

ECONOMÍA INFORMAL Y CALIDAD DEL AIRE EN LA PRIMERA INFANCIA EN LIMA, 2002-2022Informal economy and air quality in early childhood in
Lima, 2002-2022**Anderson Eduardo Huayna Castro**Universidad Nacional Mayor de San
Marcos. Lima, Perú.

anderson.huayna@unmsm.edu.pe

 <https://orcid.org/0000-0003-3293-0600>**Carlos Alberto Choquehuanca****Saldarriaga**Universidad Inca de Garcilaso
de la Vega, Peru.

cchoquehuanca@unmsm.edu.pe

 <https://orcid.org/0000-0002-2734-5362>

Este trabajo está depositado en Zenodo:

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15467652>**RESUMEN**

Se propone comprender la economía informal en Perú como un factor del aumento de los valores de la contaminación, por causa de las dificultades regulatorias que implica intervenir sectores con bajos recursos con fines ambientales. De este modo, la informalidad y la pobreza resultarían en un factor de la grave crisis del aire que sufre el país, la más grave en América del Sur la cual, a su vez, es un factor de niveles crecientes de morbilidad y deceso en la primera infancia. Para demostrar esta cadena de factores, esta investigación tuvo como objetivo comparar la data sobre informalidad, aumento de la actividad contaminante en el sector informal y determinar una diferencia de la calidad del aire en la primera infancia en Lima Metropolitana (Sur, Norte y Este) entre los periodos 2002-2011 y 2012-2021, en consideración de normativas hasta el 2022 para reducir los niveles de carbono. Los resultados muestran que sí hubo una diferencia importante, aunque no significativa, en contra de la contaminación del aire en pruebas tomadas en unidades materno-infantiles y de la primera infancia en Lima Metropolitana, entre los periodos señalados. Aunque aún se está lejos de alcanzar los mínimos exigidos por la OMS, se concluye que el factor "economía informal" es insuficiente para comprender la factorización del fenómeno.

Palabras claves: Economía informal, contaminación del aire, morbilidad infantil, política gubernamental, salud pública.

ABSTRACT

It is proposed to understand the informal economy in Peru as a factor in the increase in pollution levels, due to the regulatory difficulties involved in intervening in low-income sectors for environmental purposes. In this way, informality and poverty would result in a factor in the serious air crisis that the country is suffering, the most serious in South America, which, in turn, is a factor in increasing levels of morbidity and death in early childhood. To demonstrate this chain of factors, this research aimed to compare data on informality, increased polluting activity in the informal sector and determine a difference in air quality in early childhood in Metropolitan Lima between the periods 2002-2011 and 2012-2021, in the absence of important public policies until 2022 to reduce carbon levels. The results show that there was a significant difference in air pollution favorable to the air quality of early childhood in Metropolitan Lima, between the periods indicated, so, although we are still far from reaching the minimum requirements of the WHO, it is concluded that the informality factor is insufficient to understand the factoring of the phenomenon.

Keywords: Informal economy, air pollution; childhood morbidity, government policy, public health.

INTRODUCCIÓN

Primera aproximación: El problema medio-ambiental y socioeconómico de la contaminación del aire en Lima.

Lima es considerada en este momento la ciudad con mayores niveles de emisión de carbonos, y aire contaminado en general, de América del Sur (Montaño, 2023). Esta situación ha llevado al gobierno nacional, organismos internacionales y agencias de cooperación a definir políticas de saneamiento. Para ello, este manuscrito considera fundamental el desarrollo de diagnósticos acertados, que no solo den cuenta de los niveles de contaminación, sus efectos en la salud de los habitantes, a partir de sus fuentes directas, como automotores, pequeño-industrias y quema de desperdicios (Guevara Mamani et al., 2023), sino también las dinámicas de las prácticas sociales que provocan el fenómeno, como la densidad urbano-demográfica, los hábitos de higiene y la economía informal no regulada. En otras palabras, este manuscrito se inscribe dentro de la pregunta “cuáles son los fenómenos de naturaleza sociológica que sirven de contexto a las actividades económicas que provocan la contaminación”.

En este sentido, se parte de la premisa de que la economía informal, la cual alcanza un 75.5 % de la actividad económica nacional, tanto en el agro, la minería, como en prestación de servicios urbanos, es un factor del proceso de contaminación del aire, cuyos efectos pueden ser medidos en la población de la primera infancia durante un decenio de acción contaminante.

Para observar esta hipótesis, se utiliza el principio de evaluación de políticas públicas *before-after* por el cual, al colocar dos variables en el tiempo, con relativa autonomía facto-

rial una de la otra, es posible determinar el efecto sobre la variable dependiente, mediante el reconocimiento de un quiebre temporal (Bobrow, 2008; Laws & Hajer, 2008)

Esta investigación aprovecha un momento especial en la coyuntura urbana limeña en el que es posible observar factores de aumento de la informalidad económica, producto de la crisis, en ausencia de importantes políticas de reducción de carbonos, y en el que es posible comparar dos periodos separados por un decenio. Lin et al. (2014) sostienen que la gobernanza de un país puede tener efectos generalizados en la salud de su población. Por ello, esta investigación recupera datos, precisamente hasta 2022, el mismo año en que luego se iniciará un esfuerzo gubernamental, apoyado por la cooperación internacional, con el fin de revertir las emisiones de carbono en el aire limeño (Ministerio de Transporte y comunicaciones, Ministerio de Ambiente, 2022; Comisión multisectorial para la gestión de la iniciativa del aire limpio para Lima y Callao, 2019; Minam, 2019)

La primera infancia: importancia metodológica y humana.

La primera infancia comprende desde la etapa prenatal hasta los cinco años. Es un periodo fundamental en el desarrollo de toda persona, ya que toda experiencia que un niño tenga desde temprana edad se transformará en habilidades y conocimientos que condicionarán su desarrollo intelectual, emocional, cultural y social (United Nations Children's Fund, Unicef, 2019). En términos de la investigación en ciencias sociales, este periodo es muy valioso puesto que desde el tiempo prenatal hasta el primer año de vida, los organismos internacionales convienen en que los factores ambientales sobre la morbilidad son asignables fundamentalmente al proceso de gestación y a la relación con la madre y que, por lo tanto, la morbilidad ambiental es un

factor objetivamente identificable, con independencia de otros factores que suelen incorporarse en el tiempo de vida. Del 1er año a los 5 años de edad, el infante se expone aun más a factores ambientales de mayor ponderabilidad. De tal modo que la morbilidad por causa ambiental socioeconómica, como la desnutrición, la malnutrición, la falta de medicamentos o de componentes químicos asociables a la estabilidad de la vida, como por causa medio-ambiental, como la calidad del aire y la calidad del agua, impactan peligrosamente la fragilidad de los infantes de este rango etario. La FAO establece este período como idóneo para la identificación de prevalencia de desnutrición y otros factores de morbilidad y mortalidad, precisamente por la argumentado: es un medio para identificar los problemas ambientales socioeconómicos y medio-ambientales de una sociedad o conglomerado urbano en su conjunto (FAO, 2013).

Además, la ciencia ha demostrado que el desarrollo humano es altamente sensible a las influencias ambientales durante la primera infancia, comenzando en el útero y con efectos para toda la vida (Shonkoff et al. 2009). Durante el período que va desde la gestación, hasta los cinco años de vida, se sientan las bases de la salud física y mental de los seres humanos (Cousiño & Foxley, 2011). Respirar aire contaminado puede romper barreras que resultan cruciales para el desarrollo cerebral del niño, lo que puede causar la pérdida de tejido neuronal. Y, sin embargo, en todo el mundo, alrededor de 300 millones de niños viven en zonas en las que el aire es tóxico, con tasas de contaminación hasta seis veces superiores a los límites internacionales (Unicef, 2017).

El riesgo principal de la exposición a la contaminación en la primera infancia es que va en contra del trabajo realizado en favor de los niños mediante la mejora de la nutrición,

la educación y la salud. Dado que la contaminación reduce el potencial de aprendizaje de los pequeños y su capacidad de desarrollarse, los lleva a padecer enfermedades y a vivir en la pobreza (Landrigan, 2018). A nivel mundial en el 2016, una de cada ocho muertes fue atribuible a los efectos de la contaminación del aire, lo que conduce a un total de siete millones de muertes (Organización Mundial de la Salud, OMS, 2018).

La contaminación del aire está relacionada con la neumonía y otras enfermedades respiratorias responsables de casi una de cada 10 muertes de niños menores de 5 años, lo que convierte este tipo de contaminación en uno de los mayores peligros para la salud infantil (Unicef, 2017). La salud física y mental está ligada a condiciones en las que se desenvuelve un niño incluyendo el aire que respira (Dunn & Hayes, 2000).

La contaminación del aire en Lima: importancia de la evaluación

Air Quality Life Index (AQLI, 2020), en su ranking, considera que la ciudad de Lima es una de las ciudades más contaminadas del mundo, de manera que, por el sólo hecho de respirar, se estima que la esperanza de vida de los limeños estaría recortada en promedio 4.7 años, si la calidad del aire no mejora (AQLI, 2021).

El Ministerio del Ambiente (Minam, 2019), considera que la contaminación de Lima se origina, en ese orden, en el parque automotor es (58%), las fábricas (26%) y otros como las pollerías, panaderías, etc. (16%).

Los tomadores de decisiones gubernamentales pueden desempeñar un papel importante en garantizar el acceso a una gama de servicios en el área del desarrollo de la primera infancia (Ojeda, 2015). Priorizar esta etapa podría ayudar a disminuir brechas de desigualdad y romper ciclos de pobreza, a la vez que consti-

tuye una inversión con elevados niveles de retorno (Unicef, 2019).

La Fundación Horizonte Ciudadano (2020), al estudiar las políticas públicas de calidad del aire con incidencia en la primera infancia en los distintos países de Latinoamérica, concluye que es sumamente importante que los estudios se realicen a nivel local a fin de obtener información más detallada y ajustada a la realidad.

La Unicef (2016) y otras organizaciones internacionales, han propuesto acciones para abordar la contaminación del aire, sus causas y sus efectos negativos en la niñez, todo lo cual debe ser evaluado de acuerdo con cada realidad, de manera que su implementación genere cambios significativos en el control de la contaminación y sobre la salud de los niños de la primera infancia.

En ese sentido, es trascendente la evaluación de las políticas públicas en torno a la evolución de la calidad del aire en la primera infancia en Lima Metropolitana, por lo cual se planteó como objetivo de la investigación, determinar si las políticas públicas han logrado que exista una diferencia de la calidad del aire en la primera infancia en Lima Metropolitana entre los periodos 2002-2011 y 2012-2021.

METODOLOGÍA

Metodológicamente, la investigación tiene dos ángulos. Uno que permite observar estadísticamente en el tiempo el fenómeno de la economía informal a lo largo de un decenio, sobre el aumento de la contaminación de aire, mediante el protocolo de políticas públicas "before-after", y otro que mide, con mayor precisión, el efecto de la contaminación en la población de primera infancia.

En relación a este último ángulo, el enfoque de la investigación fue cuantitativo pues se trató de medir la calidad del aire. El tipo de investigación fue descriptivo de comparación de

medias. Hernández et al. (2014, p. 109) sostienen que este tipo de investigación "se formulan en investigaciones cuya finalidad es comparar grupos". Su diseño es no experimental y longitudinal.

En tal sentido, se utilizó la técnica documental para recopilar los datos de la calidad del aire en Lima Metropolitana durante el periodo 2002-2021 tomados en las estaciones del Centro Materno Infantil Laura Rodríguez (Lima Norte), del Hospital María Auxiliadora (Lima Sur) y del Hospital Hipólito Unanue (Lima Este), todos incluyendo centros materno-infantiles a partir de lo cual se hizo posible inferir afectación a la población de primera infancia.

Y, en relación con el objetivo de la investigación, se desagregó la calidad del aire en tres dimensiones que corresponden a las tres estaciones en las cuales se mide dicha variable.

RESULTADOS DEL PRIMER ÁNGULO: LA INFORMALIDAD Y SUS ACTIVIDADES ENTRE 2002 Y 2021

Varios autores han establecido la relación entre el aumento de los ingresos, las consecuentes actividades industriales y de servicios en el conuco urbano de Lima Metropolitana (en adelante, LM) y el aumento de la población atmosférica en Perú:

"En Perú, la generación de dióxido de carbono (CO₂) se debe al incremento del nivel de actividad económica y al crecimiento de la población. Ya que, en 1990, generaba 20,9 miles de toneladas métricas de CO₂, no obstante, el nivel de emisiones aumentó a 56,3 mil toneladas métricas en el 2019. En el mismo año, el tamaño de la economía peruana creció 261% y el de su población en 46%, el crecimiento de las emisiones fue de 169%, por ello el crecimiento de las emisiones de esta más influenciada con la evolución del ingreso nacional que con el de la población" (Guevara Manani et al., 2023, p. 73)

Estas mediciones ponen el inicio de la presión contaminante en el aumento de la población y, sobre todo, en el aumento de la economía, dentro del rango establecido por esta investigación, esto es, a partir del año 2019. Las actividades contaminantes fundamentales están asociadas al deficiente sistema de combustión del parque automotor urbano y, secundariamente, a las actividades pequeño-industriales:

"El sector que genera la mayor cantidad de emisiones de CO₂ es el sector transporte con aproximadamente 40% de las emisiones totales correspondientes a 24,222 gigagramos a causa del deficiente parque automotor que posee, seguido por los sectores como la industria, residencial y comercial e industrias de la transformación y conversión con el 13% de cada uno" (Guevara Mamani et al., 2023, p. 74)

Estas evidencias indican que el problema de la contaminación atmosférica es asociable, fundamentalmente, a la emisión de carbonos (además de otros, como mercurio y micropartículas) en actividades económicas no reguladas, como resultado de la explosión demográfica y de ingresos, y el aumento de las actividades de combustión dentro del perímetro urbano. Por cuanto el 30% de la población del Perú, cerca de unas 10.000.000 de personas, son habitantes de Lima, la descripción es perfectamente asociable a la actividad informal urbana, pudiendo ser ésta uno de los factores centrales del problema.

La economía informal, dada su importancia en el reclutamiento de la fuerza de trabajo, puede medirse por número de empresas (normalmente, micro y pequeñas empresas), o por empleo informal. La última medición tiene la ventaja de ofrecer una idea de la magnitud de la economía, por cuanto hace posible estimar los ingresos nacionales de la renta del trabajo en este renglón.

En este respecto, Perú mantiene una fuerza de trabajo en el sector in-

formal relativamente estable, al menos, entre 2010 y 2020, entre el 72 y el 77% de la PEA. Pero el quiebre indicado se produce en la ciudad de Lima, donde, a partir del vertiginoso aumento de los ingresos nacionales, entre 1990 y 2001, paradójicamente, se redujo el empleo formal en 10 puntos (Schuldt, 2004):

"Durante el tiempo en mención, el segmento formal creó un poco menos de 250 000 empleos, mientras que el informal absorbió alrededor de 850 000 personas. Esto explicaría cómo este último segmento pudo crecer de un 57 % de la PEA a 64 % en Lima Metropolitana" (Kamishi Miyashiro, 2023).

Estas mediciones demuestran que se produjo un importante aumento de la economía informal en LM, lo cual contradice la tendencia a la baja que se produjo en las otras regiones con el aumento de los ingresos nacionales, la cual se había acompañado de la reducción de hasta un 30% de la pobreza (y por tanto, la formalización de sectores importantes, sobre todo en el ámbito rural habría estado creciendo). La tendencia a la baja de la informalidad en todas las regiones habría sido revertida por el LM, el cual se comportó de manera específica.

Una plausible explicación de esta especificidad en LM es la migración venezolana:

"En esa misma línea, Valdiglesias (2018) encuentra que de 2013 a 2016 la informalidad del grupo de inmigrantes cayó de 52 % hasta llegar a 45 %, pero en 2017 se revirtió y llegó al 48 %; es decir, creció en 3 puntos porcentuales. Para el autor, "este comportamiento refuerza la relación entre la reciente migración en el Perú y el aumento de la informalidad" (Valdiglesias, 2018, p. 90). Por su parte, Nolasco, Cerrón y Reggiardo (2020) señalan que "el problema central al margen de la inmigración es la informalidad laboral, que ya era una problemática con los nacionales [y] se ha vuelto preocupante con la masiva llegada de jóvenes extranjeros" (p. 14)." (Kamishi Miyashiro, 2023).

En cualquier caso, un aumento del 10% del empleo informal en LM, en el

periodo estudiado, sobre todo a partir del crecimiento iniciado 2019, de ser confirmada la hipótesis central de este estudio, debe permitir inferir un aumento de la contaminación atmosférica en los sitios de prueba del Norte, el Sur y el Este de la misma ciudad.

RESULTADOS DEL SEGUNDO ÁNGULO: CONTAMINACIÓN DEL AIRE EN LIMA EN UNIDADES MA- TERNO INFANTILES Y DE PRIME- RA INFANCIA

Impacto de normas para el control de las emisiones de carbono en los periodos 2002-2011 y 2012-2021

No es posible decir que las políticas ambientales en el período estudiado produjeron transformaciones significativas en la calidad del aire, pero sí fue posible establecer importantes avances. Las normas implementadas lograron un mejoramiento muy moderado sobre las emisiones, sobre todo en el segundo período estudiado. El comportamiento de éstas, durante ese período fluctuó de manera muy irregular y en varios momentos, además de que hay vacíos de medición en varios años completos, lo cual también indica que el efecto de las políticas no fue sólido ni contundente, mostrando problemas en algunas de las etapas de las mismas, incluyendo las de implementación y evaluación.

Para demostrar que el efecto de la economía informal sobre el comportamiento de las emisiones y el desarrollo de la primera infancia no fue sesgado por el factor “política pública”, es se debe establecer que es desfavorable a la hipótesis, reconocer un mejoramiento de los valores medio-ambientales, por cuanto ello mostraría la impertinencia de la variable “economía informal”, mientras ella sea creciente y asociable a las tecnologías y técnicas contaminantes.

La tabla 1 contiene el número de normas que se promulgaron en el

Perú durante el periodo de 2002-2021 con la finalidad de regular la contaminación del aire, su exposición y su vigilancia, según su alcance (distrital, metropolitano o nacional), cuyas pruebas fueron tomadas en centros materno-infantiles de Lima Norte, Sur y Este, divididas en dos subperiodos: la década 2002-2011 y 2012-2021.

Tabla 1

Normas públicas para la protección de la primera infancia en el periodo 2002-2021

Normas	Alcance	2002-2011	2012-2021
		Número de normas	Número de normas
Regulan la contaminación del aire	Distrital	8	14
	Metropolitano	4	3
	Nacional	19	37
	Subtotal	31	54
Regulan la exposición a la contaminación del aire	Distrital	11	29
	Metropolitano	2	5
	Nacional	24	20
	Subtotal	37	54
Para la vigilancia de la calidad del aire	Distrital	15	17
	Metropolitano	4	4
	Nacional	15	20
	Subtotal	34	41
TOTAL		102	149

Nota : Normas publicadas en las Normas Legales del Diario Oficial El Peruano

En dicha tabla podemos observar que el número de normas emitidas en el subperiodo 2002-2011 fueron menores que en subperiodo 2012-2021, cualquiera que haya sido su finalidad (las normas para regular la contaminación del aire pasaron de 31 en el primer subperiodo a 54 en el segundo; las normas para regular la exposición a la contaminación pasaron de 37 a 54 y las normas para la vigilancia de la calidad del aire pasaron de 34 y 41). Esto ha implicado que en el segundo subperiodo se promulgaron 149 normas, mientras que en el primero se emitieron 102.

La tabla 2 muestra la promulgación de las normas según alcance (distrital, metropolitano y nacional) en ambos subperiodos.

Tabla 2*Resmen de número de normas según alcance*

Alcance	Número de normas		
	2002-2011	2012-2021	Variación %
Distritales	34	60	43.33
Metropolitanas	10	12	16.67
Nacionales	58	77	24.68
Total	102	149	31.54

Nota . A partir de la tabla 1

En dicha tabla vemos que, el número de normas en el segundo subperiodo siempre ha crecido. Las normas distritales pasaron de 34 a 60 (43.33 % más), las normas metropolitanas pasaron de 10 a 12 (16.67 % más), las normas nacionales pasaron de 58 a 77 (24.68 % más) y el número total de normas pasó de 102 a 149 (creció 31.54 %).

Evolución de la calidad del aire en Lima, en el período 2002-2011 y 2012-2021

La tabla 3 presenta la calidad del aire basado en el indicador de material particulado fino (PM 2.5 micras) de los subperiodo 2002-2011 y 2012-2021 en Lima Norte, expresada en microgramos por metro cúbico.

Tabla 3*Promedio anual de partículas inferiores a 2,5 micras 2002-2011 y 2012-2021 en Lima Norte, en microgramos por metro cúbico.*

Años	PM 2.5 micras (ug/m3)	Años	PM 2.5 micras (ug/m3)
2002	49.13	2012	34.14
2003	53.27	2013	46.31
2004	65.45	2014	40.23
2005	74.56	2015	27.94
2006	97.40	2016	24.45
2007	54.72	2017	
2008	52.03	2018	19.32
2009	44.60	2019	
2010	34.55	2020	
2011	58.21	2021	19.32

Nota. MINSA- DIGESA.

En dicha tabla observamos, por una parte, que la calidad del aire ha empeorado en el periodo 2002-2006, luego ha mejorado hasta el año 2010 y, finalmente, ha empeorado de nuevo el año 2011. Y, por otra parte, que

la calidad del aire mejoró el año 2012, empeoró en el año 2013 y luego mejoró entre los años 2014 y 2021, aunque no existe data para los años 2017, 2019 y 2020.

La tabla 4 presenta la calidad del aire basado en el material particulado fino (PM 2.5 micras) de los subperiodo 2002-2011 y 2012-2021 en Lima Sur, expresada en microgramos por m³.

Tabla 4*Promedio anual de partículas inferiores a 2,5 micras 2002-2021 en Lima Sur, en microgramos por metro cúbico.*

Años	PM 2.5 micras (ug/m3)	Años	PM 2.5 micras (ug/m3)
2002	40.99	2012	33.66
2003	41.40	2013	23.03
2004	37.06	2014	33.89
2005	53.52	2015	34.54
2006	58.23	2016	28.67
2007	62.54	2017	19.46
2008	62.20	2018	21.79
2009	40.90	2019	24.33
2010	32.91	2020	28.32
2011	28.92	2021	28.32

Nota. MINSA- DIGESA.

En dicha tabla podemos observar, por una parte, que la calidad del aire ha tenido un comportamiento fluctuante: empeoró en el año 2003, mejoró en el año 2004; volvió a empeorar en los años 2005, 2006 y 2007 y mejoró en los años 2008, 2009, 2010 y 2011, siendo el periodo 2005-2008 el que contiene la mayor contaminación. Por otra parte, la calidad del aire empeoró en el año 2012, mejoró el año 2013, empeoró en los años 2014 y 2015, mejoró en los años 2016 y 2017; empeoró en los años 2018, 2019 y 2020 y se mantuvo el año 2021 igual que el 2020.

La tabla 5 presenta la calidad del aire basado en el material particulado fino (PM 2.5 micras) de los subperiodos

2002-2011 y 2012-2021 en Lima Este, expresada en microgramos por m³.

Tabla 5

Promedio anual de partículas inferiores a 2,5 micras 2002-2011 en

Lima Este, en microgramos por metro cúbico

Años	PM 2.5 micras (ug/m3)	Años	PM 2.5 micras (ug/m3)
2002	36.25	2012	48.62
2003	47.60	2013	44.97
2004	54.84	2014	34.47
2005	46.77	2015	30.14
2006	89.38	2016	30.40
2007	59.72	2017	28.64
2008	61.73	2018	36.98
2009	62.46	2019	
2010	35.18	2020	
2011	35.52	2021	36.98

Nota. MINSA- DIGESA.

En dicha tabla podemos observar que la calidad del aire ha empeorado en los años 2003-2004, mejoró en el año 2005; volvió a empeorar en el año 2006, mejoró en el año 2007; empeoró de nuevo en los años 2008 y 2009, mejoró en el año 2010 y de nuevo empeoró en los años 2011 y 2012, mejoró en los años 2013, 2014 y 2015, empeoró en el año 2016, mejoró en el año 2017, empeoró en el año 2018; no se cuenta con datos para los años 2019 y 2020 y en el año 2021 tuvo el mismo valor que en año 2018

La tabla 6 presenta la calidad del aire basado en el indicador de material particulado fino (PM 2.5 micras) de los subperiodo 2002-2011 y 2012-2021 en Lima Metropolitana, expresada en microgramos por metro cúbico.

Tabla 6

Promedio anual de partículas inferiores a 2,5 micras 2002-2011 en

Lima Metropolitana, en microgramos por metro cúbico.

Años	PM 2.5 micras (ug/m3)	Años	PM 2.5 micras (ug/m3)
2002	42.12	2012	38.81
2003	47.42	2013	38.10
2004	52.45	2014	36.20
2005	58.28	2015	30.87
2006	81.67	2016	27.84
2007	58.99	2017	24.05
2008	58.65	2018	26.03
2009	49.32	2019	24.33
2010	34.21	2020	28.32
2011	40.88	2021	28.32

Nota. MINSA- DIGESA.

En dicha tabla podemos observar que la calidad del aire estuvo empeorando durante los años 2002 al 2006, mas, a partir del año 2007 empezó a mejorar hasta el año 2010, el año 2011 de nuevo empeoró y luego estu-

vo mejorando hasta el año 2017, empeoró el año 2018, mejoró el año 2019, empeoró el año 2019, empeoró el año 2020 y se mantuvo en el año 2021.

Resultados inferenciales

Y en relación con el objetivo de la investigación se han formulado tres hipótesis específicas para determinar si existe una diferencias de la calidad del aire en Lima Metropolitana entre los subperiodos 2002-2011 y 2012-2021 de acuerdo con las estaciones que la monitorean y una hipótesis general para determinar si existe una diferencia de la calidad del aire en Lima Metropolitana, en general, entre los subperiodos 2002-2011 y 2012-2021. Se establecerá la significatividad de la diferencia en la medida en que permita indicar ingresar al estándar internacional sobre salud ambiental en la materia.

En la medida que los datos para la calidad de aire son cuantitativos y continuos en los 20 años, se ha utilizado la prueba de comparación de medias para determinar si las políticas públicas aplicadas han mejorado la calidad del aire o no.

Para todos los casos he utilizado un nivel de significación del 5 % ($\alpha = 0.05$).

El criterio para la aceptación o rechazo de la hipótesis nula (H_0) ha sido el siguiente:

Si el p valor > que el nivel de significación, entonces se acepta la H_0 y se rechaza la hipótesis alternativa (H_1).

Si el p valor < que el nivel de significación, entonces se rechaza la H_0 y se acepta la hipótesis alternativa (H_1).

En el segundo caso estaríamos comprobando la hipótesis propuesta.

Contratación de la hipótesis específica 1

H_0 : Las políticas públicas no han logrado que exista una diferencia de

la calidad del aire en la primera infancia en Lima Norte entre los periodos 2002-2011 y 2012-2021.

H_1 : Las políticas públicas han logrado que exista una diferencia de la calidad del aire en la primera infancia en Lima Norte entre los periodos 2002-2011 y 2012-2021.

La tabla 3 presenta la calidad del aire basado en el indicador de materi-

al particulado fino (PM 2.5 micras) del periodo 2002-2021 en Lima Norte, expresada en microgramos por metro cúbico.

A partir de los datos de la tabla 3, se aplicó una prueba t para muestras independientes a la contaminación del aire en Lima Norte, utilizando el Software SPSS, que arrojó los resultados que se muestran en la tabla 7.

Tabla 7

Prueba de muestras independientes para la contaminación del aire en Lima Norte 2002-2021

	Prueba de Levene de igualdad de varianzas			Prueba t para la igualdad de medias					
	F	Sig.	t	gl	p valor	Dif. de medias	EE de la dif.	95% de intervalo de confianza	
								Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	0.672	0.425	3.850	15	0.002	28.400	7.376	12.678	44.122
No se asumen varianzas iguales			4.204	15	0.001	28.400	6.756	13.982	42.818

En dicha tabla observamos, en primer lugar, que la prueba de Levene arroja el siguiente resultado:

p valor = 0.425 > α = 0.05

Por lo tanto, los cálculos se realizan asumiendo que las varianzas son iguales.

En segundo lugar, para la comparación de medias, asumiendo varianzas iguales, la tabla arroja el siguiente resultado:

p valor = 0.002 < α = 0.05

Por lo tanto, se rechaza la H_0 y se acepta la hipótesis propuesta (H_1) que las políticas públicas han logrado que exista una diferencia de la calidad del aire en la primera infancia en Lima Norte entre los periodos 2002-2011 y 2012-2021.

Tabla 8

Prueba de muestras independientes para la contaminación del aire en Lima Sur 2002-2021

	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	p valor	Dif. de medias	EE de la dif.	95% de intervalo de confianza	
								Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	11.381	0.003	4.280	18	0.000	18.300	4.276	9.317	27.283
No se asumen varianzas iguales			4.280	13	0.001	18.300	4.276	9.027	27.573

Contrastación de la hipótesis específica 2

H_0 : Las políticas públicas no han logrado que exista una diferencia de la calidad del aire en la primera infancia en Lima Sur entre los periodos 2002-2011 y 2012-2021.

H_1 : Las políticas públicas han logrado que exista una diferencia de la calidad del aire en la primera infancia en Lima Sur entre los periodos 2002-2011 y 2012-2021.

A partir de los datos de la tabla 4, se aplicó una prueba t para muestras independientes a la contaminación del aire en Lima Sur, utilizando el Software SPSS, que arrojó los resultados que se muestran en la tabla 8.

En dicha tabla observamos, en primer lugar, que la prueba de Levene arroja el siguiente resultado:

$p \text{ valor} = 0.003 < \alpha = 0.05$

Por lo tanto, los cálculos se realizan asumiendo que las varianzas son diferentes.

En segundo lugar, para la comparación de medias, asumiendo varianzas diferentes, la tabla arroja el siguiente resultado:

$p \text{ valor} = 0.001 < \alpha = 0.05$

Por lo tanto, se rechaza la H_0 y se acepta la hipótesis propuesta (H_1) que las políticas públicas han logrado que exista una diferencia de la calidad del aire en la primera infancia en Lima Sur entre los periodos 2002-2011 y 2012-2021.

Tabla 9
Prueba de muestras independientes para la contaminación del aire en Lima Este 2002-2021

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas			Prueba t para la igualdad de medias					
		F	Sig.	t	gl	p valor	Dif. de medias	EE de la dif.	95% de intervalo de confianza	
									Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales		3.428	0.083	2.626	16	0.018	16.625	6.331	3.205	30.045
No se asumen varianzas iguales				2.843	13	0.014	16.625	5.848	3.985	29.265

En dicha tabla observamos, en primer lugar, que la prueba de Levene arroja el siguiente resultado:

$p \text{ valor} = 0.083 > \alpha = 0.05$

Por lo tanto, los cálculos se realizan asumiendo que las varianzas son iguales.

En segundo lugar, para la comparación de medias, asumiendo varianzas iguales, la tabla arroja el siguiente resultado:

$p \text{ valor} = 0.018 < \alpha = 0.05$

Por lo tanto, se rechaza la H_0 y se acepta la hipótesis propuesta (H_1) que las políticas públicas han logrado que exista una diferencia de la calidad del

Contrastación de la hipótesis específica 3

H_0 : Las políticas públicas no han logrado que exista una diferencia significativa de la calidad del aire en la primera infancia en Lima Este entre los periodos 2002-2011 y 2012-2021.

H_1 : Las políticas públicas han logrado que exista una diferencia de la calidad del aire en la primera infancia en Lima Este entre los periodos 2002-2011 y 2012-2021.

A partir de los datos de la tabla 5, se aplicó una prueba t para muestras independientes a la contaminación del aire en Lima Sur, utilizando el Software SPSS, que arrojó los resultados que se muestran en la tabla 9.

aire en la primera infancia en Lima Este entre los periodos 2002-2011 y 2012-2021.

Contrastación de la hipótesis general

H_0 : Las políticas públicas no han logrado que exista una diferencia de la calidad del aire en la primera infancia en LM entre los periodos 2002-2011 y 2012-2021.

H_1 : Las políticas públicas han logrado que exista una diferencia de la calidad del aire en la primera infancia en LM entre los periodos 2002-2011 y 2012-2021.

A partir de los datos de la tabla 6, se aplicó una prueba t para muestras

independientes a la contaminación del aire en Lima Metropolitana, utilizando el Software SPSS, que arrojó

los resultados que se muestran en la tabla 10.

Tabla 10

Prueba de muestras independientes para la contaminación del aire en LM 2002-2021

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	p valor	Dif. de medias	EE de la dif.	95% de intervalo de confianza	
									Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales		3.250	0.088	4.818	18	0.000	22.100	4.587	12.463	31.737
No se asumen varianzas iguales				4.818	12	0.000	22.100	4.587	12.110	32.090

En dicha tabla observamos, en primer lugar, que la prueba de Levene arroja el siguiente resultado:

p valor = 0.088 > $\alpha = 0.05$

Por lo tanto, los cálculos se realizan asumiendo que las varianzas son iguales.

En segundo lugar, para la comparación de medias, asumiendo varianzas iguales, la tabla arroja el siguiente resultado:

p valor = 0.000 < $\alpha = 0.05$

Por lo tanto, se rechaza la H_0 y

se acepta la hipótesis propuesta (H_1) que las políticas públicas han logrado que exista una diferencia de la calidad del aire en la primera infancia en Lima Metropolitana entre los periodos 2002-2011 y 2012-2021.

A las pruebas de hipótesis realizadas podemos agregar el valor de la media aritmética de la contaminación en cada década y en cada estación para expresar que en la década 2012-2021, la media aritmética de la contaminación fue menor que en la década 2002-2011.

Tabla 11

Promedio de partículas inferiores a 2,5 micras 2002-2011 y 2012-2021 en Lima Norte, Lima Sur, Lima Este y Lima Metropolitana en microgramos por metro cúbico.

Lima Norte		Lima Sur		Lima Este		Lima Metropolitana	
2002-2011	2012-2021	2002-2011	2012-2021	2002-2011	2012-2021	2002-2011	2012-2021
58.39	30.24	45.87	27.60	52.95	36.40	52.40	30.29

Nota. A partir de las tablas 3, 4, 5 y 6

CONCLUSIONES

El tamaño de la población, asociable a actividades urbanas contaminantes de Lima, ha continuado creciendo desde el 2002 hasta el 2022. Dentro de estas actividades, la economía informal en LM ha tenido un aumento muy significativo de 10 %. Sus actividades incluyen acciones contaminantes como transporte automotor, quema de residuos y centros de cocina con base a gas. En contra de estas actividades, en

todo el entramado urbano, se han dispuesto normas para restringir y reducir las emisiones de carbono en el aire. Las diferencias en la calidad del aire, asociables a estas políticas, si bien han favorecido de manera importante el ambiente, sobre todo en el último período antes del 2022, no han sido significativas, ni en términos estadísticos, ni en términos del estándar internacional establecido por la OMS.

Sin embargo, dado que aumentó de la economía informal en Lima, de-

berían ser mucho mayor las emisiones de carbono y otros químicos tóxicos. Sin embargo, según pruebas tomadas en centros conteniendo departamentos materno-infantiles en esta misma ciudad durante dos decenios, no es posible determinar que el aumento de la economía informal, tal como denunciaban otros autores, haya tenido un impacto factorial en un supuesto aumento de los niveles de contaminación en el aire, ni menos aun en un deterioro de la respiración de los infantes. De hecho, los niveles de contaminación decrecieron, a pesar del aumento de las actividades de la economía informal.

Una explicación posible es que no es cierta la asociación hipotética entre aumento de la economía informal y contaminación atmosférica, por cuanto "la ausencia de regulaciones efectivas" (aunque debieron derivarse de normativas promulgadas) es una explicación insuficiente frente a otros factores de complejidad. Por ello se hace crucial entender este tipo de mediciones a partir de los contextos situacionales, y no solo coyunturales o estructurales.

La interpretación situacional o reloj situacional de un fenómeno, normalmente obtenible a partir de métodos observacionales, la experiencia vivencial en mundos de vida, y las políticas de proximidad, por ejemplo, constituyen la realidad concreta del hecho social. Por el contrario, los llamados relojes coyunturales y estructurales, si bien son parte del hecho social, son solo representaciones en diferentes planos de la cultura que acreditan, en el fondo de la cuestión, a la realidad de las dinámicas reales entre las personas (Castro Aniyar, 2022, pp.115-118).

Desde este punto de vista es probable que la hipótesis haya fallado por factores relativos a la cultura ciudadana de los inmigrantes venezolanos, un importante factor cualitativo y situacional, haciendo una diferencia en el manejo de la economía infor-

mal limeña para la fecha. En relación a la cultura de estos nuevos migrantes:

Rojas y Monterroso (2019), que estudian a 727 inmigrantes venezolanos en el Perú con el objetivo de conocer su perfil profesional, concluyen lo siguiente: 'La diáspora venezolana, que puede ser considerada como cualificada, no está siendo efectivamente aprovechada por el mercado laboral peruano, por cuanto está desaprovechando individuos de alta calificación en empleos informales y de bajo desempeño a nivel estratégico, lo que se constata en la ausencia de una remuneración indexada al nivel de formación académica de los inmigrantes del estudio, así como también a los niveles de experiencia laboral que los mismos manifestaron tener (Rojas y Monterroso, 2019, p. 144): En lo que respecta a lo económico, en un estudio se muestra que los venezolanos en el Perú han aportado en más de USD 600 millones (0,3 % del PBI peruano en 2019) en el incremento del PBI en el país, producto de sus actividades económicas, tanto formales como informales (Oxfam Internacional, 2018)' (Kamishi Miyashiro, 2023)

En relación al segundo ángulo, de acuerdo con los resultados de las pruebas de hipótesis realizadas en la investigación y el valor de la media en cada estación y periodo que se muestran en la Tabla 11 podemos concluir que:

Las políticas públicas han logrado que exista una diferencia de la calidad del aire en la primera infancia en Lima Norte entre los periodos 2002-2011 y 2012-2021. En efecto, en la tabla 11 podemos verificar que la media aritmética de la contaminación Lima Norte fue 58.39 en el periodo 2002-2011 y se redujo a 30.24 en el periodo 2012-2021.

De acuerdo con los resultados de la investigación, ha quedado demostrado que las políticas públicas han logrado que exista una diferencia de la calidad del aire en la primera in-

fancia en Lima Sur entre los periodos 2002-2011 y 2012-2021. En efecto, en la tabla 11 podemos verificar que la media aritmética de la contaminación Lima Sur fue 45.87 en el periodo 2002-2011 y se redujo a 27.60 en el periodo 2012-2021.

De acuerdo con los resultados de la investigación, ha quedado demostrado que las políticas públicas han logrado que exista una diferencia de la calidad del aire en la primera infancia en Lima Este entre los periodos 2002-2011 y 2012-2021. En efecto, en la tabla 11 podemos verificar que la media aritmética de la contaminación Lima Este fue 52.95 en el periodo 2002-2011 y se redujo a 36.40 en el periodo 2012-2021.

De acuerdo con los resultados de la investigación, ha quedado demostrado que las políticas públicas han logrado que exista una diferencia de la calidad del aire en la primera infancia en Lima Metropolitana entre los periodos 2002-2011 y 2012-2021. En efecto, en la tabla 11 podemos verificar que la media aritmética de la contaminación Lima Metropolitana fue 52.40 en el periodo 2002-2011 y se redujo a 30.29 en el periodo 2012-2021.

Ya iniciada la implementación de el Plan de Acción para el Mejoramiento de la Calidad del Aire de Lima-Callao (Ministerio de Transporte y comunicaciones, Ministerio de Ambiente, 2022; Comisión multisectorial para la gestión de la iniciativa del aire limpio para Lima y Callao, 2019), resulta importante destacar la inocuidad de la economía informal en la contaminación ambiental atmosférica, al menos por causas del reloj situacional de LM, para evitar su estigmatización. No obstante, a pesar de la reducción de la contaminación del aire, no se han alcanzado las metas establecidas para el Perú y, menos aún, las establecidas a nivel internacional.

REFERENCIAS

AQLI (2020). *Informe de la calidad del aire mundial*. <https://www.iqair.com/es/world-air-quality-ranking>.

AQLI (2021). *By Ken Lee and Michael Greenstone* https://aqli.epic.uchicago.edu/wp-content/uploads/2021/08/AQLI_2021-Report.EnglishGlobal.pdf

Bobrow, D. B (2008). Social and Cultural Factors: Constraining and Enabling. *The Oxford Handbook in Public Policy*. Oxford, New York: Oxford University Press, pp 572-586

Comisión multisectorial para la gestión de la iniciativa del aire limpio para Lima y Callao (2019). *Avance: Plan de acción para el mejoramiento de la calidad del aire de Lima-Callao*. Diagnóstico de la Gestión de la Calidad de Aire para Lima y Callao. https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/sinia/archivos/public/docs/diagnostico_calidad_aire_0.pdf

Cousiño, F., & Foxley, A. (2011). *Políticas Públicas para la Infancia* (pp. 11-15). <https://n9.cl/ypd83>

Dunn, J. R., & Hayes, M. V (2000). Social inequality, population health, and housing: a study of two Vancouver neighbourhoods. *Social Science and Medicine*, 51, pp.563-587

FAO (2013) *Bases de Datos. Hambre. Estadísticas del hambre*. Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. <http://www.fao.org/hunger/hunger-home/es/>

Fundación Horizonte Ciudadano (2020). *Contaminación del aire y primera infancia en América Latina*. <https://coperainfanciaperu.com/2021/01/01/estudio-contaminacion-del-aire-y-primera-infancia-en-america-latina/>

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. del P. (2014). *Metodología de la Investigación*. (6ª ed.). McGraw-Hill; Interamericana Editores,

S. A. de C. V.

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la Investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa, y mixta*. McGraw-Hill Interamericana Editores, S. A. de C. V.

Guevara Mamani, M., Huarca Flores, P., Ramírez Benavides, C., Calcina Alvarez, D., Marca Flores, O., Ancco Torres, R. (2023). Los sectores económicos-sociales y la contaminación del aire en Perú, 1970-2020. *ALFA. Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias*. Enero-abril 2023 / Volumen 7, Número 19. pp. 72 – 87. <https://revistaalfa.org/index.php/revistaalfa/article/view/238/603>.

Kamichi Miyashiro, M. (2023). La realidad de la informalidad en el Perú previo a su bicentenario. *Desde el Sur*. Vol. 15 no.1 Lima ene./abr. 2023. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2415-09592023000100013#B32

Landrigan, P.J., Fuller, R., Acosta, N.J.R., Adeyi, O., Arnold, R., & Basu, N. (2018). Comisión sobre Contaminación y Salud de The Lancet. *The Lancet* 391(10119): 462–512, DOI: 10.1016/S0140-6736(17)32345-0.

Laws, D. & Hajer, M. (2008). Policy in practice. En M. Moran, M. Rein & R. Goodin (Eds.), *The Oxford Handbook of Public Policy* (pp. 409-424). Oxford University Press.

Lin, R., Chien, L., Chen, Y., & Chan, C. (2014). Governance matters: an ecological association between governance and child mortality. *International Health*, 6(3), 249-257. <https://doi.org/10.1093/inthealth/ihu018>

Minam (2019). *Diagnóstico de la Gestión de la Calidad de Aire para Lima y Callao*. <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/diagnostico-gestion-calidad-ambiental-aire-lima-callao>

Ministerio de Transporte y Co-

municaciones, Ministerio de Ambiente (2022). *Acciones para mejorar la calidad del aire*. Cooperación Suiza. <https://www.cooperacionsuiza.pe/wp-content/uploads/2022/08/Acciones-para-mejorar-la-calidad-del-aire.pdf>

Montaño, F. (10 de septiembre, 2023). Contaminación en el aire de ciudades peruanas supera los límites de la OMS. *Ojo Público*. <https://ojo-publico.com/derechos-humanos/salud/contaminacion-el-aire-ciudades-peruanas-supera-limites-la-oms>

Ojeda, M. (2015). Desarrollo de la Primera Infancia: Políticas públicas, inversión e investigación para el futuro de los países. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 53(2), 1-4.

OMS (2018) *Contaminación atmosférica y salud infantil: prescribir aire limpio*. Organización Mundial de la Salud.

Shonkoff, J, Boyce, W.; & McEwen, B. (2009). Roots of Health Disparities: Building a New Framework for Health Promotion and Disease Prevention. *JAMA*; 301(21):2252-2259.

Schuldt, J. (2004). Bonanza macroeconómica y malestar microeconómica: apuntes para el estudio del caso peruano, 1988-2004. *Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico*.

Unicef (2016). *Clean the Air for Children*. https://www.unicef.org/publications/index_92957.htm

Unicef (2017). *La primera infancia importa para cada niño*. https://www.unicef.org/peru/sites/unicef.org/peru/files/2019-01/La_primera_infancia_importa_para_cada_nino_UNICEF.pdf

Unicef (2019) *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/media/6611/file/Ecuador_el_aire_que_respiramos.pdf%20.pdf