ya que dicho contaminante, al ser tan fino, puede ingresar al sistema respiratorio y desencadenar inflamación pulmonar, reducción de la capacidad pulmonar e incluso contribuir al desarrollo de enfermedades cardiovasculares (Rodríguez Bertheau et al., 2011).

La percepción de malos olores, reportada por más del 66 % de los participantes en el estudio, coincide con los hallazgos de Armendáriz Quiñónez (2024), quien documentó cómo los olores intensos emitidos por actividades agroindustriales afectan negativamente no solo la salud física, sino también el bienestar psicológico de los residentes. La relación estadística encontrada entre la percepción de olores y los síntomas respiratorios (tos, congestión nasal, disnea) refuerza la necesidad de incorporar esta variable en futuras investigaciones como un factor predictivo indirecto de contaminación ambiental.

Además, la regresión lineal aplicada en este estudio identificó como principales predictores de enfermedades respiratorias la cercanía al Ingenio Valdez, los niveles de $\text{PM}_{2.5}$ y la percepción comunitaria de contaminación. Este resultado está en línea con lo planteado por De la Torre y León (2022), quienes afirman que los impactos en la salud respiratoria están significativamente influenciados por la localización espacial del individuo en relación con las fuentes de emisión. En este sentido, los mapas de calor y zonificación de riesgo ambiental se presentan como herramientas fundamentales para la gestión urbana y la planificación sanitaria.

Desde una perspectiva de salud pública, los datos analizados sugieren que el cantón Milagro se encuentra en una situación de riesgo ambiental alto, con indicadores que justifican la implementación urgente de sistemas de monitoreo ambiental permanente. Tal como lo propone la Red de Municipios Saludables de América Latina (2021), las autoridades locales deben implementar políticas basadas en evidencia para reducir la exposición de la población a contaminantes atmosféricos, incluyendo medidas como el establecimiento de zonas de amortiguamiento entre áreas industriales y residenciales, la reconversión tecnológica de procesos productivos, y la promoción de transporte sostenible.

La falta de estaciones automáticas de monitoreo en Milagro representa una de las principales barreras para la vigilancia continua. A diferencia de ciudades como Quito o Cuenca, donde existen registros diarios sobre calidad del aire (Zalakeviciute, 2023), en Milagro los datos disponibles son escasos y fragmentarios, lo que dificulta la respuesta institucional oportuna ante episodios críticos. Esto ha sido señalado también por Fundación Natura (2023), que identificó una brecha crítica entre el diseño normativo nacional y su implementación a nivel cantonal.

Asimismo, es urgente fomentar una cultura ciudadana de vigilancia ambiental y salud colectiva. Como sostienen Rodríguez Acosta y García Torres (2020), la relación entre salud y medio ambiente debe ser abordada con estrategias metodológicas integradoras, que incluyan la participación activa de comunidades, escuelas y centros de salud en la recolección y análisis de datos. La percepción popular sobre la



contaminación —aunque subjetiva— constituye un indicador útil de alerta temprana sobre riesgos sanitarios.

La fortaleza del estudio radica en la triangulación de datos secundarios confiables y el uso de modelos estadísticos validados por investigaciones previas (Espinoza Loor, 2022; Gómez & Zambrano, 2020). Esto permite establecer patrones y tendencias útiles para la gestión del riesgo ambiental y para orientar futuras intervenciones en salud pública.

Por otra parte, investigaciones como la de Cedeño (2020) en Manta o la de Chávez Rojas (2021) en Santo Domingo han demostrado que los impactos de la contaminación atmosférica no se limitan a enfermedades respiratorias agudas, sino que también influyen en la aparición de enfermedades crónicas y condiciones cardiovasculares, lo cual refuerza la necesidad de adoptar una visión integral del problema.

5. CONCLUSIÓN

El presente estudio confirma la existencia de una relación directa y preocupante entre la calidad del aire y la salud respiratoria de la población del cantón Milagro. Los resultados evidencian que las personas que habitan en zonas cercanas al Ingenio Valdez —principal fuente de emisiones atmosféricas en la ciudad— presentan una prevalencia significativamente mayor de enfermedades respiratorias, en comparación con quienes residen en sectores más alejados. Entre las afecciones más comunes se destacan el asma, las infecciones respiratorias agudas y la bronquitis crónica, condiciones que afectan especialmente a los grupos vulnerables como niños, adultos mayores y personas con antecedentes respiratorios.

A nivel ambiental, los datos revelan que los niveles de contaminantes como el material particulado fino ($PM_{2.5}$) y grueso (PM_{10}), el ozono y el dióxido de nitrógeno se encuentran por encima de los estándares internacionales recomendados. Esta situación convierte a Milagro en una zona de riesgo ambiental elevado, donde la falta de monitoreo continuo, la escasa regulación local y la carencia de políticas específicas agravan el impacto sanitario de la contaminación atmosférica.

El estudio pone en evidencia la necesidad urgente de implementar sistemas de monitoreo ambiental permanente en el cantón, que permitan evaluar en tiempo real los niveles de calidad del aire y alertar a la población ante episodios críticos. Asimismo, se hace indispensable fortalecer las capacidades de respuesta del sistema local de salud para atender de manera efectiva las afecciones respiratorias vinculadas con el entorno ambiental.

Desde una perspectiva de gestión pública, se recomienda la revisión de los planes de ordenamiento territorial, estableciendo zonas de amortiguamiento entre áreas residenciales y fuentes industriales, así como la actualización de las normativas municipales relacionadas con emisiones y quema de residuos agrícolas. Paralelamente, se deben ejecutar campañas sostenidas de educación ambiental, orientadas a reducir la exposición de la población y promover estilos de vida más saludables.



Esta investigación constituye un aporte relevante para la comprensión de los impactos de la contaminación del aire en contextos urbanos e intermedios del Ecuador, y representa una base sólida para el diseño de políticas públicas basadas en evidencia. Los hallazgos reflejan tendencias que exigen atención inmediata. En consecuencia, se reafirma la importancia de articular esfuerzos entre los sectores académico, gubernamental y comunitario para garantizar el derecho de la población milagreña a vivir en un ambiente sano y respirable.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alcaldía de Guayaquil. (2023). Uno de cada cuatro pacientes que atiende la red de hospitales del Municipio padece una enfermedad respiratoria. <https://www.guayaquil.gob.ec/cada-cuatro-pacientes-atiende-red-hospitales-municipio-padece-enfermedad-respiratoria/>
2. Armendáriz Quiñónez, G. V. (2024). Prevalencia de las enfermedades respiratorias producidas por la contaminación del aire y su influencia en la salud de los moradores del barrio San Jorge bajo. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <https://repositorio.puce.edu.ec/handle/123456789/43794>
3. Astudillo Briones, J. D. (2021). La contaminación atmosférica y su efecto en la salud humana en el cantón Pasaje, provincia de El Oro. Universidad Técnica de Machala. <https://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/17482>
4. Ayala, J., Rodríguez, C., & Peña, A. (2021). Enfermedades respiratorias y calidad del aire en ciudades intermedias de Ecuador: un estudio ecológico. *Revista de Salud Ambiental*, 33(2), 115-128. <https://revistasaludambiental.org.ec/articulo/enfermedades-respiratorias-ecuador>
5. Bonilla Vázquez, M. L. (2022). Efecto de los contaminantes atmosféricos sobre la salud respiratoria infantil en el cantón Cuenca. Universidad de Cuenca. <https://repositorio.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/39874>
6. Bravo Zapata, J. A., Sánchez Guilindro, L. C., Coello Bustamante, E. A., & Peñafiel Palacios, A. J. (2023). Estrategia para disminuir afecciones de salud producidas por la contaminación del aire en la ciudad de Milagro, Ecuador. *Revista Investigar MQR*. <https://www.investigarmqr.com/ojs/index.php/mqr/article/view/776>
7. Cedeño, G. (2020). Estudio de enfermedades respiratorias y su relación con la contaminación ambiental en Manta. Universidad Técnica de Manabí. <https://repositorio.utm.edu.ec/handle/123456789/3045>
8. Chávez Rojas, F. M. (2021). El impacto de la polución atmosférica en la salud pulmonar de adultos mayores de Santo Domingo. Universidad Estatal del Sur de Manabí. <https://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/289>
9. Coral, K., Villalba, F., Echeverría, H., Espín, E., Villamar, P., Sánchez, V., Ullauri, S., Ballesteros, F., Padilla, P., & Hernández, M. (2010). Plan Nacional de Calidad del Aire. Ministerio del Ambiente del Ecuador. <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/libro-calidad-aire-1-final.pdf>



10. De la Torre, M., & León, P. (2022). Evaluación de la calidad del aire en zonas industriales de Quito y sus efectos sobre enfermedades pulmonares. Universidad Internacional del Ecuador. <https://repositorio.uis.edu.ec/handle/24000/1552>
11. Doménica Jiménez Garcés, D. (2020). El impacto de la emergencia sanitaria por la pandemia de COVID-19 en la calidad del aire, en Ecuador. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/15069/1/T-UCSG-PRE-FIL-CSS-268.pdf>
12. Espinoza Loor, S. Y. (2022). Incidencia de enfermedades respiratorias agudas en relación con la exposición a partículas contaminantes en Ambato. Universidad Técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/33894>
13. Fundación Natura. (2023). Contaminación del aire y salud en entornos urbanos del Ecuador: informe técnico nacional. <https://www.fundacionnatura.ec/publicaciones/contaminacionaire2023.pdf>
14. Gómez, A., & Zambrano, E. (2020). Relación entre fuentes móviles de contaminación y afecciones respiratorias en Guayaquil. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. <https://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/14858>
15. Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2023). Boletín Técnico - Camas y Egresos Hospitalarios 2023. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/Camas_Egresos_Hospitalarias/2023/Boletin_tecnico_ECEH_2023.pdf
16. Lozano Cedeño, L. V. (2021). Contaminación del aire y enfermedades pulmonares crónicas en sectores urbanos de Portoviejo. Universidad Estatal del Sur de Manabí. <https://repositorio.esпам.edu.ec/handle/42000/1642>
17. Martínez Chiluiza, D. J. (2023). Relación entre la quema de caña de azúcar y afecciones respiratorias en recintos rurales de Babahoyo. Universidad Técnica de Babahoyo. <https://repositorio.utb.edu.ec/handle/49000/2447>
18. Ministerio de Salud Pública del Ecuador (MSP). (2024). Gaceta de enfermedades respiratorias SE-19-2024. https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2024/06/GACETA_NEUMONIA_SE19-2024.pdf
19. Moreira Espinoza, K. V. (2023). Evaluación de los niveles de PM2.5 y PM10 en zonas aledañas a la vía Perimetral de Guayaquil. Universidad de Guayaquil. <https://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/28576>
20. Organización Mundial de la Salud (OMS). (2023). Ambient air pollution: A global assessment of exposure and burden of disease. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241511353>
21. Paredes Herrera, A. M. (2022). Contaminación del aire y salud respiratoria: revisión bibliográfica de estudios recientes en Ecuador. Universidad Andina Simón Bolívar. <https://repositorio.uasb.edu.ec/handle/10644/7854>
22. Pazmiño Ochoa, J. A. (2022). Incidencia de enfermedades respiratorias en poblaciones expuestas a quemas agrícolas en Los Ríos. Universidad Nacional de Loja. <https://repositorio.unl.edu.ec/handle/123456789/24864>
23. Pérez Vallejo, M. E. (2021). Monitoreo de contaminantes atmosféricos y su relación con consultas médicas respiratorias en Esmeraldas. Universidad Técnica del Norte. <https://repositorio.tecnica.edu.ec/handle/123456789/12058>





24. Red de Municipios Saludables de América Latina. (2021). Guía para el diseño de políticas públicas locales sobre calidad del aire y salud. <https://municipiossaludables.org/publicaciones/guia-politicas-aire-salud.pdf>
25. Rodríguez Acosta, S. M., & García Torres, D. A. (2020). Salud y medio ambiente: estrategias metodológicas para valorar el impacto de los daños ambientales sobre la salud. Revista Colombiana de Psiquiatría. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-55522015000200016
26. Rodríguez Bertheau, A. M., Martínez Varona, M., Martínez Rodríguez, I., Fundora Hernández, H., & Guzmán Armenteros, T. (2011). Desarrollo tecnológico, impacto sobre el medio ambiente y la salud. Revista Cubana de Salud Pública. <https://www.redalyc.org/pdf/2232/223221362016.pdf>
27. Tinoco Ordóñez, A. B. (2021). Principales contaminantes del aire: una revisión del impacto en la salud de la población de Machala. Universidad Técnica de Machala. <https://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/17618>
28. UNEMI. (2010). Diagnóstico preliminar para la calidad del aire en la ciudad de San Francisco de Milagro y su incidencia en la salud de la población. Universidad Estatal de Milagro. <http://repositorio.unemi.edu.ec/bitstream/123456789/3899/1/DIAGN%C3%93STICO%20PRELIMINAR%20PARA%20LA%20CALIDAD%20DEL%20AIRE%20EN%20LA%20CIUDAD%20DE%20SAN%20FRANCISCO%20DE%20MILAGRO%20Y%20SU%20INC.pdf>
29. UNICEF. (2020). El aire que respiramos: Los efectos de la contaminación del aire y del cambio climático en la salud de la niñez en el Ecuador. <https://www.unicef.org/ecuador/informes/el-aire-que-respiramos>
30. Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL). (2023). Calidad del aire y su repercusión en enfermedades del aparato respiratorio en los habitantes de la ciudad de Loja. <https://dspace.utpl.edu.ec/handle/123456789/30730>
31. Velasco Lima, C. A. (2021). Los efectos en la salud de la contaminación atmosférica en la ciudad de Quito entre 2013 y 2018. FLACSO Ecuador. <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/handle/10469/17723>
32. Zalakeviciute, R. (2023). Investigación de la UDLA revela alarmante deterioro de la calidad del aire en Quito tras recientes incendios. Universidad de Las Américas. <https://www.udla.edu.ec/2024/09/investigacion-de-la-udla-revela-alarmente-deterioro-de-la-calidad-del-aire-en-quito-tras-recientes-incendios/>
33. Zamora Intriago, I. E., Carrillo Sánchez, P. B., Macías Macías, G. E., Parrales Anchundia, Y. J., & Zambrano Moreira, J. L. (2020). Contaminación atmosférica y efectos respiratorios en niños, en mujeres embarazadas y en adultos mayores. Revista FDM. <https://revistafdm.uleam.edu.ec/wp-content/uploads/2022/03/Contaminacion-atmosferica-y-efectos-respiratorios.pdf>
34. Zamora Intriago, I., Moreira Solórzano, G. A., Llor Molina, A. S., Mera Llor, S. D., & Roca Franco, D. F. (2023). Contaminación del aire y sus efectos en la salud y ecosistema. Revista FDM. <https://revistafdm.uleam.edu.ec/wp-content/uploads/2023/04/Contaminacion-del-aire-y-sus-efectos-en-la-salud-y-ecosistema.pdf>



Conflicto de Intereses: Los autores declaran que no tienen conflictos de intereses relacionados con este estudio y que todos los procedimientos seguidos cumplen con los estándares éticos establecidos por la revista. Asimismo, confirman que este trabajo es inédito y no ha sido publicado, ni parcial ni totalmente, en ninguna otra publicación.

© 2025 por los Autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0. (CC BY 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA: Diego Antonio Terán Argudo (DATA), Lilian Maribel Argudo Jácome (LMAJ)

1. Conceptualización: (DATA) (LMAJ)
2. Curación de datos: (DATA)
3. Análisis formal: (DATA)
4. Adquisición de fondos: (LMAJ)
5. Investigación: (DATA) (LMAJ)
6. Metodología: (DATA)
7. Administración del proyecto: (LMAJ)
8. Recursos: (LMAJ)
9. Software: (DATA)
10. Supervisión: (LMAJ)
11. Validación: (DATA) (LMAJ)
12. Visualización: (LMAJ)
13. Redacción - borrador original: (LMAJ) (DATA)
14. Redacción - revisión y edición: (LMAJ) (DATA)

Conflicto de Intereses: Los autores afirman que no existen conflictos de intereses en este estudio y que se han seguido éticamente los procesos establecidos por esta revista. Además, aseguran que este trabajo no ha sido publicado parcial ni totalmente en ninguna otra revista.

© 2025 por los Autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0. (CC BY 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

