



FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“CALIDAD DEL AIRE Y SU EFECTO EN LA SALUD DE LOS
HABITANTES DE LA CIUDAD DE LIMA, EN EL PERIODO
2007 - 2022”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Ambiental

Autores:

Jean Carlos Chavez Acuña

Claudia Katherine Vargas Oliveros

Asesor:

D.Sc. Elvar Renato Miñano Mera

<https://orcid.org/0000-0002-4039-2825>

Trujillo – Perú

2023

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 presidente(a)	WILBERTO EFFIO QUEZADA	42298402
	Nombre y Apellidos	N° DNI

Jurado 2	MARGEO JAVIER CHUMAN LOPEZ	45997406
	Nombre y Apellidos	N° DNI

Jurado 3	JUAN CARLOS FLORES CERNA	18898536
	Nombre y Apellidos	N° DNI

INFORME DE SIMILITUD
**CALIDAD DEL AIRE Y SU EFECTO EN LA SALUD DE LOS
 HABITANTES DE LA CIUDAD DE LIMA, EN EL PERIODO 2007 -
 2022**
INFORME DE ORIGINALIDAD

16%	17%	4%	10%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	www.grafiati.com Fuente de Internet	1 %
2	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	1 %
3	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	1 %
4	www.scielo.org.co Fuente de Internet	1 %
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1 %
6	repositorio.upeu.edu.pe Fuente de Internet	1 %
7	www.studocu.com Fuente de Internet	1 %
8	view.genial.ly Fuente de Internet	1 %

DEDICATORIA

Principalmente a Dios, por los triunfos y momentos difíciles que nos ha enseñado, a valorarlo cada día más y permitirnos el haber llegado a este momento tan importante de nuestra formación profesional.

A nuestros padres, por su amor, cariño, comprensión y sacrificio al habernos brindado valores y la mejor educación, retribuyendo este logro a su mayor esfuerzo y dedicación.

Y finalmente a nuestra familia quienes nos acompañaron mutuamente en el recorrido de este trabajo, para así culminar con éxito esta etapa de estudio.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecemos a Dios por guiar nuestro camino, asimismo por brindarnos salud y capacidad para lograr alcanzar este propósito.

Agradecer a la Universidad Privada del Norte, a los docentes que nos guiaron con sus enseñanzas y la motivación de seguir adelante con nuestros estudios.

Agradecemos el apoyo incondicional a nuestros padres por toda la confianza y el apoyo brindado en el trayecto de nuestra vida, que nos han demostrado con mucho cariño y amor.

Agradecer al Lic. Jessica Elvar Renato Miñano Vera, por su calidad de persona, a sus enseñanzas en este tiempo, fue muy grato compartir a su lado y de haber realizado este trabajo de tesis y comprobar la importancia de esta investigación y pueda ser de utilidad a la comunidad.

Tabla de contenido

Jurado evaluador.....	2
Informe de similitud	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO	5
Tabla de contenido.....	6
Índice de tablas.....	7
Índice de figuras.....	9
Índice de anexos	11
RESUMEN.....	12
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	13
1.1. 1.1. <i>Realidad problemática</i>	<i>13</i>
1.2. 1.2. <i>Formulación del problema.....</i>	<i>31</i>
1.3. 1.3. <i>Objetivos</i>	<i>31</i>
1.3.1. <i>Objetivo general</i>	<i>31</i>
1.3.2. <i>Objetivos específicos.....</i>	<i>31</i>
1.4. 1.4. <i>Hipótesis.....</i>	<i>32</i>
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA.....	33
CAPÍTULO III: RESULTADOS.....	39
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	72
1.5. 4.1. <i>Discusión</i>	<i>72</i>
1.6. 4.2. <i>Conclusiones.....</i>	<i>75</i>
Referencias	78
Anexos.....	89

Índice de tablas

Tabla 1. Ubicación de las estaciones meteorológicas de la DIGESA para la recolección de datos en la ciudad de Lima desde el 2007 hasta el 2019.	42
Tabla 2. Ubicación de las estaciones meteorológicas de la SENAMHI para la recolección de datos en la ciudad de Lima desde el 2015 hasta el 2022.....	42
Tabla 3. Ubicación de las ladrilleras en el distrito de San Juan de Lurigancho, Lima.....	43
Tabla 4. Puntos de concentración de CO para el análisis de dispersión de contaminantes o Método Gaussiano en la ciudad de Lima	43
Tabla 5. Análisis estadístico de condiciones meteorológicas en la ciudad de Lima entre 2007 hasta el 2021....	43
Tabla 6. Regresión múltiple en relación al tiempo entre el 2007 al 2022 con los parámetros atmosféricos en la ciudad de Lima.....	44
Tabla 7. Intervalo de confianza del 95% para las estimaciones de los coeficientes entre los años 2007 al 2021 en la ciudad de Lima.	44
Tabla 8. Análisis estadístico para infecciones respiratorias agudas por lugar de muestreo en concentraciones de PM10 entre el 2007 al 2022	45
Tabla 9. Análisis de varianza ANOVA simple para infecciones respiratorias agudas por lugar de muestreo en concentraciones de PM10 entre el 2007 al 2022	45
Tabla 10. Análisis de medias con intervalo de confianza del 95.0% para infecciones respiratorias agudas por lugar de muestreo en concentraciones de PM10 entre el 2007 al 2022.....	45
Tabla 11. Análisis estadístico para infecciones respiratorias agudas por lugar de muestreo en concentraciones de PM2.5 entre el 2007 al 2022.....	46
Tabla 12. Análisis de varianza ANOVA simple para infecciones respiratorias agudas por lugar de muestreo en concentraciones de PM2.5 entre el 2003 al 2019.....	46
Tabla 13. Análisis de medias con intervalo de confianza del 95.0 % para infecciones respiratorias agudas por lugar de muestreo en concentraciones de PM2.5 entre el 2003 al 2019.....	46
Tabla 14. Análisis estadístico para la neumonía por lugar de muestreo en concentraciones de PM10 entre el 2007 al 2022.....	47
Tabla 15. Análisis de varianza ANOVA simple para la neumonía por lugar de muestreo en concentraciones de PM10 entre el 2007 al 2022	47

Tabla 16. Análisis de medias con intervalo de confianza del 95.0% para la neumonía por lugar de muestreo en concentraciones de PM10 entre el 2007 al 2022	47
Tabla 17. Análisis estadístico para la neumonía por lugar de muestreo en concentraciones de PM2.5 entre el 2007 al 2022.....	47
Tabla 18. Análisis de varianza ANOVA simple para la neumonía por lugar de muestreo en concentraciones de PM2.5 entre el 2007 al 2022	48
Tabla 19. Análisis de medias con intervalo de confianza del 95.0 % para la neumonía por lugar de muestreo en concentraciones de PM2.5 entre el 2007 al 2022	48
Tabla 20. Identificación del Índice de Calidad del Aire (AQI) de EE.UU. en PM10 en la ciudad de Lima en las diferentes estaciones meteorológicas de la DIGESA	48
Tabla 21. Identificación del Índice de Calidad del Aire (AQI) de EE.UU. en PM2.5 en la ciudad de Lima en las diferentes estaciones meteorológicas de la DIGESA	49
Tabla 22. Identificación del Índice de Calidad del Aire (AQI) de EE.UU. en PM10 en la ciudad de Lima en las diferentes estaciones meteorológicas de la SENHAMI.....	49
Tabla 23. Identificación del Índice de Calidad del Aire (AQI) de EE.UU. en PM2.5 en la ciudad de Lima en las diferentes estaciones meteorológicas de la SENHAMI.....	50

Índice de figuras

Figura 1. Diagrama de dispersión en relación a las estaciones meteorológicas según su concentración de PM10 durante los últimos 16 años.....	50
Figura 2. Diagrama de dispersión en relación a las estaciones meteorológicas según su concentración de PM2.5 durante los últimos 16 años.....	51
Figura 3. Diagrama de dispersión en relación a las estaciones meteorológicas según los casos de IRA en los últimos 16 años en la ciudad de Lima.	51
Figura 4. Diagrama de dispersión en relación a las estaciones meteorológicas según los casos de Neumonía en los últimos 16 años en la ciudad de Lima	52
Figura 5. Diagrama de bigotes relacionado entre la temperatura de la ciudad de Lima y la concentración de PM2.5, durante los últimos 16 años.	52
Figura 6. Diagrama de bigotes relacionado entre la temperatura de la ciudad de Lima y la concentración de PM10, durante los últimos 16 años.	53
Figura 7. Diagrama de bigotes relacionado entre la temperatura de la ciudad de Lima y los casos de infecciones respiratorias agudas durante los últimos 16 años.	53
Figura 8. Diagrama de bigotes relacionado entre la temperatura de la ciudad de Lima y los casos de neumonía durante los últimos 16 años.....	54
Figura 9. Diagrama de bigotes relacionado entre la humedad específica de la ciudad de Lima y los casos de infecciones respiratorias agudas durante los últimos 16 años	54
Figura 10. Diagrama de bigotes relacionado entre la humedad específica de la ciudad de Lima y los casos de neumonía durante los últimos 16 años	55
Figura 11. Diagrama de bigotes relacionado entre la velocidad del viento de la ciudad de Lima y en la dispersión de concentración de PM2.5, durante los últimos 16 años	55
Figura 12. Diagrama de bigotes relacionado entre la velocidad del viento de la ciudad de Lima y en la dispersión de concentración de PM10, durante los últimos 16 años	56
Figura 13. Diagrama de bigotes relacionado entre la precipitación de la ciudad de Lima y casos de infecciones respiratorias agudas durante los últimos 16 años	56
Figura 14. Diagrama de bigotes relacionado entre la precipitación de la ciudad de Lima y casos de neumonía durante los últimos 16 años.....	57

Figura 15. Diagrama de bigotes relacionado entre la humedad relativa de la ciudad de Lima y casos de infecciones respiratorias agudas durante los últimos 16 años	57
Figura 16. Diagrama de bigotes relacionado entre la humedad relativa de la ciudad de Lima y casos de neumonía durante los últimos 16 años	58
Figura 17. Diagrama de dispersión en relación a la concentración de PM10 según los casos de Neumonía registrados durante los últimos 16 años en la ciudad de Lima.	58
Figura 18. Diagrama de dispersión en relación a la concentración de PM10 según los casos registrados de infecciones respiratorias agudas durante los últimos 16 años en la ciudad de Lima.	59
Figura 19. Diagrama de dispersión en relación a la concentración de PM2.5 según los casos de Neumonía registrados durante los últimos 16 años en la ciudad de Lima	59
Figura 20. Diagrama de dispersión en relación a la concentración de PM2.5 según los casos registrados de infecciones respiratorias agudas durante los últimos 16 años en la ciudad de Lima.	60
Figura 21. Comparación de concentración de PM10 extraídos de las estaciones meteorológicas de DIGESA con el ECA-D.S.N° 004-2017 para aire en el periodo 2007 al 2019.....	60
Figura 22. Comparación de concentración de PM10 extraídos de las estaciones meteorológicas de SENAMHI con el ECA-D.S.N° 004-2017 para aire en el periodo 2015 al 2022.....	61
Figura 23. Comparación de concentración de PM2.5 extraídos de las estaciones meteorológicas de DIGESA con el ECA-D.S.N° 004-2017 para aire en el periodo 2007 al 2019.....	61
Figura 24. Comparación de concentración de PM2.5 extraídos de las estaciones meteorológicas de SENAMHI con el ECA-D.S.N° 004-2017 para aire en el periodo 2015 al 2022.....	62
Figura 25. Rosa de viento de la ciudad de Lima durante el periodo 2018 al 2022.....	63
Mapa 1. Ubicación de las estaciones meteorológicas de la ciudad de Lima	64
Mapa 2. Ubicación de los puntos fijos de contaminantes de la ciudad de Lima	65
Mapa 3. Dispersión de contaminantes de la ciudad de Lima.....	66
Mapa 4. Distribución de contaminates en la ciudad de Lima de PM10 y PM2.5 en el año 2015.	67
Mapa 5. Distribución de contaminates en la ciudad de Lima de PM10 y PM2.5 en el año 2016.	68
Mapa 6. Distribución de contaminates en la ciudad de Lima de PM10 y PM2.5 en el año 2017.	69
Mapa 7. Distribución de contaminates en la ciudad de Lima de PM10 y PM2.5 en el año 2018.	70
Mapa 8. Distribución de contaminates en la ciudad de Lima de PM10 y PM2.5 en el año 2019.	71

Índice de anexos

Anexo 1. Matriz de consistencia.	89
Anexo 2. Matriz de Instrumento.	90
Anexo 3. Matriz de operacionalización de variables.....	91
Anexo 4. Infecciones respiratorias agudas en menores de 5 años por direcciones de salud	92
Anexo 5. Neumonía en menores de 5 años por direcciones de salud.....	92
Anexo 6. Datos de la calidad del aire de PM10 (ug/m3) de la estaciones de DIGESA	93
Anexo 7. Datos de la calidad del aire de PM2.5 (ug/m3) de la estaciones de DIGESA	93
Anexo 8. Datos de la calidad del aire de PM10 (ug/m3) de la estaciones de SENAMHI.....	94
Anexo 9. Datos de la calidad del aire de PM2.5 (ug/m3) de la estaciones de SENAMHI.....	94
Anexo 10. Índice de la calidad del aire de EE.UU.....	95
Anexo 11. Estándar de Calidad del Ambiental del aire – Ministerio del Ambiente.....	95
Anexo 12. Cantidad de nubes en la ciudad de Lima durante los años 2007 – 2021.....	96
Anexo 13. Dirección del viento en la ciudad de Lima durante los años 2007 – 2021.....	96
Anexo 14. Humedad específica en la ciudad de Lima durante los años 2007 – 2021.....	97
Anexo 15. Humedad relativa en la ciudad de Lima durante los años 2007 – 2021.....	97
Anexo 16. Presión superficial en la ciudad de Lima durante los años 2007 – 2021.	98
Anexo 17. Precipitación en la ciudad de Lima durante los años 2007 – 2021.	98
Anexo 18. Punto de rocío en la ciudad de Lima durante los años 2007 – 2021.....	99
Anexo 19. Temperatura promedio en la ciudad de Lima durante los años 2007 – 2021.	99
Anexo 20. Temperatura máxima en la ciudad de Lima durante los años 2007 – 2021.....	100
Anexo 21. Temperatura mínima en la ciudad de Lima durante los años 2007 – 2021.....	100
Anexo 22. Velocidad del viento en la ciudad de Lima durante los años 2007 – 2021.....	101

RESUMEN

En la actualidad se están presentando problemas ambientales que son generados por el hombre, siendo la contaminación atmosférica una de las más relevantes; esto se refiere a la presencia de partículas en estado sólido/líquido de tamaños submicroscópicos/microscópicos que se encuentran en niveles que superan los umbrales considerados seguros para la salud. Por ello, este trabajo de investigación tiene como objetivo general identificar los efectos de la calidad del aire en la salud en la ciudad de Lima en un periodo de 16 años, teniendo como base los registros de datos de diferentes entidades públicas. Teniendo como metodología un enfoque cuantitativo, con un diseño no experimental; los instrumentos que permitieron la recolección de datos a analizar y ayudando en la veracidad de la información obtenida fue DIGESA y SENAMHI, que se encargan de la vigilancia de la calidad del aire. Considerando como resultado, que existe una relación significativa alta entre la calidad del aire y la salud en la ciudad de Lima, con una razón de 0.85 con un nivel de confianza del 95%. Concluyendo que, el PM10 y PM2.5 han influenciado drásticamente en la salud de la población vulnerable, siendo los niños menores de 5 años; a esto se suma la variación de temperatura que se ha generado durante el proceso de estudio y que ha influido en la salud de los habitantes de la ciudad.

PALABRAS CLAVES: Neumonía, IRA, calidad del aire, Contaminantes (PM10, PM2.5), Dispersión

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Actualmente se están presentando problemas ambientales que son generados por el hombre; siendo la contaminación atmosférica una de las más relevantes, la cual se refiere a la presencia de partículas en estado sólido/líquido de tamaños submicroscópicos/microscópicos que se encuentran en niveles que superan los umbrales considerados seguros para la salud (Morantes, Rincón, y Perez, 2020, p. 194). Dichas partículas son provenientes de los vehículos propulsados por combustibles, actividades comerciales y la erosión del suelo. Estos factores, aunados a la creciente urbanización de las ciudades, han convertido esta contaminación en un problema de salud, asociándose a problemas pulmonares en la población, las cuales pueden conllevar a una morbilidad (Leal Iga, 2019, p. 2).

La contaminación del aire representa un importante riesgo medioambiental para la salud, bien sea en los países desarrollados o en los países en desarrollo. Es necesario recalcar que, la ciudad más contaminada es Ghaziabad, ubicada en la India donde tuvo un AQI (Índice de Calidad del Aire) promedio de 110.2 en el año 2020, pero en 2018 fue 135.2 y 144.6 en 2017 (Regan, 2020, parr. 14). Por ello, la Organización Mundial de la Salud (OMS) estimó que, en 2016, aproximadamente el 58% de las muertes prematuras están relacionadas con la contaminación atmosférica que se debieron a cardiopatías isquémicas y accidentes cerebrovasculares; mientras que, el 18% de las muertes se debieron a enfermedad pulmonar obstructiva crónica e infecciones respiratorias agudas, y el 6% de las muertes se debieron al cáncer de pulmón (Organización Mundial de la Salud, 2018, parr. 3).

Por otra parte, en América en el 2016, alrededor de 249 mil muertes prematuras o niños menores de 5 años fueron imputables a la contaminación del aire exterior y alrededor de 83 mil muertes de las mismas fueron achacables a la contaminación del aire debido al uso de

combustibles sólidos en la vivienda (Organización Panamericana de la Salud, 2016, parr. 1). De igual manera, cinco países latinoamericanos aparecen entre los 50 con peores índices en contaminación del aire en el mundo según el reporte Mundial de calidad del aire 2018 de Air Visual y Greenpeace, y el Perú encabeza la lista en el puesto 21, seguido por Chile en el puesto 26, México en el 33, Brasil en el 44 y Colombia en el 50. Sin embargo, Chile es el país que presenta las ciudades más contaminadas en Latinoamérica con material particulado (PM) 2.5 con mayor concentración (Paz Cardona, 2019, parr. 1).

Por otro lado, en el 2021 el Perú fue ubicado como el país en Latinoamérica con la peor calidad de aire, siendo San Juan de Lurigancho (Lima) el distrito más contaminado, según la red IQAir (RPP Noticias, 2022, parr. 1). Debido que, las centrales térmicas, fundiciones, refinerías, fábricas industriales y agroindustriales generan altos contaminantes como dióxido de azufre (SO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂), monóxido de carbono (CO), plomo (Pb), hidrógeno sulfurado (H₂S), entre otros (Fernandez, 2016, parr. 6). Por otra parte, las pollerías se han convertido en fuentes puntuales de contaminación del aire debido a las emisiones que generan; y al carecer de medidas de mitigación para el problema (Cruz, López, Saldaña, y Valderrama, 2019, p. 46). En consecuencia, el contaminante dióxido de nitrógeno, el material particulado menor a 10 micras, las variables temperatura y humedad relativa tienen una correlación significativa moderada con las infecciones agudas de las vías respiratorias (Paredes, 2016, p. 6).

No obstante, luego de 20 días de cuarentena nacional, Lima registró valores de 4.5 µg/m³, 6.9 µg/m³, 8.3 µg/m³ y 5.5 µg/m³, según reporte de las estaciones colocadas en el mercado Ramón Castilla, el depósito del SAT del Cercado, el km 6.5 de la Vía de Evitamiento y el Velatorio Municipal en la avenida Alfonso Ugarte. Es decir, esta información se alinea con la data del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), que

registra una reducción de hasta cinco veces de la contaminación del aire con respecto a los picos de concentración del 2018 en el mismo periodo, lo que coloca a los actuales índices dentro de los niveles recomendados por la OMS (Municipalidad de Lima, 2020, parr. 4).

La contaminación del aire urbano es la consecuencia de una acumulación de fuentes de emisión que van desde las industrias y los automóviles hasta el uso de productos domésticos, incluida la vida animal y vegetal (Palacio, Zafra, y Rodríguez, 2014, p. 154). No obstante, el material particulado se ha constituido en un problema crítico, dado el impacto directo que genera en las condiciones de salud de la población; en particular, en lo referente a las Enfermedades Respiratorias Agudas (ERA), así como en afecciones cardíacas (Cárdenas, 2013, p. 105). Por otro lado, también tiene un impacto negativo en cuanto a visibilidad, olores e higiene. Por ello, este trabajo pretende identificar la calidad del aire y el efecto en la salud pública en los últimos años de la ciudad de Lima; dando así alternativas para mejorar la calidad de vida de las personas.

Existen diferentes trabajos de investigación de la calidad del aire, donde indican los diferentes tipos de contaminantes generados por las actividades industriales, vehículos, antropogénicas; tales como: PM10 y PM2.5 que cumplen un papel fundamental en la contaminación del aire; dentro de los diferentes trabajos científicos evaluados, se consideran de relevancia los siguientes:

Llop y Otros (2013), en su investigación tuvo como objetivo describir el desarrollo temporal de las concentraciones de plomo (Pb) en el aire en España, desde antes de su inhabilitación como aditivo de la gasolina hasta la actualidad, así como estudiar el progreso de la carga corporal de plomo en la población infantil española. Así mismo, se obtuvieron los poluentes medias anuales de Pb en el aire en distintas ciudades españolas, desde la década de 1980 hasta la actualidad. Se realizó una búsqueda bibliográfica con el fin de reconocer

estudios publicados sobre concentraciones de Pb en la población infantil española. Este desarrollo decreciente se asocia con un decrecimiento de las concentraciones de Pb en la población infantil española, desde 1989. En conclusión, desde el punto de vista de la salud pública, la prohibición del uso de gasolina con Pb fue una acción que aumentó la protección de la salud de la población española.

Por otro lado, Lertxundi y Otros (2010), en su investigación tuvo como objetivo valorar la calidad del aire a la que están expuestas 90.000 habitantes de la provincia de Gipuzkoa (País Vasco, España); así mismo, las muestras se recolectaron en siete sitios de muestreo utilizando tres muestreadores Digitel DAH 80 de alto volumen. Se evaluó la variabilidad anual y estacional de los distintos contaminantes en cada valle y también se recolectaron muestras de PM 10 y PM 2,5 en el mismo sitio durante un mes. Teniendo como resultados, las concentraciones de PM 2.5 observadas (12.2-28.9 m g / m³) fueron similares a los descritos en entornos urbanos en las grandes ciudades europeas. En conclusión, el hallazgo de que los niveles de material particulado y oligoelementos en el área de estudio fueron similares o superiores a los encontrados en las áreas metropolitanas tiene implicaciones para la evaluación de riesgos para la salud en poblaciones alejadas de grandes centros poblacionales.

De igual modo, Linares y Díaz (2009), en su investigación tuvo como objetivo examinar y cuantificar el impacto de PM_{2.5} que tienen en los niños menores de 10 años en los centros hospitalarios en la ciudad de Madrid; así mismo, se analizaron los ingresos diarios en el servicio de urgencias del hospital Gregorio Marañón. Teniendo como resultado, las PM_{2.5} son el único contaminante primario que aparece relacionado con los ingresos hospitalarios en la modelización. El riesgo relativo asociado a un incremento de 10µg/m³ fue de 1,03 para el grupo de menores de 10 años y de 1,03 para niños menores de un año. Los

peligros atribuibles fueron del 2,7% y el 2,8%, respectivamente. En conclusión, La concentración de PM_{2.5} es un indicador que genera efectos en salud por causa de contaminantes primarios. Se pone en evidencia la necesidad de incorporar medidas para la minimizar las concentraciones de PM_{2,5} en la atmósfera de las grandes ciudades.

Además, Pérez, Sunyer, Künzli (2009), en su investigación tuvo como objetivo estimar los beneficios económicos y sanitarios que se derivarían de dos escenarios de mejora de la calidad del aire en 57 municipios del área metropolitana de Barcelona; así mismo, utilizaron fracciones atribuibles y tablas de vida para cuantificar los beneficios de determinados resultados de salud; teniendo como resultado los beneficios para la salud medios anuales de reducir la exposición media a PM 10 estimada para la población en el área de estudio ($50 \mu\text{g} / \text{m}^3$) al valor medio anual recomendado por la OMS ($20 \mu\text{g} / \text{m}^3$) se estimó en 3.500 muertes menos, 1.800 hospitalizaciones menos por enfermedades cardiorrespiratorias, 5.100 casos menos de bronquitis crónica en adultos, 31.100 casos menos de bronquitis aguda en niños y 54.000 ataques de asma menos en niños y adultos. En conclusión, este estudio muestra que la reducción de la contaminación atmosférica en el área metropolitana de Barcelona supondría importantes beneficios económicos y para la salud.

Así mismo, Catalán y Jarillo (2010), en su investigación tuvo como objetivo identificar los paradigmas de investigación desde los cuales se realizaron tales estudios para establecer su respectivo posicionamiento, así como las correspondientes implicaciones filosóficas, teóricas, metodológicas y técnicas en cada paradigma y también sus diferencias. Así mismo, busca demostrar que dicho posicionamiento conlleva el uso de diversos abordajes analíticos y metodológicos, lo cual incluye las conductas prácticas del investigador y sus resultados de investigación. En los primeros párrafos de la investigación se exhiben los orígenes filosóficos y los paradigmas de este estudio; luego, se analizan estudios empíricos que ejemplifican cómo

es percibida y enganchar la percepción de la contaminación del aire de acuerdo con sus respectivos paradigmas de investigación.

De igual modo, Sánchez (2012) en su investigación menciona que, el asma es una enfermedad representada por un proceso inflamatorio que afecta las vías respiratorias. De igual modo, el aumento epidemiológico que ha tenido en los últimos años está relacionada principalmente a factores ambientales. El aumento en los pómulos de los contaminantes atmosféricos, liberación de gases y pequeñas partículas producidos a partir de la combustión de derivados del petróleo, el humo del cigarrillo y otras fuentes antropogénicas, suelen tener una fuerte asociación con el incremento de las enfermedades alérgicas, bien sea como disparadores de las irritaciones asmáticas o como posibles mediadores importantes en el inicio del asma, rinitis y en la sensibilización con aeroalergenos. En esta investigación se presenta las principales características de los gases y partículas que han sido considerados factores de riesgo para el desarrollo del asma.

Por otro lado, Gaviria, Muñoz y González (2012) en su investigación tuvo como objetivo presentar evidencia estadística de cómo la probabilidad de presentar un síntoma o enfermedad está relacionada con la exposición, la susceptibilidad y la respuesta social de individuos expuestos a la contaminación por material particulado. Así mismo, se emplea información única de una encuesta a 1.000 individuos expuestos en el centro de Medellín para realizar un análisis descriptivo y modelos de respuesta binaria probit. Se analizaron 27 modelos para las siguientes variables dependientes: presenta un síntoma o enfermedad (emf), presenta un síntoma (leve) y presenta una enfermedad (grave). En consecuencia, se evidencia que la exposición es una variable clave en la presencia de problemas respiratorios (vulnerabilidad), pero que los individuos expuestos pueden presentar problemas en salud debido no solo a la contaminación, sino a condiciones personales y sociales implícitas.

Hay que mencionar que, Sánchez y Caraballo (2015) en su investigación menciona que, la contaminación del aire influye en el origen y la evolución de las enfermedades respiratorias. El incremento en la frecuencia que ha tenido el asma en los últimos años se asocia con el aumento de los contaminantes atmosféricos y es secundario a la liberación de gases y pequeñas partículas producidas a partir de la combustión de derivados del petróleo, humo de cigarrillo, etcétera. Se conocen algunos mecanismos acerca de cómo estos contaminantes pueden influir en el asma y otras enfermedades alérgicas: 1) al actuar como irritantes en las células alveolares o epiteliales, 2) por su acción coadyuvante en los alergenos en el proceso inflamatorio y 3) por mecanismos epigenéticos. En esta revisión trataremos los mecanismos fisiopatológicos por los que los contaminantes del aire se convierten en factores de riesgo de asma y otras enfermedades alérgicas.

De igual modo, Sarmiento, Hernández, Medina y Rodríguez (2015) en su investigación tuvo como objetivo conocer la incidencia de los síntomas respiratorios en cinco localidades de Bogotá y su asociación con otros factores, entre 2008 y 2011. Así mismo, se hizo un estudio de cohorte dinámica; el tamaño de la muestra fue de 3278 niños de cinco localidades, divididos en dos grupos de acuerdo con la exposición a material en partículas. Se hizo el seguimiento de la aparición de diez síntomas respiratorios mediante un diario de registro. En consecuencia, la tos se presentó con mayor frecuencia en los niños más expuestos y la incidencia de expectoración fue mayor en ellos. La proporción de riesgo atribuible a la exposición a la contaminación del aire, fluctuó según los síntomas entre 37 % para las sibilancias nocturnas y 10,6 % para la tos. En conclusión, los efectos de la contaminación del aire en alrededores se vieron impulsados por las condiciones socioeconómicas en las que vive y trabaja la población de Bogotá.

También, Rodríguez y Zegarra (2010) en su estudio tuvo como objetivo determinar cuál es la concentración de este, en los principales puntos críticos de congestión vehicular y evaluar cual es la tendencia de los niveles de contaminación de este a través de los últimos años. El primer paso para este proyecto fue la elaboración de un tren de muestreo que consistió en un ensamblaje, que se inicia en la toma del aire contaminado, el cual es forzado a pasar por tubos colectores los cual contiene una solución captadora (peróxido de hidrógeno). Una vez capturada la muestra se realizaron los análisis respectivos en el laboratorio los cuales arrojaron que la más alta contaminación se dio en la intersección entre Gamarra-Grau con 38,76 ug/m³ y la más baja en la intersección Independencia-Gamarra con 17,38 ug/m³ comparando estos resultados con los obtenidos el año 2005 los niveles de contaminación han aumentado en un 28,13% en estos últimos 5 años.

Así mismo, Castillo y Cerdán (2013) en su estudio titulado “Impuesto al patrimonio vehicular y su contribución a la reducción de la contaminación del aire en la ciudad de Trujillo, mediante su modificación”, tuvo como objetivo determinar si la modificación del mencionado artículo contribuiría en la reducción de la contaminación del aire. Este estudio se basa en el análisis legislativo y doctrinario del Impuesto al Patrimonio Vehicular y sus distintos aspectos, además de la contaminación ambiental y las medidas para combatirla. Asimismo, recurrimos al análisis de la legislación comparada de este impuesto a efectos de verificar su regulación y los criterios que toman en cuenta. Además, a fin de recabar la opinión de la ciudadanía que transita o labora por el Centro Histórico de la ciudad de Trujillo, se aplicó cuestionarios obteniendo datos relevantes para nuestra investigación.

De igual modo, Mendoza (2014) en su estudio tuvo como objetivo valorar las emisiones generadas por fuentes móviles en la cuenca atmosférica del cercado de Tacna en los años 2011-2012. El diseño fue no experimental, transversal, prospectivo; se aplicó

encuestas según fuentes de emisión móvil y para la valoración de emisiones se aplicó el factor de emisión según guía sobre técnicas para el inventario rápido de fuentes y su uso en la formulación de estrategia de contaminación ambiental. Los resultados indican que las emisiones producidas no implican por sí sola valores que incidan directa o significativamente sobre la calidad del aire, es necesario una evaluación integral de la calidad del aire; por tanto, las emisiones generadas son de 796, 17 ton/año, para los componentes listados en el D.S. 074-2001-PCM.

De igual manera, Tello (2017) en su estudio tuvo como objetivo determinación del nivel de contaminación del aire por material particulado (PM10) en la ciudad del Cusco. Para el análisis estadístico se utilizó el software Statgraphics Centurion XVII, con una confiabilidad del 95%. El estudio concluye que el nivel de concentración de PM10 en la Ciudad del Cusco es intermedio, mostrando valores promedios de 43,52 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para el año 2013, 38,37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para el año 2014 y para el año 2015 de 48,67 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Las zonas con mayor concentración de material particulado PM10 son los distritos de San Jerónimo que presenta un valor promedio de los tres años de estudio 62,11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, y el distrito de Wanchaq que presenta un valor promedio de 46,83 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. En la zona de muestreo JER (San Jerónimo). Sin embargo, en las zonas de muestreo DES (DIRESA), BEL (Belén Pampa), TTIO registrándose con valores debajo de este, en un intervalo de [30,63 – 37,65] $\mu\text{g}/\text{m}^3$, [34,63 – 41,21] $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y [32,33 – 40,83] $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente.

Al mismo tiempo, Pérez y Rodas (2017) en su estudio tuvo como objetivo determinar la influencia de la inversión térmica en la contaminación atmosférica según los ECAS en el distrito de Cajamarca durante los años 2013 a 2015. Como resultado de la investigación concluyó, la presencia de una capa de inversión térmica influye en el incremento de la concentración de contaminantes atmosféricos como el plomo, PM2,5 y PM10. Así mismo,

determinamos que existen otros factores que influyen directamente en la concentración de contaminantes, así como: incendios forestales, construcciones a gran escala, precipitaciones, vientos, concentraciones masivas de personas en actividades festivas, huelgas (quema de llantas, bombas lacrimógenas, bloqueo de carreteras), campañas políticas (quema de fuegos artificiales, aumento de tráfico vehicular), entre otras.

Por otra parte, Marcos (2011) en su estudio tuvo como objetivo evaluar el estado de la calidad del aire a través del monitoreo en las diversas zonas de la ciudad universitaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, pudiendo así determinar el grado de afectación sobre la salud humana. Luego de obtener los resultados se conocerá las zonas de alto riesgo que contenga un nivel de afectación sobre la salud humana de los trabajadores, docentes y estudiantes, que circulan en los diversos ambientes de la ciudad universitaria, así como la determinación de las cantidades de concentración (PM10, SO₂, NO₂, CO), concentración de metales (Fe, Pb, Mn, Zn, S, Zr, Cu); para luego evaluar si estos niveles de concentración exceden o no los límites máximos permisibles para Perú, según lo establecido por los decretos supremos: D.S. N° 074-2001-PCM, y el D.S. N° 003-2008 - MINAM, además de ello ayudará a fortalecer el monitoreo de la calidad del aire en el área de estudio.

Por otro lado, Silva (2012) en su estudio tuvo como objetivo determinar la asociación entre el nivel de contaminación ambiental y el desarrollo de asma bronquial infantil y en la población de alumnos de 13 a 14 años de colegios ubicados en la provincia de Lima en el año 2007. Así mismo, se entrevistaron a 787 alumnos, de 4 colegios secundarios, 2 colegios ubicados en un área contaminada y otros 2 colegios ubicados en un área poco contaminada. Se observó que la prevalencia de asma bronquial infantil en nuestro estudio fue de 22.1%, además que del total de asmáticos el 20% de estos viven en una zona de alta contaminación, y el 24,1% en zona de baja contaminación. En conclusión, se encontró que la prevalencia de

asma bronquial en la población escolar de 22,1% coincide con otras realizadas en el Perú y Latinoamérica. Encontramos relación entre la exposición de kerosene y asma bronquial, y asociación entre antecedentes familiares y asma bronquial corroborados por estudios en España y Boston.

Por otra parte, Lau (2014) en su estudio tuvo como objetivo establecer la relación entre la contaminación del aire y las Infecciones Respiratorias Agudas en el hospital nacional PNP Augusto B. Leguía, Rímac, 2013. Se realizó en el hospital nacional PNP Augusto B. Leguía del distrito del Rímac que cuenta con un total de 238 trabajadores asistenciales, de donde se extrajo una muestra de 148 trabajadores una vez aplicados los criterios correspondientes. Los datos se obtuvieron a través de dos instrumentos, contaminación del aire e infecciones respiratorias agudas. Los datos obtenidos se ingresaron en una base de datos, posteriormente procesados en el paquete estadístico SPSS Versión 21. Los resultados evidencian que existe relación entre la contaminación del aire y las infecciones respiratorias agudas de acuerdo con lo expresado por los trabajadores asistenciales del hospital nacional PNP Augusto B. Leguía del distrito del Rímac con una rho de Spearman de 0.171 y con una significancia de $p= 0.038$.

De igual manera, Pacsi (2016) en su estudio se realizó un análisis de la variación temporal y espacial de la concentración del PM_{2,5} y PM₁₀ en Lima y el Callao. Así mismo, se utilizaron datos de concentración de PM_{2,5} y PM₁₀ medidos y analizados por la DIGESA y el SENAMHI, a través de la red de monitoreo de calidad del aire de Lima Metropolitana, durante el periodo 2001 y 2014. Los resultados muestran que los promedios diarios de PM₁₀ no sobrepasan los estándares de calidad del aire (ECA) del Perú; sin embargo, los promedios anuales de PM₁₀ y PM_{2,5} en casi todas las estaciones de monitoreo, si superan significativamente el ECA y las guías de la OMS. La variación multianual del PM₁₀ y PM_{2,5} muestran una tendencia descendente moderada para el PM₁₀ y leve para el PM_{2,5}; sin

embargo, es necesario tomar medidas de control para evitar su incremento. Las zonas norte, sur y este de Lima presentan los mayores valores de PM10 y PM2,5. Para Lima Metropolitana, se encuentran en el rango de 0,50 y 0,75 (Callao) con un promedio para la ciudad de 0,65.

Se debe agregar que, Valverde (2016) en su investigación tuvo como objetivo evaluar las condiciones de calidad de aire en el cruce de la Av. Universitaria con Av. Panamericana Norte, distrito de Los Olivos, Lima. Para la determinación del material particulado, se empleó la técnica de gravimetría; y para los contaminantes gaseosos CO y NO₂, se empleó la técnica de espectroscopía ultravioleta-visible. El viento predominante fue de sur-sur-oeste y los polvos atmosféricos sedimentables viajan en un intervalo de velocidad de 12-20 km/h. En la estación de monitoreo se obtuvo PM10 de 137.5 µg/m³, dióxido de nitrógeno (NO₂) de 22.8 µg/m³ y monóxido de carbono (CO) de 5448.5 µg/m³. Por lo tanto, el dióxido de nitrógeno (NO₂), PM10 y monóxido de carbono (CO) si cumple con el valor establecido, señalado en el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire – D.S. N° 074 – 2001 – PCM.

Dentro del estudio realizado y las diferentes bases teóricas, se consideró los diferentes términos relacionados al mismo:

La atmosfera: Es la capa gaseosa que envuelve la tierra y que se mantiene unida al planeta por la fuerza de la gravedad. Entre sus funciones más importantes cabe destacar que provee a los seres vivos de gases imprescindibles para la vida, forma parte del ciclo hidrológico, nos sirve de protección frente a los rayos cósmicos y distribuye la energía del sol por toda la Tierra (Conselleria de Agricultura, Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica, 2015, parr. 1). En ella se producen todos los fenómenos climáticos y meteorológicos que afectan al planeta, regula la entrada y salida de energía de la tierra y es el principal medio de transferencia del calor; también, presenta una composición

uniforme en los primeros niveles y está estructurada en capas horizontales de características definidas (Pontificia Universidad Católica de Chile, s.f., parr. 1).

La capa de ozono: Es una región de la atmósfera conocida como la pantalla solar natural de la Tierra, ya que filtra los rayos ultravioleta (UV) dañinos procedentes de la luz solar antes que alcancen la superficie de nuestro planeta y causen daño a los seres humanos y a otros organismos vivos (Baird y Cann, 2014, pag. 3). Así mismo, el agotamiento de la capa de ozono se produce como consecuencia del uso antrópico de diversos componentes llamados sustancias agotadoras de la Capa de Ozono (SAO). La disminución de la capa de ozono se ha enfrentado como un problema global (SINIA, s.f., parr. 1). Entre los efectos negativos se incluyen el aumento de casos de determinados tipos de cáncer de piel, las cataratas y los trastornos inmunitarios. La radiación UV también afecta a los ecosistemas terrestres y acuáticos, al alterar el crecimiento, las cadenas de alimentos y los ciclos bioquímicos (Comisión Europea, s.f., parr. 13).

El aire: Es una mezcla de gases que forman la atmósfera, es por ello que se encuentra en todas partes. Sus componentes principales son el nitrógeno, oxígeno, dióxido de carbono, neón, helio, entre otros. Todos ellos de gran importancia y necesarios para que los seres vivos realicen funciones vitales (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2018, parr. 1)

Contaminación ambiental: Es un proceso cíclico que involucra todos los ambientes: aire, agua y suelo, y desde cualquier perspectiva, a los seres vivos tanto emisores como receptores de los contaminantes; por lo tanto, al afectarse el ambiente, nosotros también resultamos afectados, ya que somos los receptores finales de los mismos (Domínguez Gual, 2015, pag. 1).

Fuentes fijas: Se conoce como fuente fija la fuente de emisión situada en un lugar determinado e inamovible, aun cuando la descarga de contaminantes se produzca en forma dispersa, siendo este contaminante un fenómeno físico, en estado sólido, líquido o gaseoso, causante de efectos adversos en el medio ambiente, a los recursos naturales renovables y a la salud humana que solos o en combinación, o como productos de reacción, se emiten al aire por causa de actividades humanas, de causas naturales, o de una combinación de éstas (IDEAM, 2014).

Fuente puntual: Se define como una fuente puntual a toda instalación establecida en un lugar que tenga como finalidad desarrollar operaciones o procesos industriales o actividades que puedan generar emisiones contaminantes significativas a la atmósfera (Ministerio del Ambiente, 2021).

Meteorología: es la ciencia responsable de estudiar las condiciones del tiempo, del clima y del cambio climático en el planeta. Ésta es una ciencia multidisciplinaria que comprende fenómenos físicos, químicos y geográficos. Entre las principales formas de abordar los fenómenos están la descripción, análisis y predicción de las variantes diarias de las condiciones atmosféricas en diversas situaciones del sistema terrestre (CIIFEN, 2022).

Clima: son las condiciones atmosféricas predominantes durante un período determinado sobre un lugar o una región, las cuales están controladas por: factores radiativos forzantes (radiación solar y efecto invernadero de la atmósfera), así como la interacción de la atmósfera con otros componentes del sistema Tierra (hidrósfera, biósfera, litósfera y antropósfera), y la influencia de factores físicos-geográficos (latitud, altitud sobre el nivel del mar, continentalidad, orografía, circulación atmosférica y corrientes marinas) (CIIFEN, 2022).

Cambio climático: Es una variación que se está registrando en el clima del planeta, atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, y que altera la composición de la atmósfera. Se manifiesta en un aumento de las temperaturas medias y una alteración del clima a escala mundial, haciendo más común eventos climáticos extremos (Ministerio del Ambiente, 2021).

Contaminación del aire: Es una mezcla de partículas sólidas y gases en el aire que pueden estar suspendidas como partículas; así mismo, su inhalación puede aumentar las posibilidades de tener problemas de salud (Biblioteca Nacional de Medicina de los EE. UU., 2020, parr. 1)

Partículas en suspensión: Son todas las partículas sólidas y líquidas que se encuentran suspendidas en el aire, la mayor parte de las cuales suponen un peligro. Esta mezcla compleja contiene, entre otras cosas, polvo, polen, hollín, humo y pequeñas gotas (GreenFacts, 2020, parr. 2).

Material particulado: Es una mezcla compleja de una gran variedad de pequeñas partículas de sólidos, líquidos o sólidos y líquidos, tanto orgánicos como inorgánicos, naturales y antropogénicos, de composición variable suspendidos en el aire (Centro de Monitoreo de la Calidad del Aire del Estado de Querétano, s.f., parr. 1).

PM10: Son aquellas partículas sólidas o líquidas de polvo, cenizas, hollín, partículas metálicas, cemento o polen, dispersas en la atmósfera, y cuyo diámetro varía entre 2,5 y 10 μm (1 micrómetro corresponde la milésima parte de 1 milímetro). Están formadas principalmente por compuestos inorgánicos como silicatos y aluminatos, metales pesados entre otros, y material orgánico asociado a partículas de carbono (hollín) (PRTR, 2017, parr. 1).

PM2.5: Están constituidas por aquellas partículas de diámetro aerodinámico inferior o igual a los 2,5 micrómetros, su origen está principalmente en fuentes de carácter antropogénico; por tanto, se pueden acumular en el sistema respiratorio y están asociadas, cada vez con mayor consistencia científica, con numerosos efectos negativos sobre la salud, como el aumento de las enfermedades respiratorias y la disminución del funcionamiento pulmonar (Linares Gil y Díaz Jiménez, 2008, parr. 3).

Gases de efecto invernadero: Se denominan gases de efecto invernadero (GEI) a los gases que forman parte de la atmósfera natural y antropogénica (emitidos por la actividad humana), cuya presencia contribuye al efecto invernadero (AQUAE Fundación, s.f., parr. 1).

Monóxido de carbono (CO): Es un gas sin olor ni color, pero muy peligroso. Puede causar súbitamente una enfermedad y la muerte, se encuentra en el humo de la combustión, como lo es el expulsado por automóviles y camiones, candelabros, estufas, fogones de gas y sistemas de calefacción (Biblioteca Nacional de Medicina de los EE. UU., 2019, parr. 1).

Dióxido de nitrógeno (NO₂): es un gas corrosivo y oxidante de color rojizo-marrón con un olor penetrante e irritante y es una de las principales sustancias destructoras de la capa de ozono y, por lo tanto, contribuye de manera significativa al calentamiento global, así mismo, puede irritar los pulmones y disminuir la resistencia a enfermedades infecciosas (Centro de Monitoreo de la Calidad del Aire del Estado de Querétaro, s.f., parr. 6).

Dióxido de azufre (SO₂): es un gas incoloro, irritante, con un olor penetrante que se comienza a percibir con 0,3 a 1,4 ppm y es perfectamente distinguible a partir de 3 ppm

-partes por millón; es un veneno altamente nocivo para la salud de las personas, asociado a problemas de asma y bronquitis crónica, aumentando la morbilidad y mortalidad en personas mayores y niños (Instituto para la Salud Geoambiental, s.f., parr. 1).

Índice de calidad del aire (AQI): Da a conocer a la población el estado actual de la calidad del aire, presentando la información de forma clara y amigable. Para ello, califica el estado de la calidad del aire de una determinada zona y presenta la información en números y colores. Este índice se enfoca en los resultados de mediciones de seis contaminantes que afectan la calidad del aire, de las cuales son: el Material Particulado (PM), Dióxido de Azufre (SO₂), Dióxido de Nitrógeno (NO₂), Monóxido de Carbono (CO), Hidrógeno Sulfurado (H₂S) y Ozono (O₃). Por tanto, favorece a las personas a tomar medidas pertinentes para proteger su salud (Ministerio del Ambiente, 2016, parr. 2).

Enfermedades respiratorias: Es una variedad de afecciones entre las que se encuentran la silicosis, el asma y la enfermedad pulmonar relacionada con sustancias químicas aromatizantes (Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH), 2017, parr. 2); así mismo, Por lo regular causan un estrechamiento u obstrucción de las vías respiratorias (Biblioteca Nacional de Medicina de los EE. UU., 2020, parr. 1).

Infecciones respiratorias agudas (IRA): Constituyen un grupo de enfermedades que se producen en el aparato respiratorio, causadas por diferentes microorganismos como virus y bacterias, que comienzan de forma repentina y duran menos de 2 semanas. La mayoría de estas infecciones como el resfriado común son leves, pero dependiendo del estado general de la persona pueden complicarse y llegar a amenazar la vida, como en el caso de las neumonías (Ministerio de Salud y Protección Social , s.f., parr. 1).

Alergia: Es la respuesta inmunitaria del organismo a una sustancia extraña o alérgico, penetrada en un organismo sensibilizado. Aparece asociada a las reacciones anormales con inflamación a un tejido o a un órgano (Wesner, 2016, pag. 13).

Rinofaringitis: Es una infección banal y frecuente en infantes cuando se muestran en su forma aguda. Su gravedad se debe a la presencia de complicaciones o de formas recidivantes (Gac, 2011, parr. 1).

Otitis Media: Es presencia de efusión timpánica, demostrada por neumo-otoscopia, nivel hidroaéreo o impedancia-metría, acompañada de signos y síntomas de inflamación aguda del oído medio (Santolaya de P., 2007, pag. 297).

Faringitis: Es una inflamación de las vías respiratorias altas y una de las principales causas de dolor de garganta. En la faringitis aguda suele estar afectada el resto de las estructuras vecinas como las amígdalas, llamándose el cuadro faringoamigdalitis (Martínez, 2018, parr. 1).

Asma: Es una afección en la que se estrechan y se hinchan las vías respiratorias, lo cual produce mayor mucosidad. Esto podría dificultar la respiración y provocar tos, silbido al respirar y falta de aire (Mayo Clinic, 2018, parr. 1).

Neumonía: Es una infección que inflama los sacos aéreos de uno o ambos pulmones. Los sacos aéreos se pueden llenar de líquido o pus (material purulento), lo que provoca tos con flema o pus, fiebre, escalofríos y dificultad para respirar. Diversos microorganismos, como bacterias, virus y hongos, pueden provocar neumonía (Mayo Clinic, 2018, parr. 1).

1.2. Formulación del problema

- ¿De qué manera influye la calidad del aire y los efectos de la salud en la población de Lima, en los últimos 16 años?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Identificar los efectos de la calidad del aire en la salud en la ciudad de Lima en un periodo de 16 años, teniendo como base los registros de datos de diferentes entidades públicas.

1.3.2. Objetivos específicos

- Analizar las variaciones meteorológicas, climáticas del aire y registrar la dirección del viento utilizando la construcción de rosa de viento en los últimos años y describir los efectos negativos de la calidad del aire en la salud de los habitantes de la ciudad de Lima.
- Determinar las zonas afectadas por las concentraciones generadas por las chimeneas de las ladrilleras utilizando el Método de Dispersión de Contaminantes o Método Gaussiano e interpretar mediante mapas las distribuciones de contaminantes en el periodo 2015 al 2019 utilizando las concentraciones de las estaciones meteorológicas.
- Comparar los datos obtenidos con los estándares de calidad del aire del Perú (MINAM) y el Organismo Mundial de la salud (OMS) e identificar el índice de calidad del aire (AQI) de EE. UU. en la ciudad de Lima durante los últimos 16 años.

1.4. Hipótesis

Hi: Los parámetros de PM10 y PM2.5 obtenidas de las estaciones meteorológicas durante los últimos 16 años cumplen con el ECA del Aire y no existe un efecto en la salud de los habitantes de la ciudad de Lima

Ho: Los parámetros de PM10 y PM2.5 obtenidas de las estaciones meteorológicas durante los últimos 16 años no cumplen con el ECA del Aire y existe un efecto en la salud de los habitantes de la ciudad de Lima

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

El enfoque estimado para esta investigación es cuantitativo; ya que, según Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 10) es referido a descubrir y refinar preguntas de investigación. Con frecuencia se basa en métodos de recolección de datos sin medición numérica, como las descripciones y las observaciones. De igual modo, Rodríguez Gómez y Valldeoriola (2009, p. 46) menciona que, consiste en un conjunto de prácticas interpretativas que hacen al mundo visible, estas prácticas transforman el mundo y lo convierten en una serie de representaciones que incluyen las notas de campo, las entrevistas, conversaciones, fotografías, registros y memorias. Por tanto, esta investigación tiene este enfoque por que utiliza la recolección de datos sin medición numérica para descubrir o afinar preguntas de investigación en el proceso de interpretación sobre la calidad del aire y su efecto en la salud de los habitantes de la ciudad de Lima, en el periodo 2007-2022.

Asi mismo, la presente investigación es de diseño no experimental – longitudinal; puesto que, según Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 214), señala que en la investigación no experimental se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, se trata de investigación donde no hacemos variar en forma intencional las variables independientes. De igual modo, Agudelo, Aignerren, y Ruiz (2008, p. 40) indica que, una investigación sistemática y empírica en la que las variables independientes no se manipulan porque ya han sucedido. Por tanto, esta investigación tiene esta perspectiva siendo un procedimiento que permite mejorar los diseños cuasiexperimentales que consiste en tomar múltiples registros, del mismo sujeto, a lo largo del tiempo; según indica Bono (2012, p. 41)

Por consiguiente, esta investigación se enmarca en el tipo descriptivo puesto que según Cazau (2006, p. 27), nos indica que la investigación descriptiva se recopilan una serie de cuestiones, conceptos o variables y se mide cada una de ellas independientemente de las otras,

con el fin, precisamente, de describirlas. De igual manera, Rojas (2015, p. 7), nos mencionan que exhibe el conocimiento de la realidad tal como se presenta en una situación de espacio y de tiempo dado. Aquí se observa y se registra, o se pregunta y se registra; describiendo el fenómeno sin introducir modificaciones. Por tanto, esta investigación tiene esta visión porque trabaja sobre realidades y su característica fundamental es la de presentarnos una interpretación correcta de las variables “Calidad del aire” y “Efecto en la salud”

Por esto, según Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 174), la población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones. De igual manera, Moreno (2005, p. 187) menciona que la población es la totalidad del fenómeno a estudiar, en donde las unidades de población poseen una característica común, la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación; también, un conjunto finito o infinito de personas, cosas o elementos que presentan características comunes con el fenómeno que se investiga. Dado que, en la investigación se considerará una población finita; ya que, se conoce el número exacto de elementos que constituyen el estudio el cual está conformado por 170 registros de datos de informes técnicos del Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA), Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), Dirección general de Epidemiología (DGE), Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) y Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria (DIGESA) en la calidad del aire en Lima.

Así mismo, Según Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 173), menciona que la muestra es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos, y que tiene que definirse y delimitarse de antemano con precisión, además de que debe ser representativo de la población. El investigador pretende que los resultados encontrados en la muestra se generalicen o extrapolen a la población. Con la finalidad de poder determinar la

muestra emplearemos el método no probabilístico que consiste en seleccionar a los individuos que convienen al investigador, los cuales serán: 10 informes del Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA), 10 informes del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), 192 registros de datos de la Dirección general de Epidemiología (DGE), 192 datos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) entre los años 2015 al 2022 y 312 datos de la Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria (DIGESA) en la calidad del aire en la ciudad de Lima, entre los años 2007 al 2022.

Por todo esto, Ibáñez (2015, p. 68) nos señala que las técnicas son los diferentes medios, técnicas o estrategias a través de los cuales se establece la relación entre el investigador y el resultado para la recogida de los datos. Por lo tanto, la técnica que emplearemos para la recolección de datos en esta investigación es transversal; ya que, se analizan características entre los elementos de diferentes grupos en un momento determinado en el tiempo; así mismo, los grupos de estudios deben ser comparables de acuerdo con la finalidad del estudio (Ibáñez, 2015, p. 71)

Posteriormente, Ibáñez (2015, p. 65) señalan que un instrumento de medición es el mecanismo que utiliza el investigador para obtener y registrar la información. Para el recojo de la información en el presente estudio se utilizó una base de datos comparativa, la cual estuvo basada en los resultados de los informes técnicos del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), del Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA), del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), la Dirección general de Epidemiología (DGE), Informes de Resoluciones Directorales (RD) y la Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria (DIGESA) en la calidad del aire; éstos a su vez

deben tener sus constancias o certificaciones que son parte de la validez y confiabilidad de los mismo, otorgando información relevante y confiable.

Posteriormente al diseño de la investigación, fue inherente confeccionar los instrumentos que permitieron la recolección de datos a analizar, ayudando en la veracidad de la información obtenida. Dentro de estos procesos se diseñaron:

En primera instancia se realizó una investigación de fuentes confiables donde se pueda obtener los datos a analizar; así mismo, estos datos deben presentar los parámetros de la calidad del aire del lugar a investigar en un periodo de 16 años. Actualmente el estado de la calidad del aire en Lima, son monitoreadas a través de dos instituciones. La primera, la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), perteneciente al Ministerio de Salud del Perú, que se encarga de la vigilancia de la calidad del aire; la segunda institución es el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), perteneciente al Ministerio del Ambiente del Perú, que realiza la vigilancia de la meteorología y la calidad del aire en el Perú.

Así mismo, el muestreo y análisis del PM₁₀ y PM_{2,5} por la DIGESA y SENHAMI se realizaron a través de métodos automáticos, utilizando la técnica autenticación de rayos beta monitor 5014i y equipos manuales tipo High Vol y Mini Vol y el SENAMHI utiliza el Monitor Automático TEOM serie 1400a de la marca THERMO SCIENTIFIC guiados del D.S. N° 003-2017-MINAM de la calidad del aire. Por otro lado, estos datos obtenidos de ambas entidades son plasmados en informes técnicos y/o estudios realizados para obtener un diagnóstico de la calidad del aire, también en la evaluación de la Declaración de Adecuación Ambiental (DAA) identificando el grado de contaminación que realizan las plantas industriales. De igual modo, los datos obtenidos de los casos de infecciones respiratorias agudas (IRA) se recolectaron de la Dirección general de Epidemiología (DGE); también, los datos meteorológicos se

obtuvieron del índice temático del medio ambiente del Instituto Nacional de estadística e Informática (INEI).

Por consiguiente, los datos de recolección se obtuvieron de la Página web DIGESA, SENAMHI, INEI, DGE e informes técnicos en línea; utilizando filtros que favorecieron en la búsqueda de información; de igual modo, utilizando palabras clave como “calidad del aire”, “contaminación atmosférica” de las ciudades de Lima en estaciones meteorológicas, entre los años 2007 al 2022.

Además, se obtuvieron los parámetros estadísticos descriptivos de los datos, a través del análisis de varianza simple (ANOVA) y contraste múltiple de medias de Duncan con un 95% de significancia, empleando el Programa estadístico Statgraphics versión 16.1. Se calcularon los promedios anuales de los datos de PM10 y PM2,5, de las cuales se generaron diferentes series de tiempo para observar su comportamiento y las tendencias. Todos los resultados fueron comparados con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) del aire del Ministerio del Ambiente (MINAM) y las guías de calidad del aire de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Por último, se realizó una rosa de viento para identificar la direccione del viento en los últimos 5 años; así mismo, se utilizó el método Gaussiano para permitir prever las concentraciones en los diferentes puntos en el entorno de un foco de emisor “Ladrilleras “. Además, identificar el índice de calidad del aire (AQI) de las estaciones meteorológicas en diferentes zonas de la ciudad de Lima y describir los efectos negativos de la calidad del aire en la salud de los habitantes en relación con las Infecciones Respiratorias Agudas (IRA)

Para determinar la validez y confiabilidad de los instrumentos, se utilizó la opinión y el visto bueno de expertos en el tema de la carrera profesional de ingeniería ambiental de nuestra casa superior de estudios sede Trujillo.

Después de haber aplicado el instrumento, se procedió a organizar la información en Excel y en el programa Statgraphics Centurion en su versión 16.1, el cual permitió realizar tablas que detallan los resultados finales de las variables y dimensiones; además, el programa Wrplot View en su versión 8.0.2, permitió elaborar la rosa de viento, indicando la dirección y velocidad del viento; así mismo, el programa ArcMap en su versión 10.8, permitió elaborar los mapas de dispersión de contaminantes utilizando el Método Gaussiano, mapas de ubicación de las estaciones meteorológicas, mapas de concentración de contaminantes; por otra parte, el programa QGIS en su versión 3.30.2 , utilizando el complemento Data Plotly permitió representar la información que deseamos, en diferentes tipos de diagramas vinculados a las capas vectoriales que tenemos cargadas en nuestro proyecto; a su vez, se utilizó Google Colab que permite ejecutar códigos arbitrarios de Python adecuado para análisis de datos de las variables PM10, PM2.5, IRA, Neunomía, Condiciones Atmosféricas. Por otro lado, para la redacción del informe se utilizó el paquete office 2021.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

Los resultados se presentan en 23 tablas, 8 mapas (Map.) y 25 figuras (Fig.), en la primera tabla se reporta la ubicación de las estaciones meteorológicas de la Dirección General de salud Ambiental (DIGESA) donde se obtuvieron los datos de la calidad del aire (PM10, PM2.5) desde el 2007 hasta el 2019; en la Tabla 2 y Map. 1, se retribuye la ubicación de las estaciones meteorológicas del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) donde se obtuvieron los datos de la calidad del aire (PM10, PM2.5) desde el 2015 hasta el 2022, así como también datos de velocidad del viento y dirección del viento para elaborar una rosa de viento (Ver Fig. 25); en la Tabla 3 y Map. 2, se proporciona la ubicación de las ladrilleras en el Distrito de Chosica que generan concentraciones de fuentes fijas.

Por otro lado, en la Tabla 4, indica los datos necesarios para realizar la estimación de concentración a nivel del suelo. Además, en la Tabla 5, se indica el análisis de varianza simple de las condiciones meteorológicas desde 2007 hasta el 2021 de la ciudad de Lima registrado en la NASA, de las cuales se obtuvieron los datos en las coordenadas WGS 84 – 18S con 280025.148 Este y 8665901.340 Norte; de igual modo, se reportó en la Tabla 6 una regresión múltiple con una variable dependiente en relación al tiempo y con variables independientes las condiciones meteorológicas; así también, en la Tabla 7 se reporta el análisis de media con intervalo de confianza del 95.00 para condiciones meteorológicas en la ciudad de Lima entre 2007 hasta el 2021.

En la Tabla 8 se reporta en análisis estadístico de Infecciones Respiratorias Agudas (IRA) por Ubicación en relación a la concentración de PM10; así mismo, en la Tabla 9, se indica el análisis de varianza de ANOVA simple para el IRA por Ubicación; de igual modo, en la Tabla 10, se indica el análisis de medias con intervalo de confianza del 95.00 % para el

IRA para cada Ubicación. También, en la Tablas 11 se reporta en análisis estadístico del IRA por Ubicación en relación a la concentración de PM_{2.5}; de igual modo, en las Tablas 12 se indica el análisis de varianza de ANOVA simple para el IRA por Ubicación; de igual modo, en las Tablas 13 se indica el análisis de medias con intervalo de confianza del 95.00 % para el IRA para cada Ubicación.

En la Tabla 14 se reporta en análisis estadístico de Neumonía por Ubicación en relación a la concentración de PM₁₀; así mismo, en la Tabla 15, se indica el análisis de varianza de ANOVA simple para la Neumonía por Ubicación; de igual modo, en la Tabla 16, se indica el análisis de medias con intervalo de confianza del 95.00 % para la Neumonía para cada Ubicación. También, en la Tabla 17 se reporta en análisis estadístico de la Neumonía por Ubicación en relación a la concentración de PM_{2.5}; de igual modo, en la Tabla 18 se indica el análisis de varianza de ANOVA simple para la Neumonía por Ubicación; de igual modo, en las Tabla 19 se indica el análisis de medias con intervalo de confianza del 95.00 % para el Neumonía para cada Ubicación. No obstante, en la Fig. 1 y 2 se representan mediante un gráfico de dispersión de pómulos de PM₁₀ y PM_{2.5} con relación a sus estaciones.

En la Fig. 3 y 4 se presenta la comparación entre casos de Ira y Neumonía en relación a la ubicación de las estaciones meteorológicas del DIGESA y SENAMHI en el cual se representó mediante un diagrama de dispersión. Por otro lado, en la Fig. 5 y 6 se visualiza mediante diagramas de bigotes la relación de concentración de PM₁₀ y PM_{2.5} con la temperatura de la ciudad de Lima; de igual modo, en la Fig. 7 y 8 entre los casos de IRA y neumonía con la temperatura. Sin embargo, en la Fig. 9 y 10 se representa mediante diagramas de bigotes donde se aprecia la relación entre los casos de neumonía e IRA con la humedad específica de la ciudad de Lima durante los últimos 16 años; a su vez, en la Fig. 11 y 12 se

representa mediante diagramas de bigotes la relación que existe entre PM10 y PM2.5 entre la propagación de estos contaminantes con la velocidad del viento.

Con respecto a los casos de Ira en las Fig. 13 y 15 se realiza una comparación con las condiciones del clima, siendo estos parámetros la precipitación y la humedad relativa para evidenciar la relación que existe entre ellos; además, en la Fig. 14 y 16 comparar los casos de neumonía con los parámetros de precipitación y la humedad relativa durante los últimos 16 años. Por otra parte, en la Fig. 17 y 18 se representa mediante diagramas de dispersión los casos de IRA y neumonía en relación a la concentración de PM10; de igual modo, en la Fig. 19 y 20 los casos de IRA y neumonía en relación a su concentración de PM2.5 en la ciudad de Lima durante los últimos 16 años.

En las Fig. 21 y 22 se representan las comparaciones de los parámetros del aire (PM10, Pm2.5) de las cinco estaciones meteorológicas (E-1, E-2, E-3, E-4, E-5) del DIGESA y en la Fig. 23 y 24 se representan las comparaciones de los parámetros del aire (PM10, Pm2.5) de las cinco estaciones meteorológicas (CDM, CRB, PPD, SBJ, SJL, SMP, STA, VMT) del SENAMHI durante los años de muestreo e identificar que estaciones y los años que no cumplieron con estándares de calidad del aire establecidos por el Ministerio del Ambiente (MINAM) (ver Anexo 13) y con los estándares de calidad del aire establecidos por el Organismo Mundial de la Salud (OMS). De igual modo, la Tabla 20 y la Tabla 21 se ha comparado con el índice de calidad del aire (AQI) de EE.UU. en las estaciones del DIGESA; así mismo, en la Tabla 22 y 23 se ha comparado con el índice de calidad del aire (AQI) de EE.UU. en las estaciones del SENAMHI. (ver Anexo 12) con el fin de identificar si afecta la calidad del aire en el tiempo de muestreo y en las estaciones meteorológicas en la salud, relacionado a las infecciones respiratorias agudas (IRA)

Tabla 1. Ubicación de las estaciones meteorológicas de la DIGESA para la recolección de datos en la ciudad de Lima desde el 2007 hasta el 2019.

Zona	Estación	Código	Ubicación	Coordenadas U TM WGS 84 – 18 SUR	
				Coord. Este	Coord. Norte
Callao	Diresa Callao	E - 1	Callao	268596.41 m E	8665491.44 m S
Lima Sur	Hospital María Auxiliadora	E - 2	San Juan de Miraflores	286904.59 m E	8654899.37 m S
Lima Norte	Centro de Salud Santa Luzmila	E - 3	Comas	275275.97 m E	8679060.83 m S
Lima Este	Hospital Hipólito Unanue	E - 4	El Agustino	283146.16 m E	8668150.74 m S
Lima Ciudad	Congreso de la República	E - 5	Lima	279431.19 m E	8667478.70 m S

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 2. Ubicación de las estaciones meteorológicas de la SENAMHI para la recolección de datos en la ciudad de Lima desde el 2015 hasta el 2022.

Zona	Estación	Código	Ubicación	Coordenadas UTM WGS 84 – 18 SUR	
				Coord. Este	Coord. Norte
Lima Ciudad	Campo de Marte	CDM	Jesús María	277591.6 m E	8664816.6 m S
Lima Ciudad	San Borja	SBJ	San Borja	281491.5 m E	8660635.4 m S
Lima Este	Santa Anita	STA	Santa Anita	285386.0 m E	8667918.7 m S
Lima Este	San Juan de Lurigancho	SJL	San Juan de Lurigancho	282308.1 m E	8674687.9 m S
Lima Norte	San Martín de Porres	SMP	San Martín de Porres	273047.9 m E	8671604.1 m S
Lima Norte	Puente Piedra	PPD	Puente Piedra	274053.4 m E	8687726.8 m S
Lima Norte	Carabayllo	CRB	Carabayllo	278497.5 m E	8683451.0 m S
Lima Sur	Villa María del Triunfo	VMT	Villa María Del Triunfo	291083.7 m E	8654309.3 m S

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3. Ubicación de las ladrilleras en el distrito de San Juan de Lurigancho, Lima

Ladrillera	Código	Ubicación	Coordenadas UTM WGS 84 – 18 SUR	
			Coord. Este	Coord. Norte
MVF	CH-01	Huachipa	289861.6 m E	8673704.1 m S
FORTALEZA	CH-02	Huachipa	290331.3 m E	8672450.1 m S
CABRERA	CH-03	Huachipa	290618.5 m E	8673261.1 m S
SAGITARIO	CH-04	Huachipa	290209.6 m E	8672371.1 m S
INFORMALES	CH-05	Huachipa	290790.3 m E	8671382.5 m S
ÑOÑO	CH-06	Huachipa	290912.0 m E	8671465.6 m S
INKA	CH-07	Huachipa	290791.6 m E	8671522.7 m S
HUAÑEC	CH-08	Huachipa	292433.7 m E	8671816.9 m S
CABRERA	CH-09	Huachipa	290767.8 m E	8671528.8 m S
INCA	CH-10	Huachipa	290793.2 m E	8671518.3 m S
ITAL	CH-11	Huachipa	291624.6 m E	8672492.9 m S
FENIX	CH-12	Huachipa	291695.3 m E	8672128.4 m S
FORTE	CH-13	Huachipa	290339.0 m E	8672530.5 m S
NACIONAL SAC	CH-14	Huachipa	290437.6 m E	8672815.6 m S

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4. Puntos de concentración de CO para el análisis de dispersión de contaminantes o Método Gaussiano en la ciudad de Lima

ITEN	LADRILLERA	COORDENADAS UTM WGS 84		H Prom. (m)	u Prom. (m/s)	Zchim (m)	Q Total (ug/m3)
		X	Y				
1	L. LOPEZ	289927	8673385	60	2.1	372	700907
2	NACIONAL	290472	8672872				
3	FORTALEZA	290274	8673070				
4	LATERCER	290246	8672527				
5	L. THOR	291141	8673069				
6	CABRERA	290755	8671571				

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5. Análisis estadístico de condiciones meteorológicas en la ciudad de Lima entre 2007 hasta el 2021.

Parámetros	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango	Sesgo Estand.	Curtosis Estand.
Cantidad de nubes (%)	75.1553	3.5062	4.67%	66.94	79.39	12.45	-1.6141	0.7544
Dirección del viento (°)	183.1280	2.2101	1.21%	178.45	188.42	9.97	0.3595	1.8637
Hum. Específica (g/kg)	9.9007	0.2321	2.34%	9.56	10.36	0.80	0.5091	-0.4810
Hum. Relativa (%)	67.6193	0.8987	1.33%	66.30	69.73	3.43	1.2454	0.6202

Presión								
Superficial (kPa)	88.7573	0.0198	0.02%	88.71	88.78	0.07	-1.5386	0.7138
Precipitación (mm/día)	0.0687	0.0562	81.80%	0.02	0.20	0.18	2.1534	0.6309
Punto de Rocío (°C)	11.2480	0.3207	2.85%	10.75	11.90	1.15	0.3983	-0.3574
Temperatura(°C)	18.2747	0.4137	2.26%	17.64	19.02	1.38	0.3143	-0.4837
Temp. Máxima (°C)	24.2100	0.4435	1.83%	23.60	25.00	1.40	0.7921	-0.6727
Temp. Mínima (°C)	13.6393	0.3429	2.51%	13.12	14.15	1.03	-0.1496	-1.0304
Vel. del viento (m/s)	2.4633	0.1578	6.41%	2.27	2.74	0.47	0.7548	-0.7356

Nota: Esta tabla muestra el resumen estadístico para cada una de las variables seleccionadas. Incluye medidas de tendencia central, de variabilidad, y de forma. De particular interés aquí es el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada, las cuales pueden usarse para determinar si la muestra proviene de una distribución normal. Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad, las cuales tenderían a invalidar muchos de los procedimientos estadísticos que se aplican habitualmente a estos datos

Tabla 6. Regresión múltiple en relación al tiempo entre el 2007 al 2022 con los parámetros atmosféricos en la ciudad de Lima

Parámetro	Estimación	Error Estándar	Estadístico T	Valor-P
CONSTANTE	-14690.6	5831.62	-2.51912	0.0862
Cantidad de nubes	0.321037	0.273455	1.174	0.3251
Dirección del viento	0.242169	0.684019	0.354039	0.7467
Humedad Específica	-78.4481	26.748	-2.93286	0.0609
Humedad Relativa	-4.31919	5.47043	-0.789552	0.4874
Presión Superficial	190.453	67.2525	2.83191	0.0661
Precipitación	2.41062	14.4335	0.167016	0.8780
Punto de Rocío	70.5346	29.3031	2.40707	0.0953
Temperatura	-3.69359	16.4175	-0.224979	0.8364
Temperatura Máxima	11.937	5.92373	2.01512	0.1373
Temperatura Mínima	-14.7834	16.2067	-0.912174	0.4289
Velocidad del Viento	-5.14182	10.1675	-0.50571	0.6479

Nota: La salida muestra los resultados de ajustar un modelo de regresión lineal múltiple para describir la relación entre Fecha y 11 variables independientes. La ecuación del modelo ajustado es: Fecha = -14690.6 + 0.321037*Cantidad de nubes + 0.242169*Dirección del viento - 78.4481*Humedad Específica - 4.31919*Humedad Relativa + 190.453*Presión Superficial + 2.41062*Precipitación + 70.5346*Punto de Rocío - 3.69359*Temperatura + 11.937*Temperatura Máxima - 14.7834*Temperatura Mínima - 5.14182*Velocidad del Viento. Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe una relación estadísticamente significativa entre las variables con un nivel de confianza del 95.0%.

Tabla 7. Intervalo de confianza del 95% para las estimaciones de los coeficientes entre los años 2007 al 2021 en la ciudad de Lima.

Parámetro	Estimación	Error Estándar	Límite Inferior	Límite Superior
CONSTANTE	-14690.6	5831.62	-33249.4	3868.29
Cantidad de nubes	0.321037	0.273455	-0.54922	1.19129
Dirección del viento	0.242169	0.684019	-1.93469	2.41902
Humedad Específica	-78.4481	26.748	-163.572	6.67596
Humedad Relativa	-4.31919	5.47043	-21.7286	13.0902
Presión Superficial	190.453	67.2525	-23.5749	404.481

Precipitación	2.41062	14.4335	-43.5233	48.3446
Punto de Rocío	70.5346	29.3031	-22.7211	163.79
Temperatura	-3.69359	16.4175	-55.9414	48.5542
Temperatura Máxima	11.937	5.92373	-6.91494	30.789
Temperatura Mínima	-14.7834	16.2067	-66.3604	36.7937
Velocidad del Viento	-5.14182	10.1675	-37.4994	27.2158

Nota: Esta tabla muestra intervalos de confianza del 95.0% para los coeficientes en el modelo. Los intervalos de confianza muestran con qué precisión pueden estimarse los coeficientes dados la cantidad de datos disponibles, y el nivel de ruido que está presente.

Tabla 8. Análisis estadístico para infecciones respiratorias agudas por lugar de muestreo en concentraciones de PM10 entre el 2007 al 2022

Ubicación	Recuento	Promedio	Desv. Estándar	Coef. de Variación	Mínimo	Máximo	Rango	Sesgo Estand.	Curtosis Estand.
CALLAO	13	122977.	9568.03	7.78031%	102944.	136960.	34016.0	-0.809501	0.0457863
L. CENTRO	16	163931.	109875.	67.0247%	0	339094.	339094.	0.322682	-1.06313
L. ESTE	16	152935.	65590.6	42.8878%	26276.0	240433.	214157.	-1.25013	-0.00653694
L. NORTE	13	147315.	14785.2	10.0365%	127212.	172552.	45340.0	0.653554	-0.549722
L. SUR	16	130017.	77690.3	59.7537%	0	340948.	340948.	1.372	2.55389
Total	74	144107.	69885.0	48.4951%	0	340948.	340948.	2.08048	2.35302

Nota: Esta tabla muestra diferentes estadísticos de IRA para cada uno de los 5 niveles de ubicación. La intención principal del análisis de varianza de un factor es la de comparar las medias de los diferentes niveles.

Tabla 9. Análisis de varianza ANOVA simple para infecciones respiratorias agudas por lugar de muestreo en concentraciones de PM10 entre el 2007 al 2022

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1.66491E10	4	4.16228E9	0.85	0.5015
Intra grupos	3.39877E11	69	4.92575E9		
Total (Corr.)	3.56526E11	73			

Nota: La tabla ANOVA distribuye la varianza IRA en dos elementos: entre-grupos y dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 0.845004, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de IRA entre un nivel de Ubicación y otro, con un nivel del 95.0% de confianza. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula de igualdad de medias

Tabla 10. Análisis de medias con intervalo de confianza del 95.0% para infecciones respiratorias agudas por lugar de muestreo en concentraciones de PM10 entre el 2007 al 2022

LUGAR	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
CALLAO	13	122977.	19465.4	95518.6	150436.
L. CENTRO	16	163931.	17545.9	139180.	188682.
L. ESTE	16	152935.	17545.9	128184.	177686.
L. NORTE	13	147315.	19465.4	119856.	174773.
L. SUR	16	130017.	17545.9	105266.	154768.
Total	74	144107.			

Nota: Esta tabla muestra la media de IRA para cada nivel de Ubicación. También muestra el error estándar de cada media. Así mismo, también muestra un intervalo alrededor de cada media; de igual modo, están contruidos de tal manera que, si dos medias son iguales, sus intervalos se traslaparán un 95.0% de las veces.

Tabla 11. Análisis estadístico para infecciones respiratorias agudas por lugar de muestreo en concentraciones de PM_{2.5} entre el 2007 al 2022

LUGAR	Recuento	Promedio	Desv. Estándar	Coef. de Variación	Mínimo	Máximo	Rango	Sesgo Estand.	Curtosis Estand.
CALLAO	13	126175.	13050.7	10.3433%	102944.	153608.	34016.0	-1.81558	1.83153
L. CENTRO	10	182412.	113782.	62.3762%	0	339094.	339094.	0.272026	-1.25012
L. ESTE	15	180764.	99421.7	55.0009%	0	339094.	214157.	-1.296	-0.0677315
L. NORTE	15	189626.	90261.4	47.5997%	127212.	409768.	98490.0	-2.28393	2.93316
L. SUR	16	165118.	75501.5	45.7258%	0	340948.	340948.	1.372	2.55389
Total	69	169016.	84961.3	50.2681%	0	409768.	340948.	1.83393	1.99022

Nota: Esta tabla muestra diferentes estadísticos de IRA para cada uno de los 5 niveles de Ubicación. La intención principal del análisis de varianza de un factor es la de comparar las medias de los diferentes niveles, enlistados aquí bajo la columna de Promedio.

Tabla 12. Análisis de varianza ANOVA simple para infecciones respiratorias agudas por lugar de muestreo en concentraciones de PM_{2.5} entre el 2007 al 2022

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1.08039E10	4	2.70098E9	0.50	0.7374
Intra grupos	3.20114E11	59	5.42566E9		
Total (Corr.)	3.30918E11	63			

Nota: La razón-F, en este caso es igual a 0.497817, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Debido que, el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0.05, donde no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de IRA entre un nivel de Ubicación y otro, con un nivel del 95.0% de confianza. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula de igualdad de medias.

Tabla 13. Análisis de medias con intervalo de confianza del 95.0 % para infecciones respiratorias agudas por lugar de muestreo en concentraciones de PM_{2.5} entre el 2007 al 2022

LUGAR	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
CALLAO	10	125368.	23293.0	92409.7	158325.
L. CENTRO	10	160674.	23293.0	127716.	193632.
L. ESTE	15	154258.	19018.7	127349.	181168.
L. NORTE	13	141798.	20429.3	112892.	170704.
L. SUR	16	130017.	18414.8	103962.	156073.
Total	64	142155.			

Nota: Esta tabla muestra la media de IRA para cada nivel de Ubicación. También muestra el error estándar de cada media, el cual es una medida de la variabilidad de su muestreo. El error estándar es el resultado de dividir la desviación estándar mancomunada entre el número de observaciones en cada nivel. La tabla también muestra un intervalo alrededor de cada media. Los intervalos mostrados actualmente están basados en el procedimiento de la diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Están contruidos de tal manera que, si dos medias son iguales, sus intervalos se traslaparán un 95.0% de las veces.

Tabla 14. Análisis estadístico para la neumonía por lugar de muestreo en concentraciones de PM10 entre el 2007 al 2022

LUGAR	Recuento	Promedio	Desv. Estándar	Coef. de Variación	Mínimo	Máximo	Rango	Sesgo Estand.	Curtosis Estand.
CALLAO	13	1006.69	258.121	25.6405%	693.0	1488.0	795.0	0.973236	-0.615781
L. CENTRO	16	2227.13	1362.05	61.1574%	0	4362.0	4362.0	-	-0.97136
L. ESTE	16	2309.81	824.173	35.6814%	843.0	3181.0	2338.0	-1.06545	-0.94422
L. NORTE	13	1608.08	751.36	46.7242%	656.0	2760.0	2104.0	0.461032	-0.990786
L. SUR	16	1281.56	1044.11	81.4715%	0	4292.0	4292.0	2.50624	3.16298
Total	74	1717.41	1056.46	61.5152%	0	4362.0	4362.0	2.21323	-0.603713

Nota: Esta tabla muestra diferentes estadísticos de Neumonía para cada uno de los 5 niveles de Ubicación. La intención principal del análisis de varianza de un factor es la de comparar las medias de los diferentes niveles, enlistados aquí bajo la columna de Promedio.

Tabla 15. Análisis de varianza ANOVA simple para la neumonía por lugar de muestreo en concentraciones de PM10 entre el 2007 al 2022

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1.95334E7	4	4.88334E6	5.44	0.0007
Intra grupos	6.19432E7	69	897728.		
Total (Corr.)	8.14766E7	73			

Nota: La razón-F, que en este caso es igual a 5.43967, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Neumonía entre un nivel de Ubicación y otro, con un nivel del 95.0% de confianza. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula de igualdad de medias

Tabla 16. Análisis de medias con intervalo de confianza del 95.0% para la neumonía por lugar de muestreo en concentraciones de PM10 entre el 2007 al 2022

LUGAR	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
CALLAO	13	1006.69	262.785	635.997	1377.39
L. CENTRO	16	2227.13	236.871	1892.98	2561.27
L. ESTE	16	2309.81	236.871	1975.67	2643.95
L. NORTE	13	1608.08	262.785	1237.38	1978.77
L. SUR	16	1281.56	236.871	947.422	1615.7
Total	74	1717.41			

Nota: Esta tabla muestra la media de Neumonía para cada nivel de Ubicación. También muestra el error estándar de cada media, el cual es una medida de la variabilidad de su muestreo. El error estándar es el resultado de dividir la desviación estándar mancomunada entre el número de observaciones en cada nivel. La tabla también muestra un intervalo alrededor de cada media. Los intervalos mostrados actualmente están basados en el procedimiento de la diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Están contruidos de tal manera que, si dos medias son iguales, sus intervalos se traslaparán un 95.0% de las veces.

Tabla 17. Análisis estadístico para la neumonía por lugar de muestreo en concentraciones de PM2.5 entre el 2007 al 2022

LUGAR	Recuento	Promedio	Desv. Estándar	Coef. de Variación	Mínimo	Máximo	Rango	Sesgo Estand.	Curtosis Estand.
CALLAO	10	1059.9	272.719	25.7307%	693.0	1488.0	795.0	0.247772	-0.826619

L. CENTRO	10	2172.1	1661.44	76.49%	0	4362.0	4362.0	0.126332	-1.24456
L. ESTE	15	2251.73	818.507	36.3501%	843.0	3146.0	2303.0	-0.907336	-1.01199
L. NORTE	13	1608.69	751.498	46.7148%	656.0	2760.0	2104.0	0.456703	-0.993187
L. SUR	16	1281.56	1044.11	81.4715%	0	4292.0	4292.0	2.50624	3.16298
Total	64	1679.91	1067.54	63.5477%	0	4362.0	4362.0	2.41229	-0.149703

Nota: Esta tabla muestra diferentes estadísticos de Neumonía para cada uno de los 5 niveles de Ubicación. La intención principal del análisis de varianza de un factor es la de comparar las medias de los diferentes niveles, enlistados aquí bajo la columna de Promedio.

Tabla 18. Análisis de varianza ANOVA simple para la neumonía por lugar de muestreo en concentraciones de PM2.5 entre el 2007 al 2022

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	1.37762E7	4	3.44405E6	3.50	0.0124
Intra grupos	5.80216E7	59	983417.		
Total (Corr.)	7.17978E7	63			

Nota: La razón-F, que en este caso es igual a 3.50212, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Neumonía entre un nivel de Ubicación y otro, con un nivel del 95.0% de confianza. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula de igualdad de medias

Tabla 19. Análisis de medias con intervalo de confianza del 95.0 % para la neumonía por lugar de muestreo en concentraciones de PM2.5 entre el 2007 al 2022

<i>LUGAR</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est. (s agrupada)</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
CALLAO	10	1059.9	313.595	616.188	1503.61
L. CENTRO	10	2172.1	313.595	1728.39	2615.81
L. ESTE	15	2251.73	256.049	1889.44	2614.02
L. NORTE	13	1608.69	275.041	1219.53	1997.85
L. SUR	16	1281.56	247.918	930.778	1632.35
Total	64	1679.91			

Nota: Esta tabla muestra la media de Neumonía para cada nivel de Ubicación. También muestra el error estándar de cada media, el cual es una medida de la variabilidad de su muestreo. El error estándar es el resultado de dividir la desviación estándar mancomunada entre el número de observaciones en cada nivel. La tabla también muestra un intervalo alrededor de cada media. Los intervalos mostrados actualmente están basados en el procedimiento de la diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Están contruidos de tal manera que, si dos medias son iguales, sus intervalos se traslaparán un 95.0% de las veces.

Tabla 20. Identificación del Índice de Calidad del Aire (AQI) de EE.UU. en PM10 en la ciudad de Lima en las diferentes estaciones meteorológicas de la DIGESA

<i>Año</i>	<i>E-1</i>	<i>E-2</i>	<i>E-3</i>	<i>E-4</i>	<i>E-5</i>
2007	38	S.M.	70	68	87
2008	33	76	75	77	86
2009	31	62	84	62	80
2010	33	62	64	60	58
2011	33	56	71	48	44
2012	39	54	48	68	44
2013	23	26	71	49	55

2014	27	47	66	48	39
2015	30	60	68	43	46
2016	28	62	68	55	41
2017	30	67	64	54	50
2018	31	63	78	62	55
2019	31	62	83	59	53

Nota: En la estación E-1 en el periodo de muestreo ha presentado una buena calidad de aire; sin embargo, la E-2, E-3, E-4, E-5 han presentado por cortos periodos una buena calidad de aire; en consecuencia, han presentado una calidad de aire moderada, indicando que algunos contaminantes pueden causar un problema de salud moderado para un número muy pequeño de personas que son inusualmente sensibles a la contaminación del aire.

Tabla 21. Identificación del Índice de Calidad del Aire (AQI) de EE.UU. en PM2.5 en la ciudad de Lima en las diferentes estaciones meteorológicas de la DIGESA

Año	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5
2007	105	155	148	153	172
2008	62	153	139	151	162
2009	79	110	126	153	158
2010	67	95	98	99	N.R.
2011	64	48	156	92	N.R.
2012	67	96	97	133	N.R.
2013	74	74	128	124	119
2014	79	97	108	98	93
2015	77	98	84	89	78
2016	80	86	77	89	72
2017	N.R.	66	85	86	N.R.
2018	N.R.	71	66	104	N.R.
2019	N.R.	77	N.R.	N.R.	N.R.

Nota: el índice de calidad del aire para PM2.5 ha reflejado que, la estación E-1 ha presentado una calidad de aire moderado y malo para gente sensible, causando efectos de salud a grupos sensibles; por otro lado, la E-2, E-3, E-4, E-5 ha presentado una AQI malo que causa que personas presenten efectos de salud graves como infecciones respiratorias agudas.

Tabla 22. Identificación del Índice de Calidad del Aire (AQI) de EE.UU. en PM10 en la ciudad de Lima en las diferentes estaciones meteorológicas de la SENHAMI

Año	CDM	SBJ	STA	SJL	SMP	PPD	CRB	VMT
2015	101	166	142	183	125	191	132	495
2016	154	500	158	155	165	198	176	495
2017	103	188	161	154	165	237	408	500
2018	73	165	153	131	150	330	417	362
2019	87	128	193	130	52	90	183	201
2020	63	66	103	341	N.S.R.	N.S.R.	157	382
2021	56	169	172	141	78	N.S.R.	500	500
2022	83	167	140	134	100	N.S.R.	128	208

Nota: el índice de calidad del aire para PM10 ha reflejado que, la estación VMT ha presentado una calidad de aire muy malo que causa que personas presenten efectos de salud graves como infecciones respiratorias agudas,

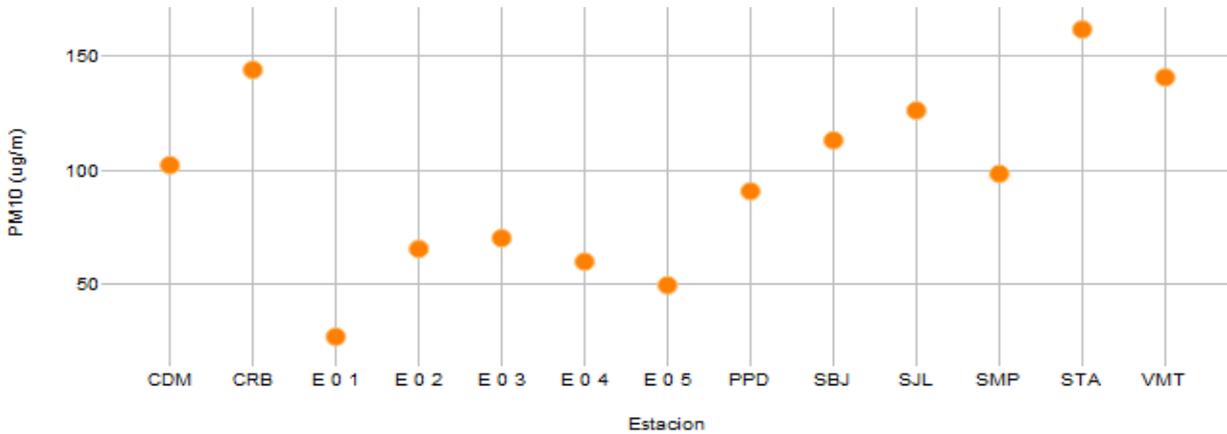
causando efectos de salud a grupos sensibles; por otro lado, las estaciones SBJ, STA, SJL, SMP, PPD y CRB han presentado una AQI malo que causa que personas presenten efectos de salud graves como infecciones respiratorias agudas y en la estación CDM ha presentado una calidad de aire moderado y malo para gente sensible.

Tabla 23. Identificación del Índice de Calidad del Aire (AQI) de EE.UU. en PM2.5 en la ciudad de Lima en las diferentes estaciones meteorológicas de la SENHAMI

Año	CDM	SBJ	STA	SJL	SMP	PPD	CRB	VMT
2015	153	183	181	189	164	170	177	198
2016	302	204	192	181	173	184	497	176
2017	155	308	185	187	256	193	460	179
2018	158	164	226	500	500	500	211	179
2019	154	152	500	203	307	500	267	228
2020	141	152	500	158	500	N.S.R.	158	170
2021	127	156	190	181	156	N.S.R.	169	175
2022	165	165	197	184	160	182	177	184

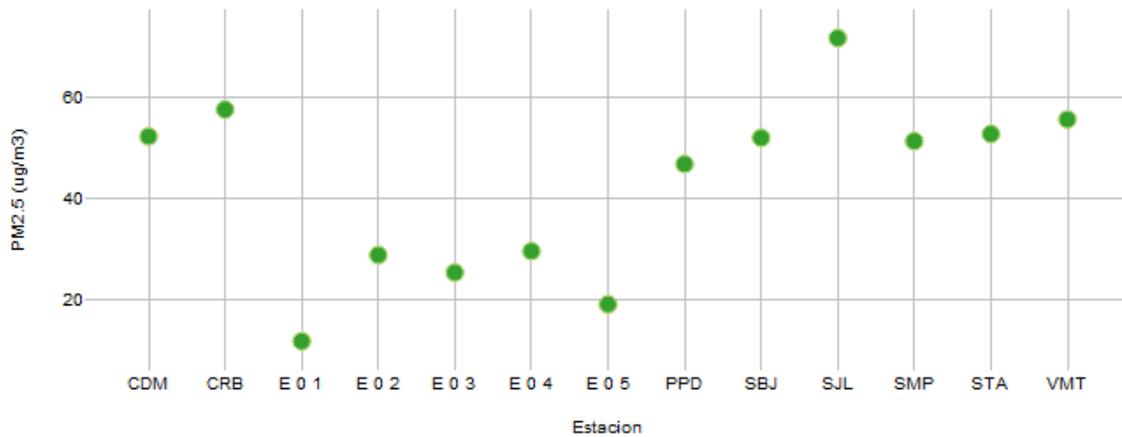
Nota: el índice de calidad del aire para PM2.5 ha reflejado que, las estaciones CDM, SBJ, STA, SJL, SMP, PPD, CRB y VMT han presentado una AQI malo y muy malo que causa que personas presenten efectos de salud graves como infecciones respiratorias agudas.

Figura 1. Diagrama de dispersión en relación a las estaciones meteorológicas según su concentración de PM10 durante los últimos 16 años



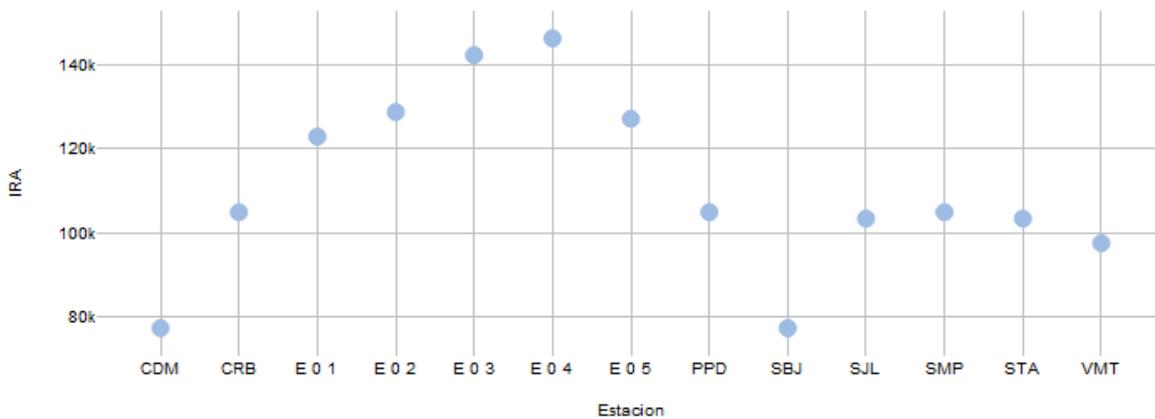
Nota: la estación E01 presentan una concentración menor a los 50 ug/m3, cumpliendo con el ECA D.S.N° 004-2017 del aire, por otro lado, las estaciones E02, E03, E04, E05 PPD, SMP se encuentran en el rango de 50 ug/m3 a 100 ug/m3 y las estaciones CDM, SBJ, SJL, STA y VMT sobrepasan los 100 ug/m3 de PM10. Por lo tanto, se puede probar que existe una relación de concentración de PM10 según su ubicación durante los últimos 16 años analizados.

Figura 2. Diagrama de dispersión en relación a las estaciones meteorológicas según su concentración de PM2.5 durante los últimos 16 años.



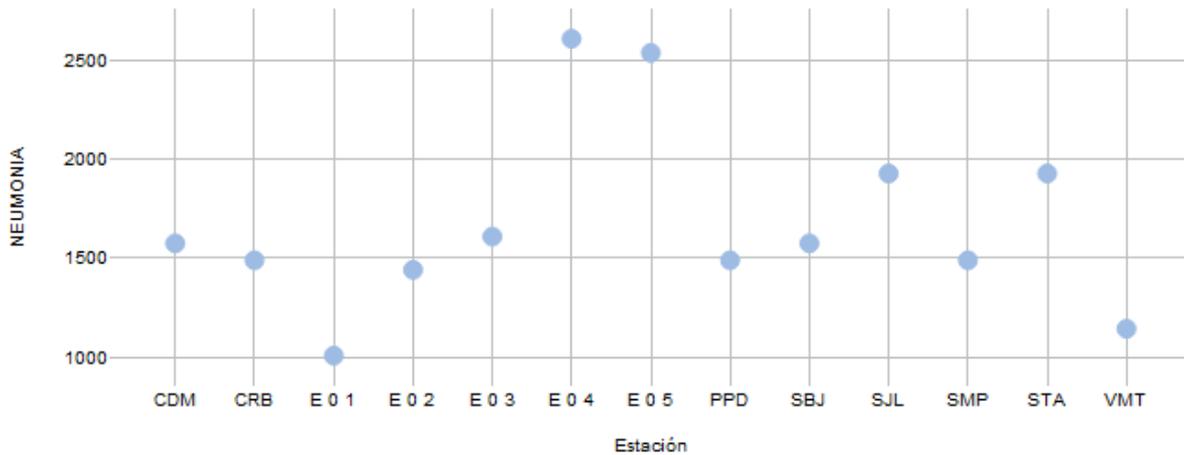
Nota: las estaciones E01y E05 presentan una concentración menor a los 25 ug/m3, cumpliendo con el ECA D.S.N° 004-2017 del aire, por otro lado, las estaciones E02, E03, E04 se encuentran en el rango de 20 ug/m3 a 40 ug/m3 y las estaciones CDM, CRB, PPD, SBJ, SJL, SMP, STA y VMT sobrepasan los 100 ug/m3 de PM2.5. Por lo tanto, se puede probar que existe una relación de concentración de PM2.5 según su ubicación durante los últimos 16 años analizados.

Figura 3. Diagrama de dispersión en relación a las estaciones meteorológicas según los casos de IRA en los últimos 16 años en la ciudad de Lima.



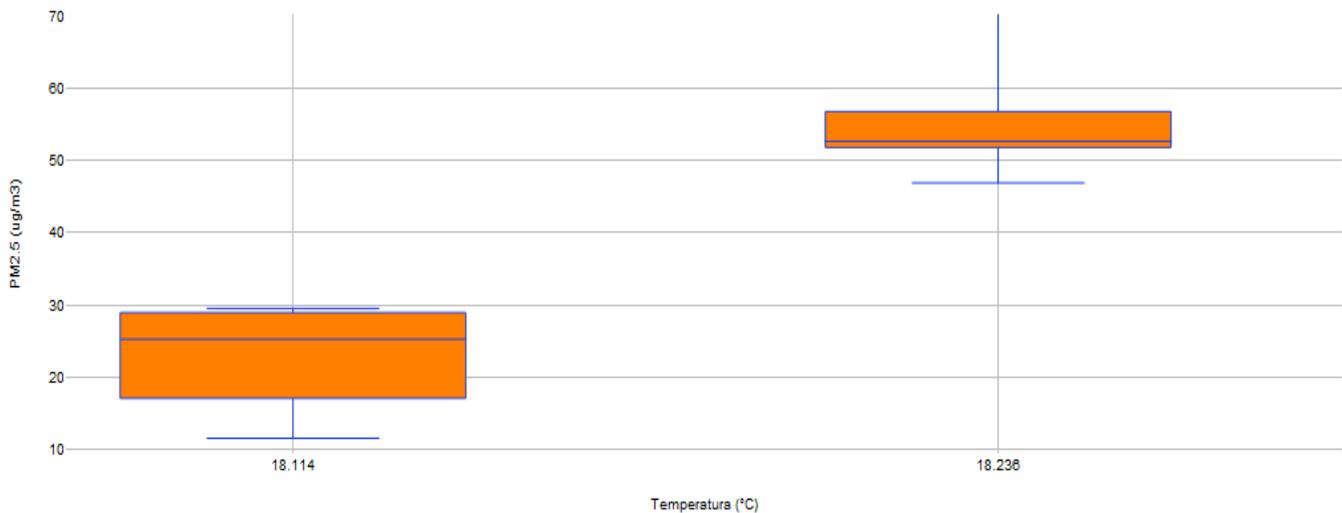
Nota: La tendencia de estos datos muestra que las estaciones CDM y SBJ presentan menos de 80 000 casos de IRA; mientras que, las estaciones VMT, CRB, PPD, SJL, SMP Y STA presentan un rango de 80 000 a 120 000 casos de IRA; por otra parte, las estaciones E01, E02, E03, E04 y E05 presentan más de 120 000 casos de IRA. Por lo tanto, se puede probar que existe una relación entre los casos de IRA y las estaciones meteorológicas durante los últimos 16 años.

Figura 4. Diagrama de dispersión en relación a las estaciones meteorológicas según los casos de Neumonía en los últimos 16 años en la ciudad de Lima



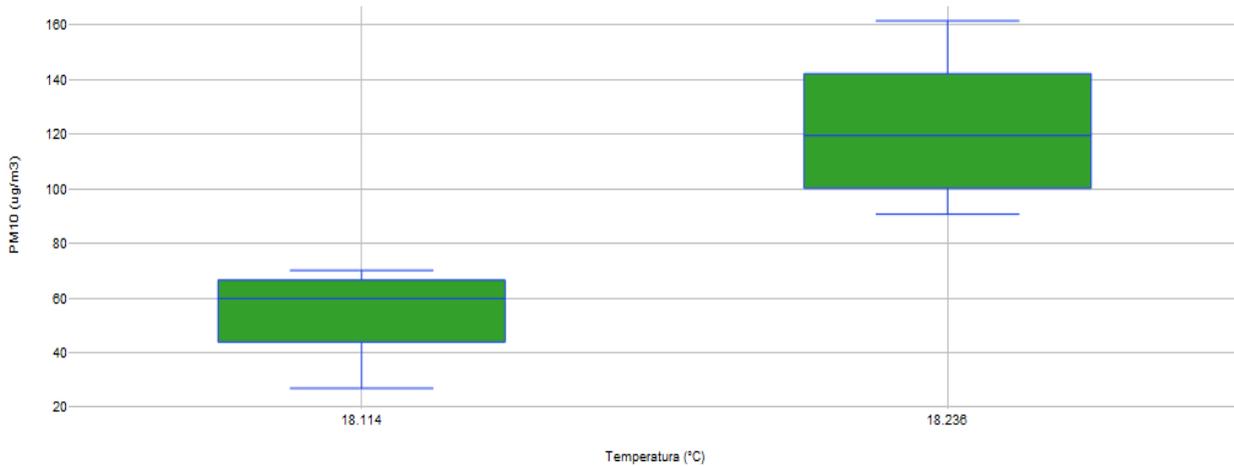
Nota: La tendencia de estos datos muestra que las estaciones CRB, E01, E02, PPD, SMP y VMT presentan menos de 1 500 casos de Neumonía; mientras que, las estaciones CDM, E03, SBJ, SJL Y STA presentan un rango de 1 500 a 2 000 casos de neumonía; por otra parte, las estaciones E04 y E05 presentan más de 2 500 casos de neumonía. Por lo tanto, se puede probar que existe una relación entre los casos de neumonía y las estaciones meteorológicas durante los últimos 16 años.

Figura 5. Diagrama de bigotes relacionado entre la temperatura de la ciudad de Lima y la concentración de PM2.5, durante los últimos 16 años.



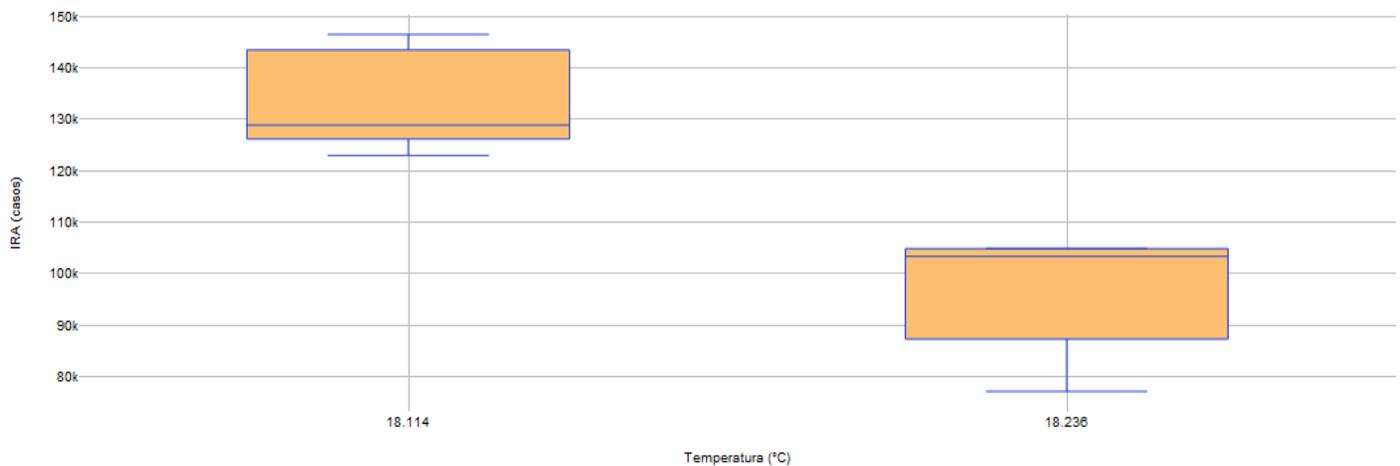
Nota: En la temperatura de 18.114 °C presenta una concentración mínima de 11.53 ug/m3 de PM2.5, con una media de 28.90 ug/m3 y alcanzando un máximo de 29.49 ug/m3. Por otro lado, en la temperatura de 18.236 °C se presentó una concentración mínima de 46.85 ug/m3, con una media de 52.60 ug/m3 y alcanzando un máximo de 71.95 ug/m3. En consecuencia, existe una relación significativa con la variación de temperatura y la concentración de PM2.5.

Figura 6. Diagrama de bigotes relacionado entre la temperatura de la ciudad de Lima y la concentración de PM10, durante los últimos 16 años.



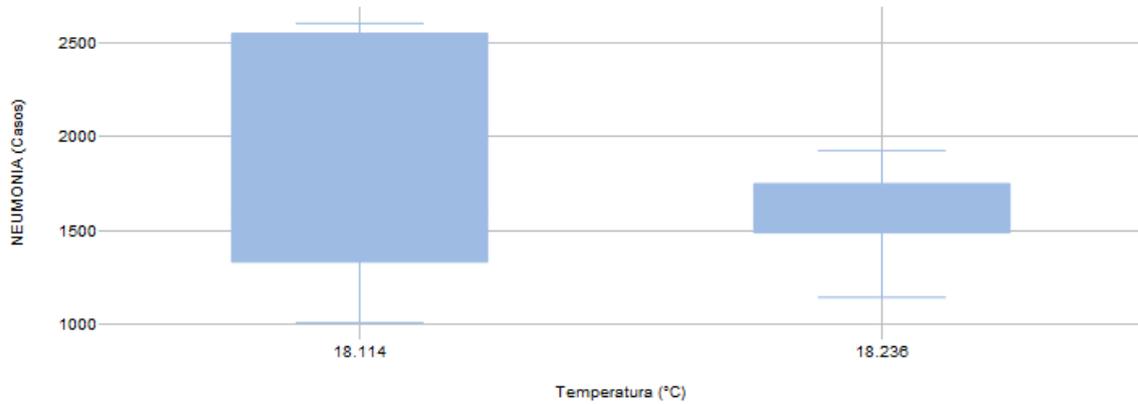
Nota: En la temperatura de 18.114 °C presenta una concentración mínima de 26.91 ug/m3 de PM10, con una media de 59.83 ug/m3 y alcanzando un máximo de 70.11 ug/m3. Por otro lado, en la temperatura de 18.236 °C se presentó una concentración mínima de 90.66 ug/m3, con una media de 149.46 ug/m3 y alcanzando un máximo de 161.48 ug/m3. En consecuencia, existe una relación significativa con la variación de temperatura y la concentración de PM10.

Figura 7. Diagrama de bigotes relacionado entre la temperatura de la ciudad de Lima y los casos de infecciones respiratorias agudas durante los últimos 16 años.



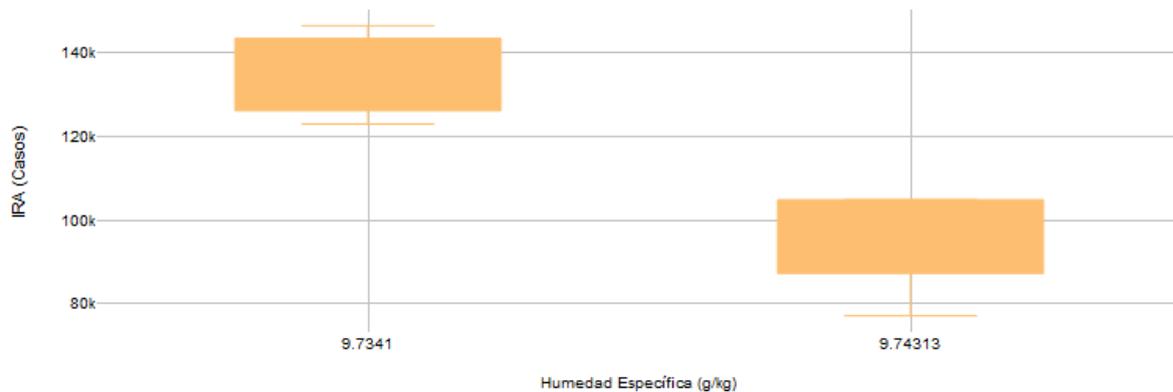
Nota: En la temperatura de 18.114 °C presentan 122 977.4 casos de Infecciones Respiratorias Agudas (IRA) en la tendencia mínima; por otro lado, en la media presentó 128 159.5 casos de IRA y alcanzando un máximo de 146 474.7 de casos de IRA. Por otra parte, en la temperatura de 18.236 °C se presentó 77 136.38 casos de IRA en una tendencia mínima; no obstante, en la media presentó 77 136.4 casos de IRA y alcanzando un máximo de 104 876.9 casos de IRA. En consecuencia, existe una relación significativa con la variación de temperatura y los casos de IRA registrados por el MINSa.

Figura 8. Diagrama de bigotes relacionado entre la temperatura de la ciudad de Lima y los casos de neumonía durante los últimos 16 años.



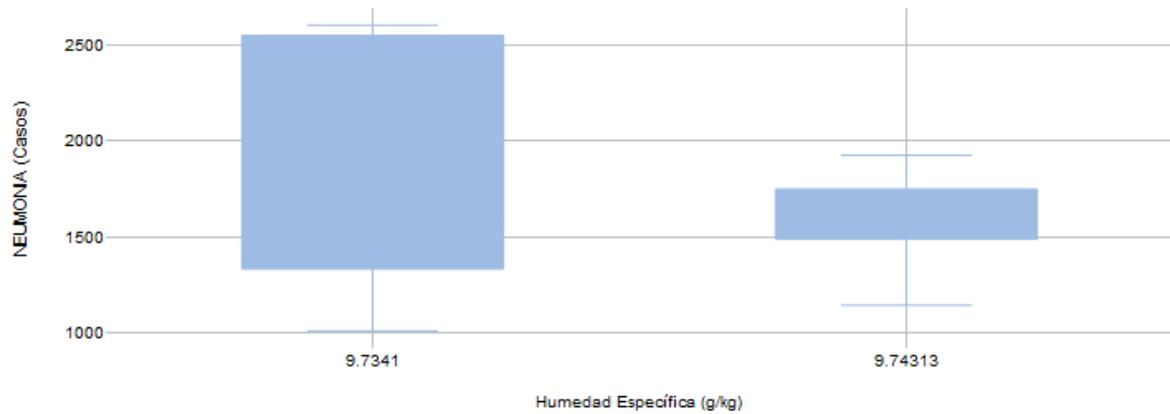
Nota: En la temperatura de 18.114 °C presentan 1 006.7 casos de neumonía en la tendencia mínima; por otro lado, en la media presentó 1 608.1 casos de neumonía y alcanzando un máximo de 2 606.6 de casos de neumonía. Por otra parte, en la temperatura de 18.236 °C se presentó 1 142.5 casos de neumonía en una tendencia mínima; no obstante, en la media presentó 1 530.9 casos de neumonía y alcanzando un máximo de 1 936.4 casos de neumonía. En consecuencia, existe una relación significativa con la variación de temperatura y los casos de neumonía registrados por el MINSA

Figura 9. Diagrama de bigotes relacionado entre la humedad específica de la ciudad de Lima y los casos de infecciones respiratorias agudas durante los últimos 16 años



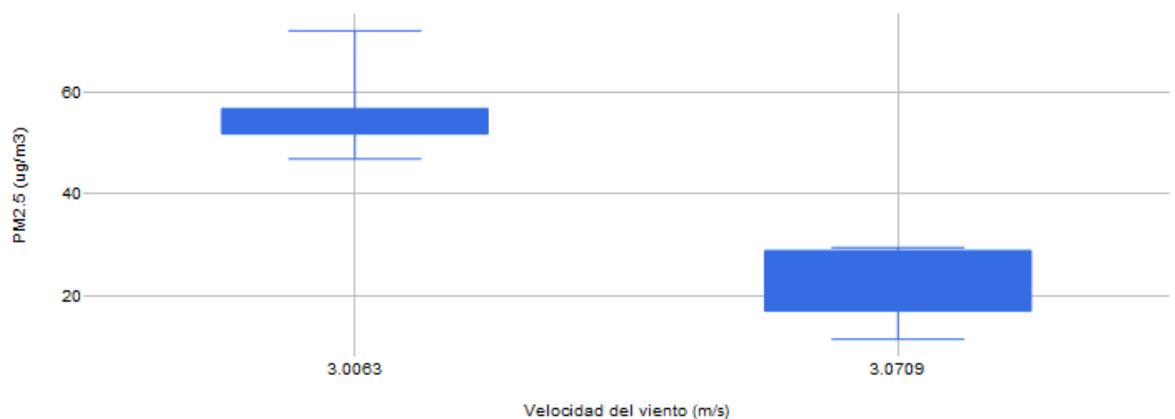
Nota: En la humedad específica de 9.7341 g/kg presentan 122 977.4 casos de Infecciones Respiratorias Agudas (IRA) en la tendencia mínima; por otro lado, en la media presentó 128 159.5 casos de IRA y alcanzando un máximo de 146 474.7 de casos de IRA. Por otra parte, en la humedad específica de 9.74313 g/kg se presentó 77 136.38 casos de IRA en una tendencia mínima; no obstante, en la media presentó 77 136.4 casos de IRA y alcanzando un máximo de 104 876.9 casos de IRA. En consecuencia, existe una relación significativa con la variación de temperatura y los casos de IRA registrados por el MINSA

Figura 10. Diagrama de bigotes relacionado entre la humedad específica de la ciudad de Lima y los casos de neumonía durante los últimos 16 años



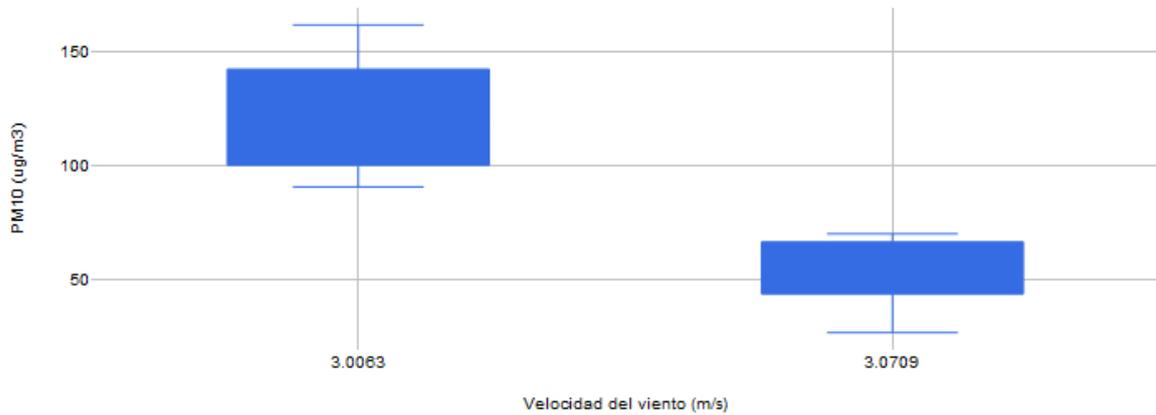
Nota: En la humedad específica de 9.7341 (g/kg) presentan 1 006.7 casos de neumonía en la tendencia mínima; por otro lado, en la media presentó 1 608.1 casos de neumonía y alcanzando un máximo de 2 606.6 de casos de neumonía. Por otra parte, en la temperatura de 9.74313 g/kg se presentó 1 142.5 casos de neumonía en una tendencia mínima; no obstante, en la media presentó 1 530.9 casos de neumonía y alcanzando un máximo de 1 936.4 casos de neumonía. En consecuencia, existe una relación significativa con la variación de temperatura y los casos de neumonía registrados por el MINSA

Figura 11. Diagrama de bigotes relacionado entre la velocidad del viento de la ciudad de Lima y en la dispersión de concentración de PM2.5, durante los últimos 16 años



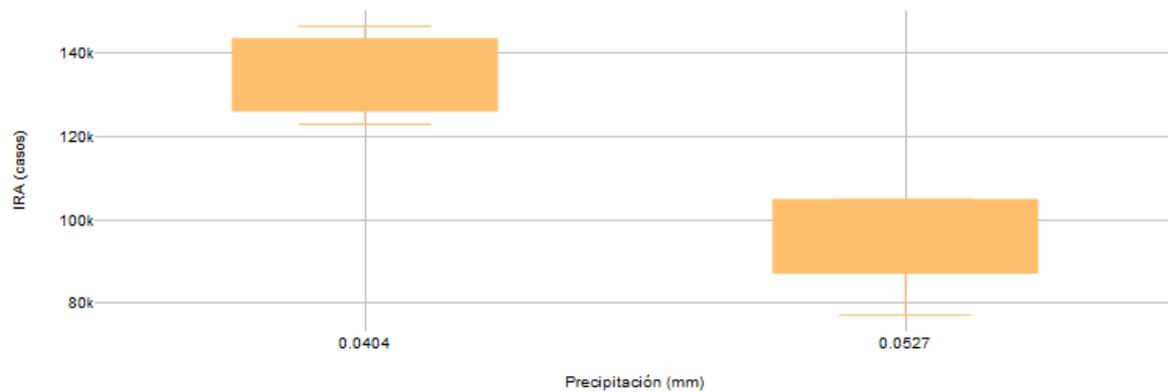
Nota: En la velocidad del viento de 3.0063 m/s presenta una concentración mínima de 46.85 ug/m3 de PM2.5, con una media de 52.60 ug/m3 y alcanzando un máximo de 71.95 ug/m3. Por otro lado, en la velocidad del viento de 3.0709 m/s se presentó una concentración mínima de 11.53 ug/m3, con una media de 25.22 ug/m3 y alcanzando un máximo de 29.49 ug/m3. En consecuencia, existe una relación significativa con la velocidad del viento y la concentración de PM2.5, logrando transportar las partículas a ciertas zonas de Lima.

Figura 12. Diagrama de bigotes relacionado entre la velocidad del viento de la ciudad de Lima y en la dispersión de concentración de PM10, durante los últimos 16 años



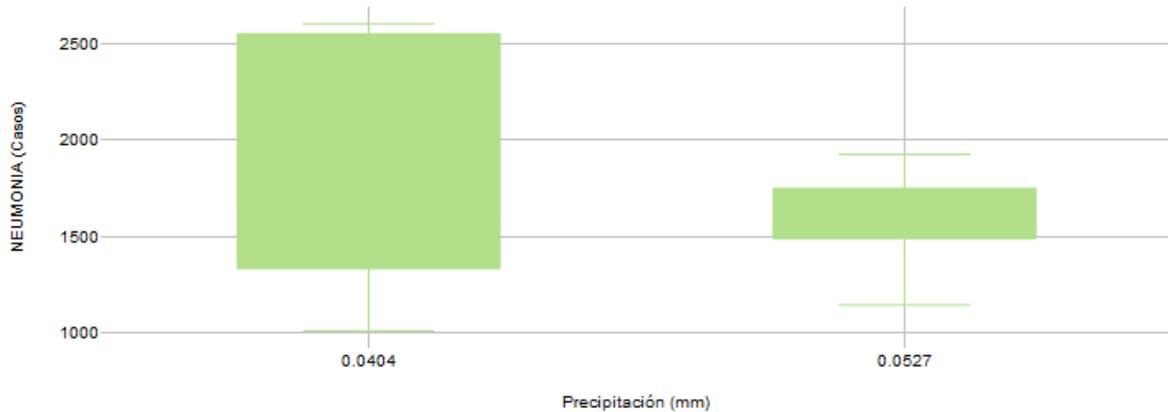
Nota: En la velocidad del viento de 3.0063 m/s presenta una concentración mínima de 90.66 ug/m3 de PM10, con una media de 119.46 ug/m3 y alcanzando un máximo de 161.48 ug/m3. Por otro lado, en la velocidad del viento de 3.0709 m/s se presentó una concentración mínima de 26.91 ug/m3, con una media de 59.83 ug/m3 y alcanzando un máximo de 70.11 ug/m3. En consecuencia, existe una relación significativa con la velocidad del viento y la concentración de PM10, logrando transportar las partículas a ciertas zonas de Lima.

Figura 13. Diagrama de bigotes relacionado entre la precipitación de la ciudad de Lima y casos de infecciones respiratorias agudas durante los últimos 16 años



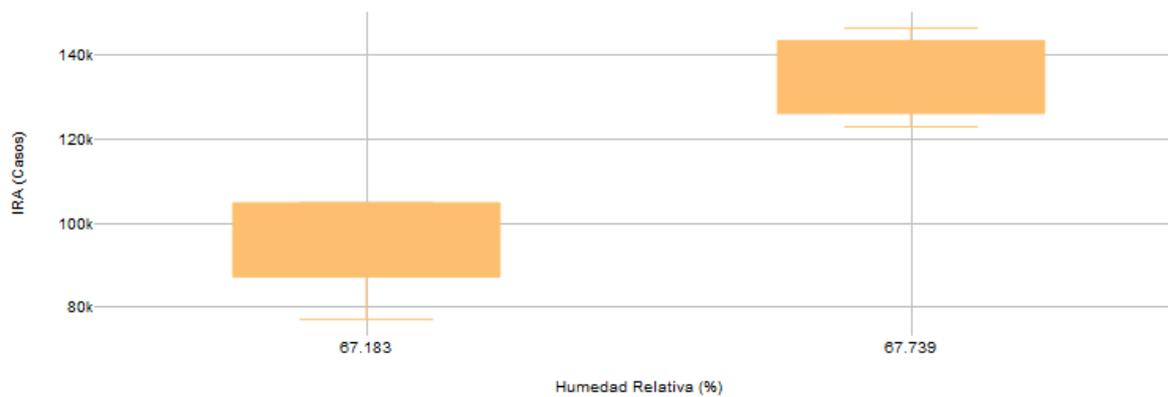
Nota: En la precipitación de 0.0404 mm presentan 122 977.4 casos de Infecciones Respiratorias Agudas (IRA) en la tendencia mínima; por otro lado, en la media presentó 128 159.5 casos de IRA y alcanzando un máximo de 146 474.7 de casos de IRA. Por otra parte, en la precipitación de 0.0527 mm se presentó 77 136.38 casos de IRA en una tendencia mínima; no obstante, en la media presentó 77 136.4 casos de IRA y alcanzando un máximo de 104 876.9 casos de IRA. En consecuencia, existe una relación significativa con la variación de temperatura y los casos de IRA registrados por el MINSa

Figura 14. Diagrama de bigotes relacionado entre la precipitación de la ciudad de Lima y casos de neumonía durante los últimos 16 años



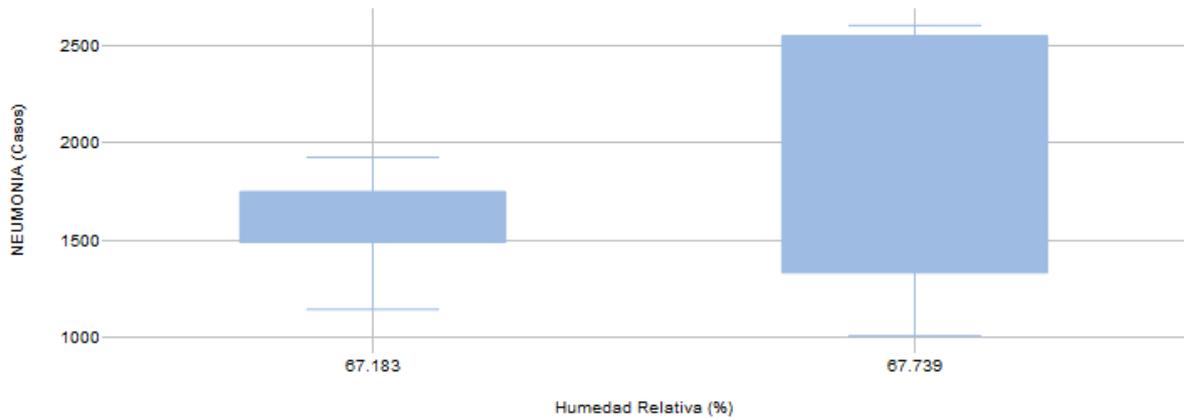
Nota: En la precipitación de 0.0404 mm presentan 1 006.7 casos de neumonía en la tendencia mínima; por otro lado, en la media presentó 1 608.1 casos de neumonía y alcanzando un máximo de 2 606.6 de casos de neumonía. Por otra parte, en la precipitación de 0.0527 mm se presentó 1 142.5 casos de neumonía en una tendencia mínima; no obstante, en la media presentó 1 530.9 casos de neumonía y alcanzando un máximo de 1 936.4 casos de neumonía. En consecuencia, existe una relación significativa con la variación de temperatura y los casos de neumonía registrados por el MINSA

Figura 15. Diagrama de bigotes relacionado entre la humedad relativa de la ciudad de Lima y casos de infecciones respiratorias agudas durante los últimos 16 años



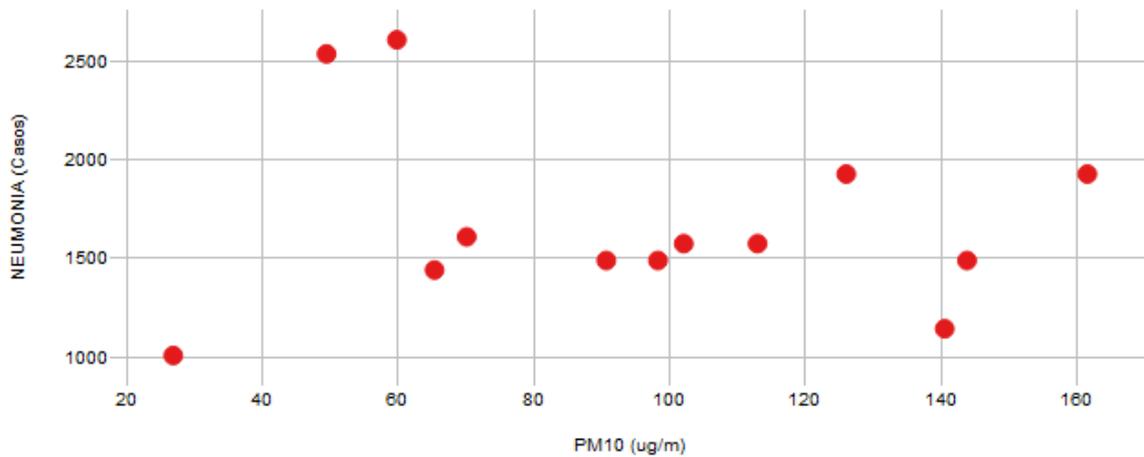
Nota: En la humedad relativa de 67.183 % presentan 122 977.4 casos de Infecciones Respiratorias Agudas (IRA) en la tendencia mínima; por otro lado, en la media presentó 128 159.5 casos de IRA y alcanzando un máximo de 146 474.7 de casos de IRA. Por otra parte, en la humedad relativa de 67.739 % se presentó 77 136.38 casos de IRA en una tendencia mínima; no obstante, en la media presentó 77 136.4 casos de IRA y alcanzando un máximo de 104 876.9 casos de IRA. En consecuencia, existe una relación significativa con la variación de temperatura y los casos de IRA registrados por el MINSA

Figura 16. Diagrama de bigotes relacionado entre la humedad relativa de la ciudad de Lima y casos de neumonía durante los últimos 16 años



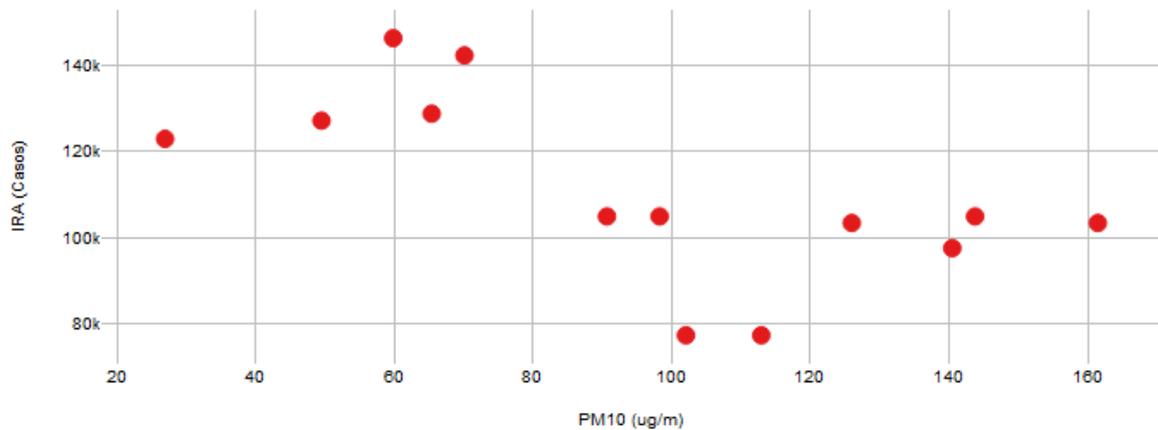
Nota: En la humedad relativa de 67.183 % presentan 1 006.7 casos de neumonía en la tendencia mínima; por otro lado, en la media presentó 1 608.1 casos de neumonía y alcanzando un máximo de 2 606.6 de casos de neumonía. Por otra parte, en la humedad relativa de 67.739 % se presentó 1 142.5 casos de neumonía en una tendencia mínima; no obstante, en la media presentó 1 530.9 casos de neumonía y alcanzando un máximo de 1 936.4 casos de neumonía. En consecuencia, existe una relación significativa con la variación de temperatura y los casos de neumonía registrados por el MINSA

Figura 17. Diagrama de dispersión en relación a la concentración de PM10 según los casos de Neumonía registrados durante los últimos 16 años en la ciudad de Lima.



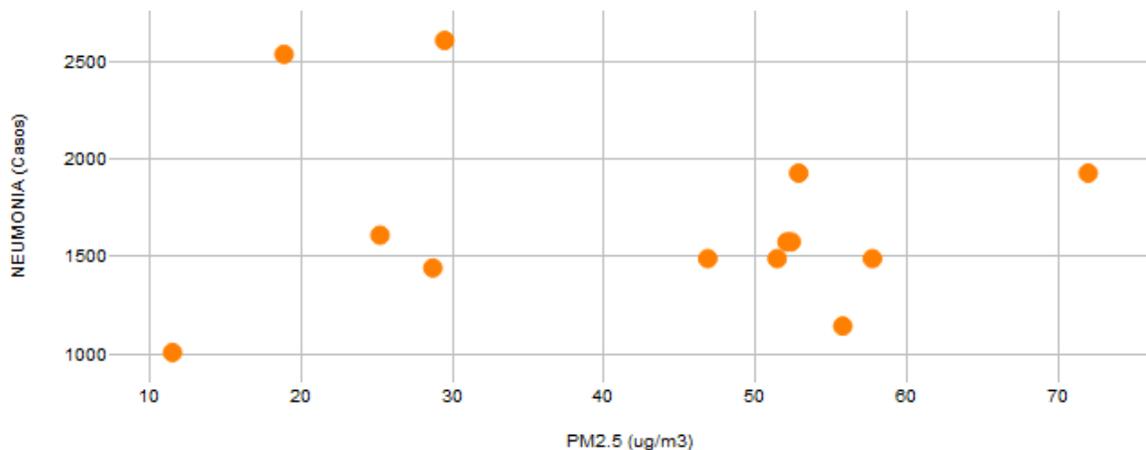
Nota: La tendencia de estos datos muestra que las concentraciones de PM10 entre los rangos de 20 a 60 ug/m³ presenta casos de neumonía de 1 000 superiores a 2 500; por otro lado, entre los rangos de 60 a 180 de PM10 en ug/m³ presentan un rango de 1 000 a 2 000 casos de neumonía, superando los casos presentados en los rangos de concentración de 20 a 60 ug/m³. Por lo tanto, se puede probar que existe una relación entre la concentración de PM10 y los casos de neumonía en los últimos 16 años en la ciudad de Lima

Figura 18. Diagrama de dispersión en relación a la concentración de PM10 según los casos registrados de infecciones respiratorias agudas durante los últimos 16 años en la ciudad de Lima.



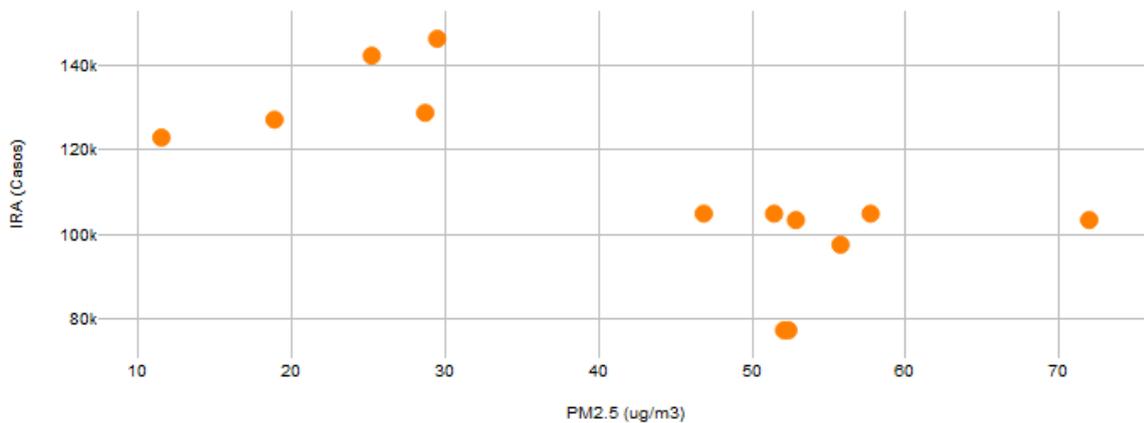
Nota: La tendencia de estos datos muestra que las concentraciones de PM10 entre los rangos de 20 a 80 ug/m³ presenta mayores cantidades de casos de IRA entre los 120 000 a 160 000; por otro lado, entre los rangos de 80 a 180 de PM10 en ug/m³ presentan un rango de 60 000 a 120 000 casos de IRA, superando los casos presentados en los rangos de concentración de 20 a 80 ug/m³. Por lo tanto, se puede probar que existe una relación entre la concentración de PM10 y los casos de IRA en los últimos 16 años en la ciudad de Lima

Figura 19. Diagrama de dispersión en relación a la concentración de PM2.5 según los casos de Neumonía registrados durante los últimos 16 años en la ciudad de Lima



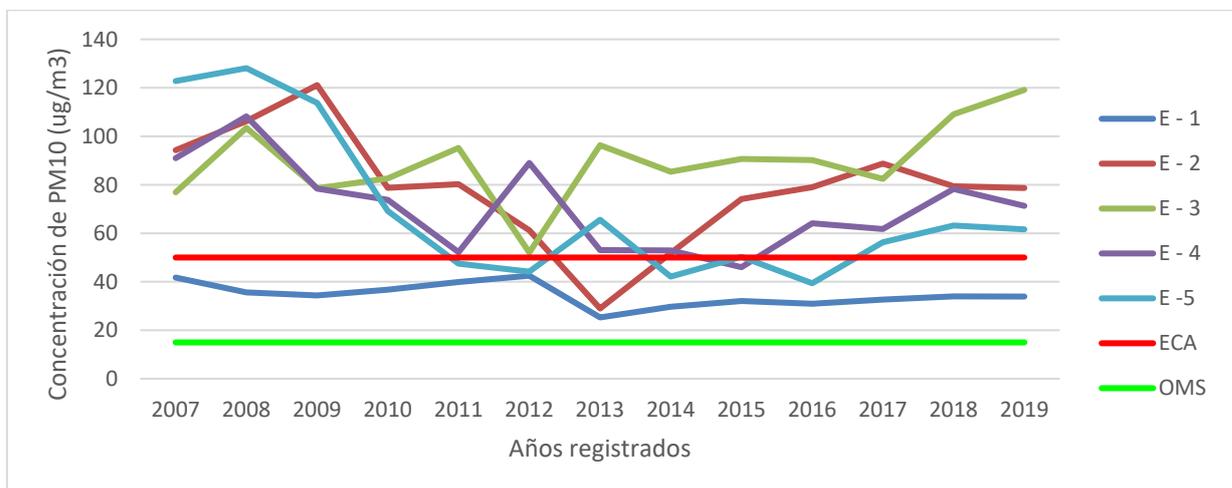
Nota: La tendencia de estos datos muestra que las concentraciones de PM2.5 entre los rangos de 10 a 30 ug/m³ presenta casos de neumonía entre los 1 000 y superiores a 2 500; por otro lado, entre los rangos de 40 a 80 de PM2.5 en ug/m³ presentan un rango de 1 000 a 2 000 casos de neumonía, superando los casos presentados en los rangos de concentración de 10 a 30 ug/m³. Por lo tanto, se puede probar que existe una relación entre la concentración de PM2.5 y los casos de neumonía en los últimos 16 años en la ciudad de Lima.

Figura 20. Diagrama de dispersión en relación a la concentración de PM2.5 según los casos registrados de infecciones respiratorias agudas durante los últimos 16 años en la ciudad de Lima.



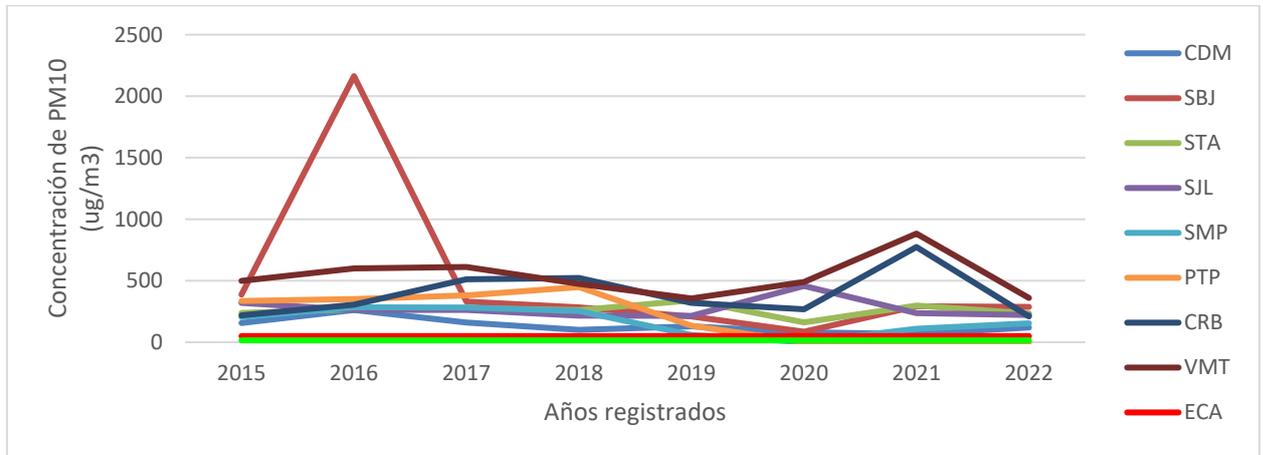
Nota: La tendencia de estos datos muestra que las concentraciones de PM2.5 entre los rangos de 10 a 30 ug/m3 presenta mayores cantidades de casos de IRA entre los 120 000 a 160 000; por otro lado, entre los rangos de 40 a 80 de PM2.5 en ug/m3 presentan un rango de 60 000 a 120 000 casos de IRA, superando los casos presentados en los rangos de concentración de 10 a 30 ug/m3. Por lo tanto, se puede probar que existe una relación entre la concentración de PM2.5 y los casos de IRA en los últimos 16 años en la ciudad de Lima.

Figura 21. Comparación de concentración de PM10 extraídos de las estaciones meteorológicas de DIGESA con el ECA-D.S.N° 004-2017 para aire en el periodo 2007 al 2019



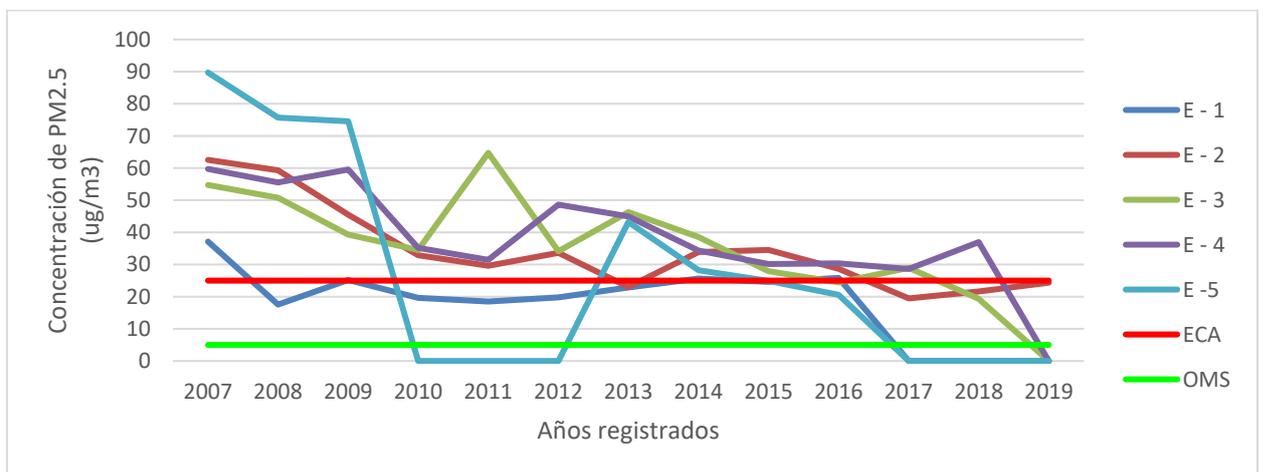
Nota: La concentración de PM10 en los 16 años se ha evidenciado cambios en el transcurso del tiempo; así mismo, en el 2007 hasta el 2009 presenta una mayor cantidad de PM10 en las diferentes estaciones meteorológicas, superando el ECA; por otro lado, entre el 2010 hasta 2015 ha empezado a disminuir la concentración de PM10 en las diferentes estaciones meteorológicas. De igual modo, en todo el periodo de muestreo las estaciones no han cumplido con estándar de calidad del aire establecido por la OMS.

Figura 22. Comparación de concentración de PM10 extraídos de las estaciones meteorológicas de SENAMHI con el ECA-D.S.N° 004-2017 para aire en el periodo 2015 al 2022



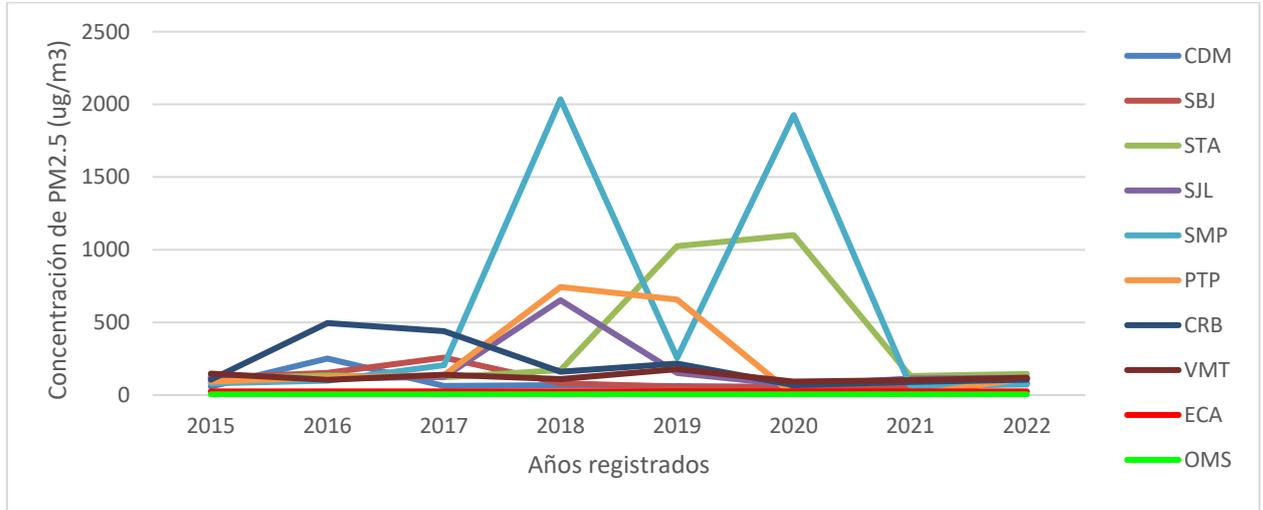
Nota: La concentración de PM10 en los 8 años se ha evidenciado cambios en el transcurso del tiempo; así mismo, en el 2015 hasta el 2022 presenta una mayor cantidad de PM10 en las diferentes estaciones meteorológicas, superando el ECA del aire; por otro lado, entre el 2020 hasta 2021 ha empezado a disminuir la concentración de PM10 en las diferentes estaciones meteorológicas debido a la pandemia registrada en ese periodo. De igual modo, en todo el periodo de muestreo las estaciones no han cumplido con estándar de calidad del aire establecido por la OMS

Figura 23. Comparación de concentración de PM2.5 extraídos de las estaciones meteorológicas de DIGESA con el ECA-D.S.N° 004-2017 para aire en el periodo 2007 al 2019



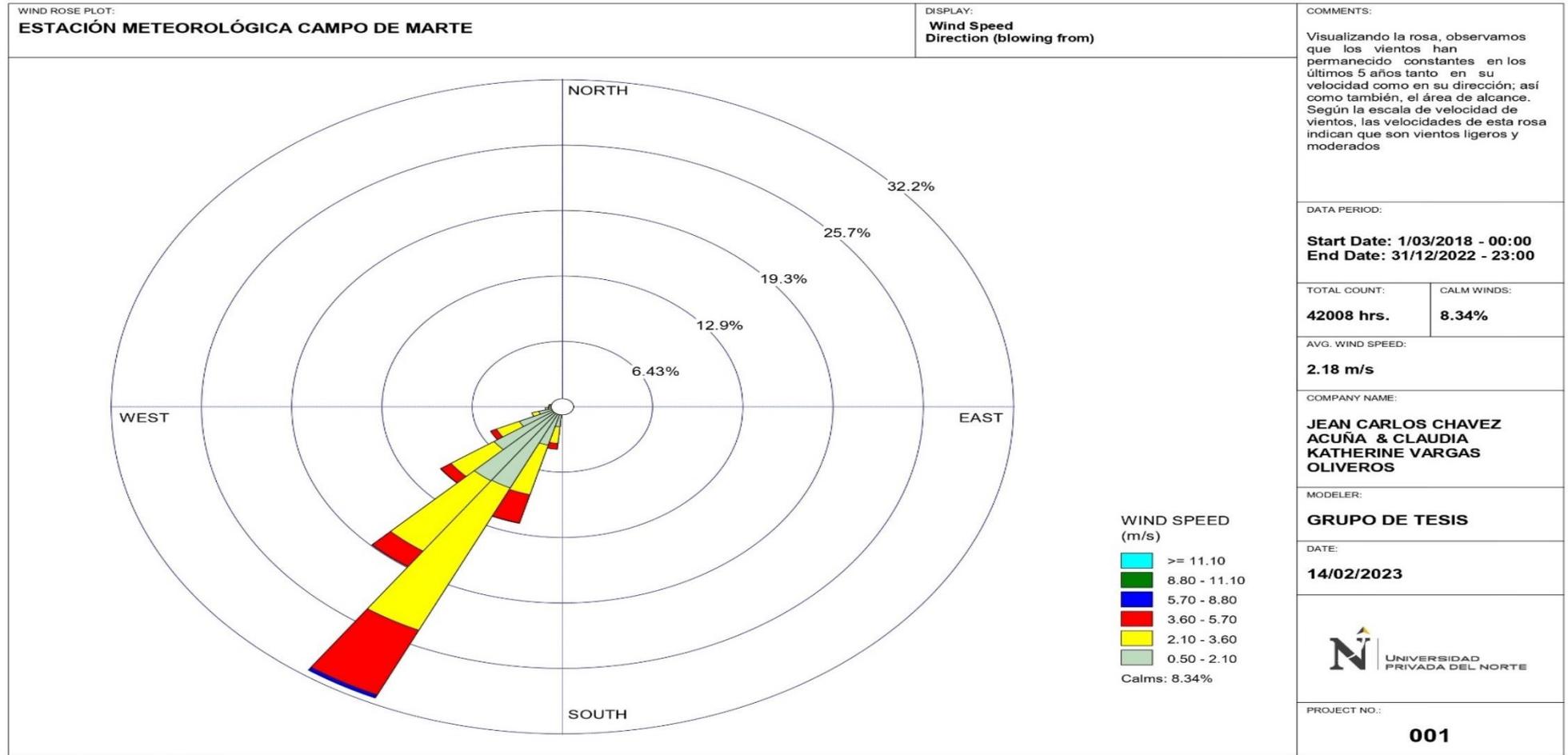
Nota: En el periodo de muestreo, desde el 2007 hasta el 2010 se ha identificado que en las 5 estaciones de muestreo han superado ECA del aire en relación del PM2.5; así mismo, en el 2011 no se ha reportado o muestreado en la estación E - 5; de igual modo, desde el 2013 hasta el 2019 las estaciones E - 1, E - 5 se han mantenido en el margen del ECA del aire en diferencia de las otras estaciones. No obstante, en todo el periodo de muestreo no han cumplido con estándar de calidad del aire establecido por la OMS

Figura 24. Comparación de concentración de PM2.5 extraídos de las estaciones meteorológicas de SENAMHI con el ECA-D.S.N° 004-2017 para aire en el periodo 2015 al 2022



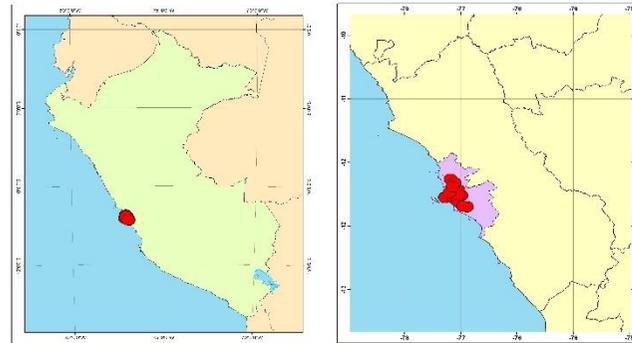
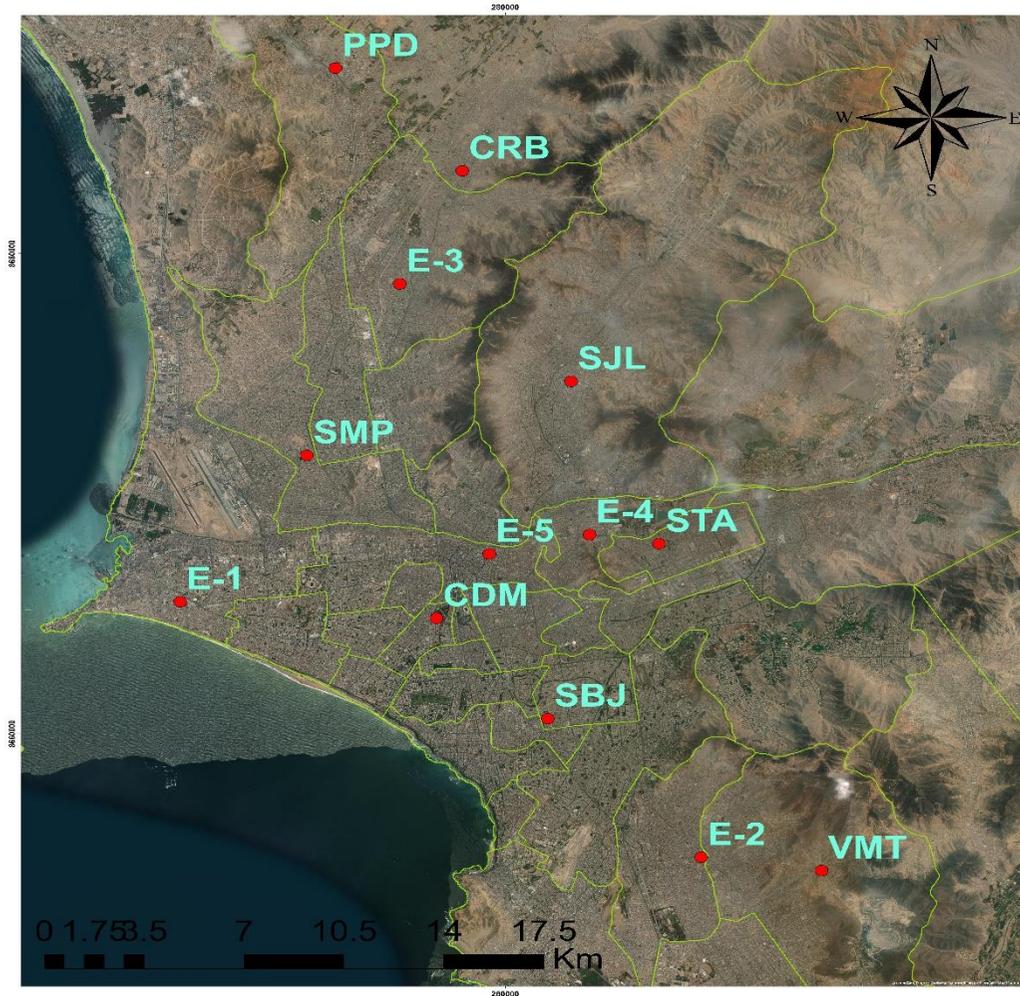
Nota: En el periodo de muestre, desde el 2015 hasta el 2022 se ha identificado que en las 8 estaciones de muestreo han superado ECA del aire en relación del PM2.5; así mismo, en el 2018 Y 2020 han reportado o muestreado grandes concentraciones en las estaciones SJL y STA. No obstante, en todo el periodo de muestreo no han cumplido con estándar de calidad del aire establecido por la OMS y ECA del aire establecido por el Ministerio del Ambiente (MINAM).

Figura 25. Rosa de viento de la ciudad de Lima durante el periodo 2018 al 2022



Nota: Los vientos de esta ciudad durante los últimos 5 años tienen una predominancia de la dirección de viento al SW (32.2%). Entre estos vientos, las velocidades mas comunes oscilan 2.10 – 3.60 y 3.60 – 5.70 (amarillo y rojo). Por el WSW, los vientos tienen una menor predominancia llegando 2.43%, teniendo los vientos una velocidad de 0.50 – 2.10 y al 30% aproximadamente los vientos de velocidad de 5.70 – 8.80.

Mapa 1. Ubicación de las estaciones meteorológicas de la ciudad de Lima



DIGESA		SENAMHI	
Código	Estación	Código	Estación
E-1	Diresa Callao	CDM	Campo de marte
E-2	Hospital María Auxiliadora	SBJ	San Borja
E-3	Centro de Salud Santa Luzmila	STA	Santa Anita
E-4	Hospital Hipólito Unanue	SJL	San Juan de Lurigancho
E-5	Congreso de la República	SMP	San Martín de Porres
		PPD	Puente Piedra
		CRB	Carabayllo
		VMT	Villa María del Triunfo

Leyenda

- Estaciones
- Limite Distrital
- Limites Provinciales

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

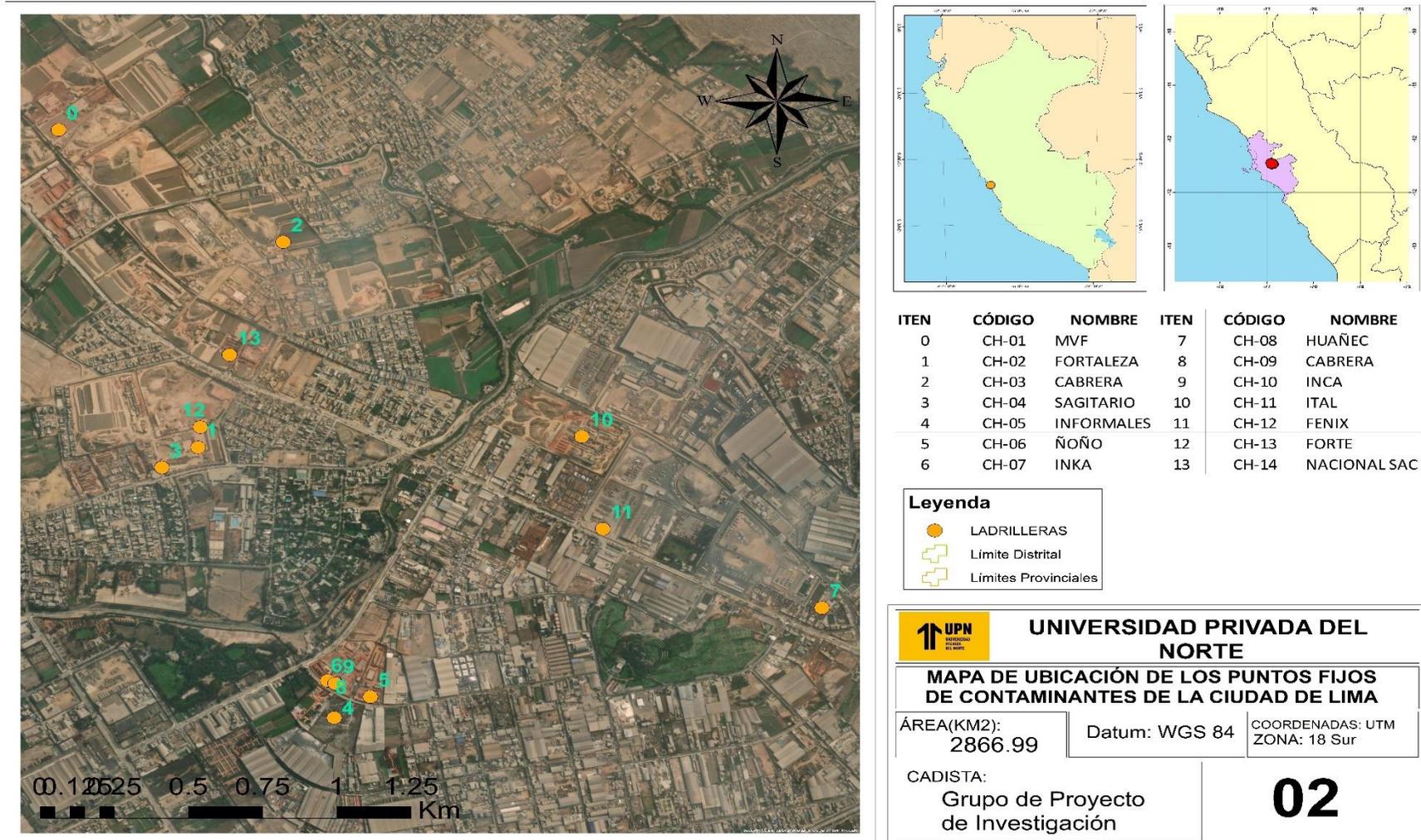
MAPA DE UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES METEREOLÓGICAS DE LA CIUDAD DE LIMA

ÁREA(KM2): 2866.99	Datum: WGS 84	COORDENADAS: UTM ZONA: 18 Sur
-----------------------	---------------	----------------------------------

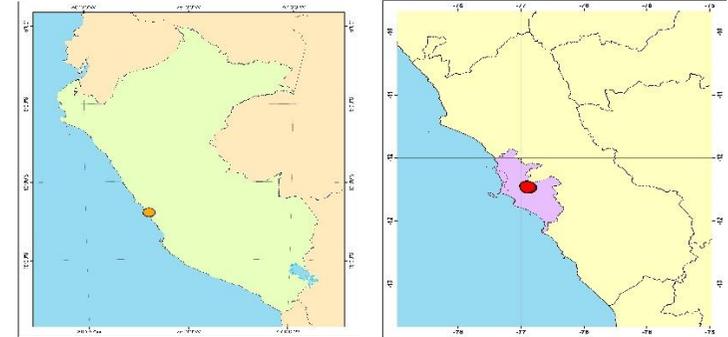
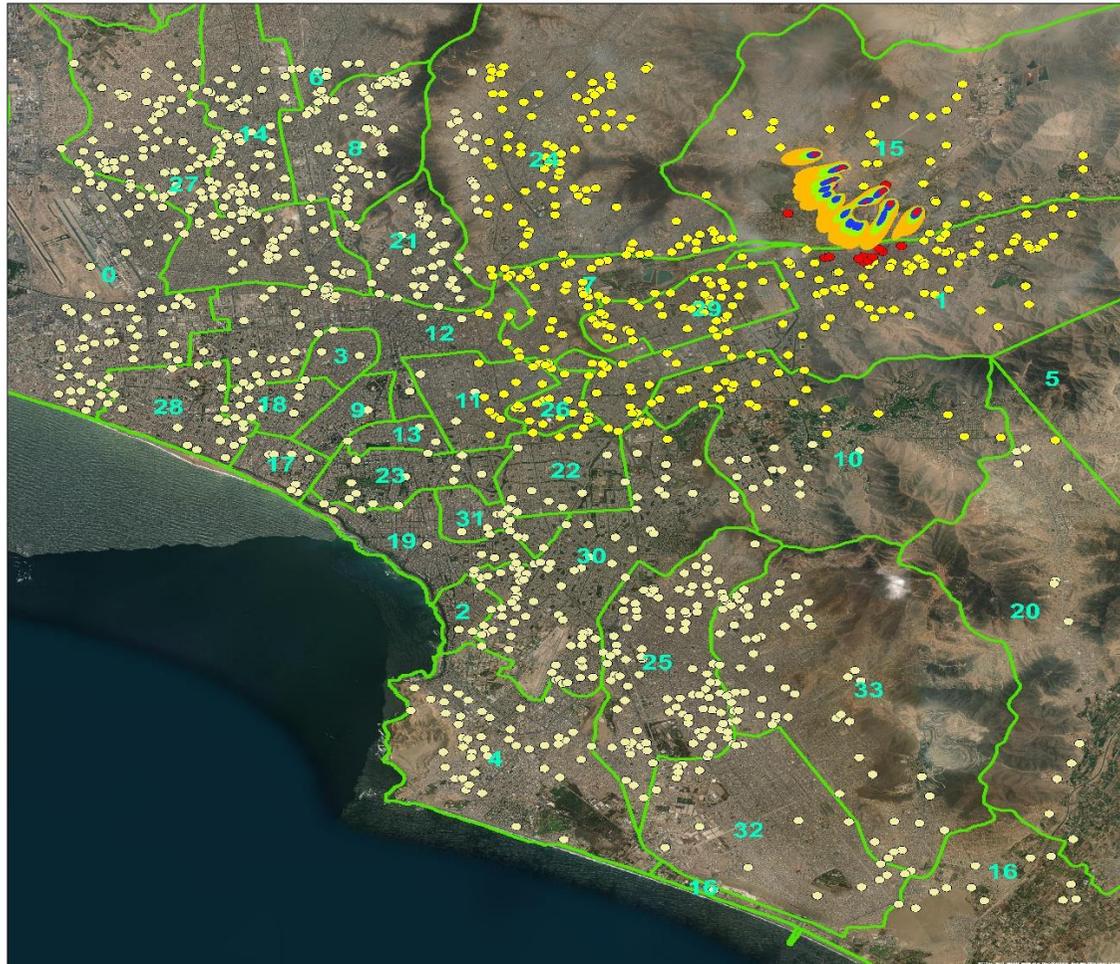
CADISTA:
Grupo de Proyecto de Investigación

01

Mapa 2. Ubicación de los puntos fijos de contaminantes de la ciudad de Lima



Mapa 3. Dispersión de contaminantes de la ciudad de Lima



Legenda

Límites Distritales
Concentración
Rango de Concentración
 0 - 13.12271549
 13.13227165 - 51.03278246
 51.03278247 - 108.4398034
 108.4398035 - 185.1769964
 185.1769965 - 371.8102722
Centros Poblados
Rango de Exposición
 -9999.000000
 -9998.999999 - 4.533690
 4.533691 - 21.920900
 21.920901 - 77.110901
 77.110902 - 119.806000

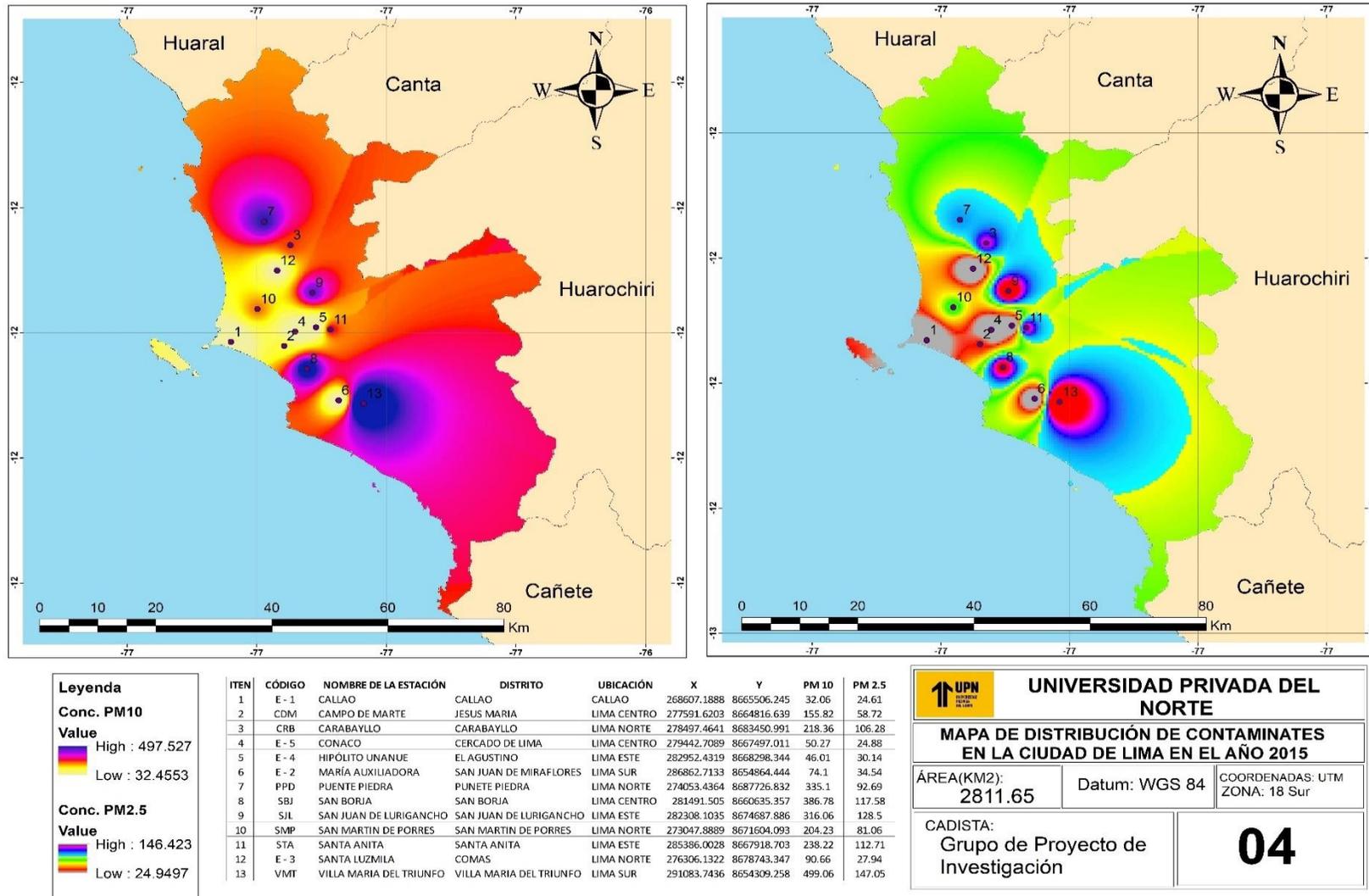
FID	NOMBRE	FID	NOMBRE
0	Ventanilla	17	Magdalena del Mar
1	Ate	18	Magdalena Vieja
2	Barranco	19	Miraflores
3	Breña	20	Pachacamac
4	Chorrillos	21	Rimac
5	Cieneguilla	22	San Borja
6	Comas	23	San Isidro
7	El Agustino	24	San Juan de Lurigancho
8	Independencia	25	San Juan de Miraflores
9	Jesus Maria	26	San Luis
10	La Molina	27	San Martin de Porres
11	La Victoria	28	Santa Miguel
12	Lima	29	Santa Anita
13	Lince	30	Santiago de Surco
14	Los Olivos	31	Surquillo
15	Lurigancho	32	Villa El Salvador
16	Lurin	33	Villa Maria del Triunfo

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

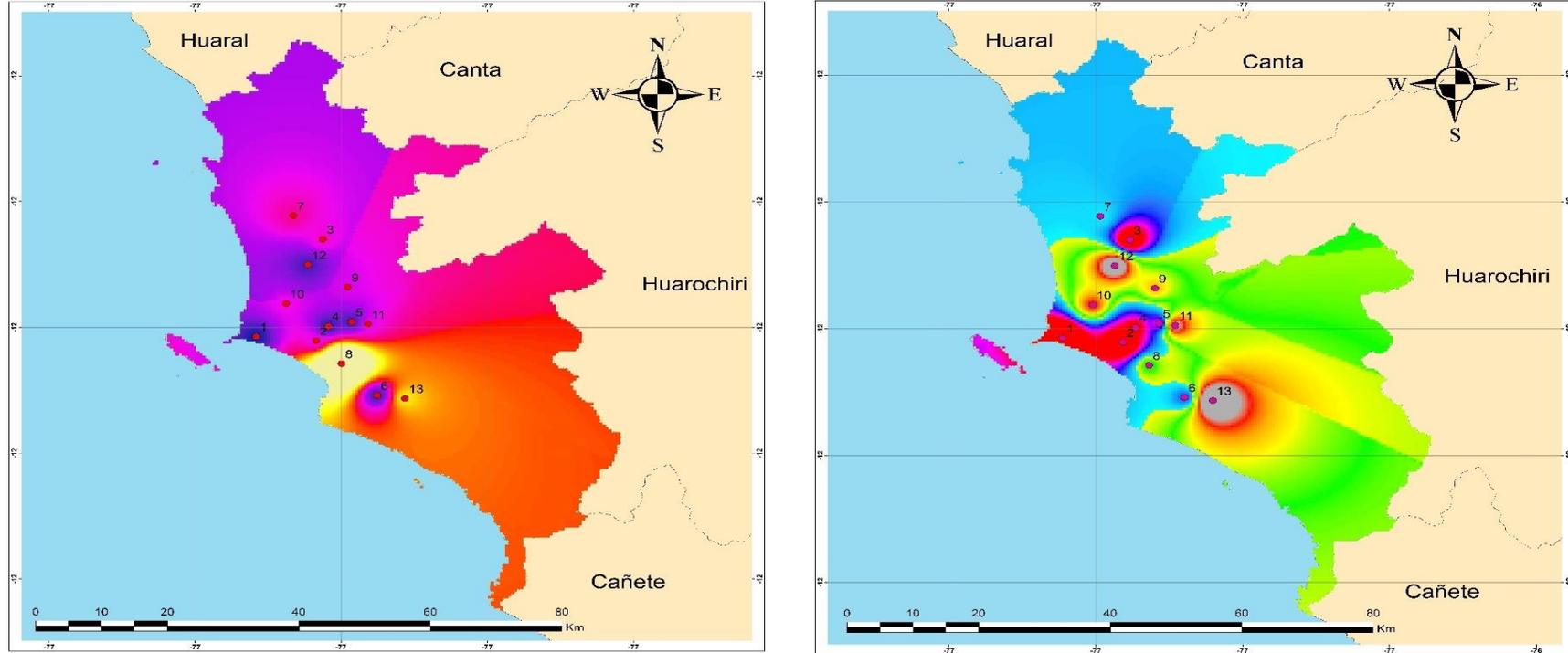
MAPA DE DISPERSIÓN DE CONTAMINANTES DE LA CIUDAD DE LIMA

AREA(KM2): 2866.99	Datum: WGS 84	COORDENADAS: UTM ZONA: 18 Sur
CADISTA: Grupo de Proyecto de Investigación		03

Mapa 4. Distribución de contaminantes en la ciudad de Lima de PM10 y PM2.5 en el año 2015.



Mapa 5. Distribución de contaminantes en la ciudad de Lima de PM10 y PM2.5 en el año 2016.



Leyenda

Conc. PM10
Value
High : 2136.34
Low : 33.8847

Conc. PM2.5
Value
High : 12.9258
Low : 1.03358

ITEN	CÓDIGO	NOMBRE DE LA ESTACIÓN	DISTRITO	UBICACIÓN	X	Y	PM 10	PM 2.5
1	E - 1	CALLAO	CALLAO	CALLAO	268607.1888	8665506.245	30.94	25.83
2	CDM	CAMPO DE MARTE	JESUS MARIA	LIMA CENTRO	277591.6203	8664816.639	261.98	251.29
3	CRB	CARABAYLLO	CARABAYLLO	LIMA NORTE	278497.4641	8683450.991	305.88	495.48
4	E - 5	CONACO	CERCADO DE LIMA	LIMA CENTRO	279442.7089	8667497.011	39.38	20.6
5	E - 4	HIPÓLITO UNANUE	EL AGUSTINO	LIMA ESTE	282952.4319	8668298.344	64.11	30.36
6	E - 2	MARÍA AUXILIADORA	SAN JUAN DE MIRAFLORES	LIMA SUR	286862.7133	8654864.444	78.99	28.66
7	PPD	PUNETE PIEDRA	PUNETE PIEDRA	LIMA NORTE	274053.4364	8687726.832	350.63	120.1
8	SBJ	SAN BORJA	SAN BORJA	LIMA CENTRO	281491.505	8660635.357	2163.22	153.18
9	SJL	SAN JUAN DE LURIGANCHO	SAN JUAN DE LURIGANCHO	LIMA ESTE	282308.1035	8674687.886	263.2	113.47
10	SMP	SAN MARTIN DE PORRES	SAN MARTIN DE PORRES	LIMA NORTE	273047.8889	8671604.093	283.77	98.98
11	STA	SANTA ANITA	SANTA ANITA	LIMA ESTE	285386.0028	8667918.703	269.3	134.79
12	E - 3	SANTA LUZMILA	COMAS	LIMA NORTE	276306.1322	8678743.347	90.18	24.43
13	VMT	VILLA MARIA DEL TRIUNFO	VILLA MARIA DEL TRIUNFO	LIMA SUR	291083.7436	8654309.258	599.53	104.48

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

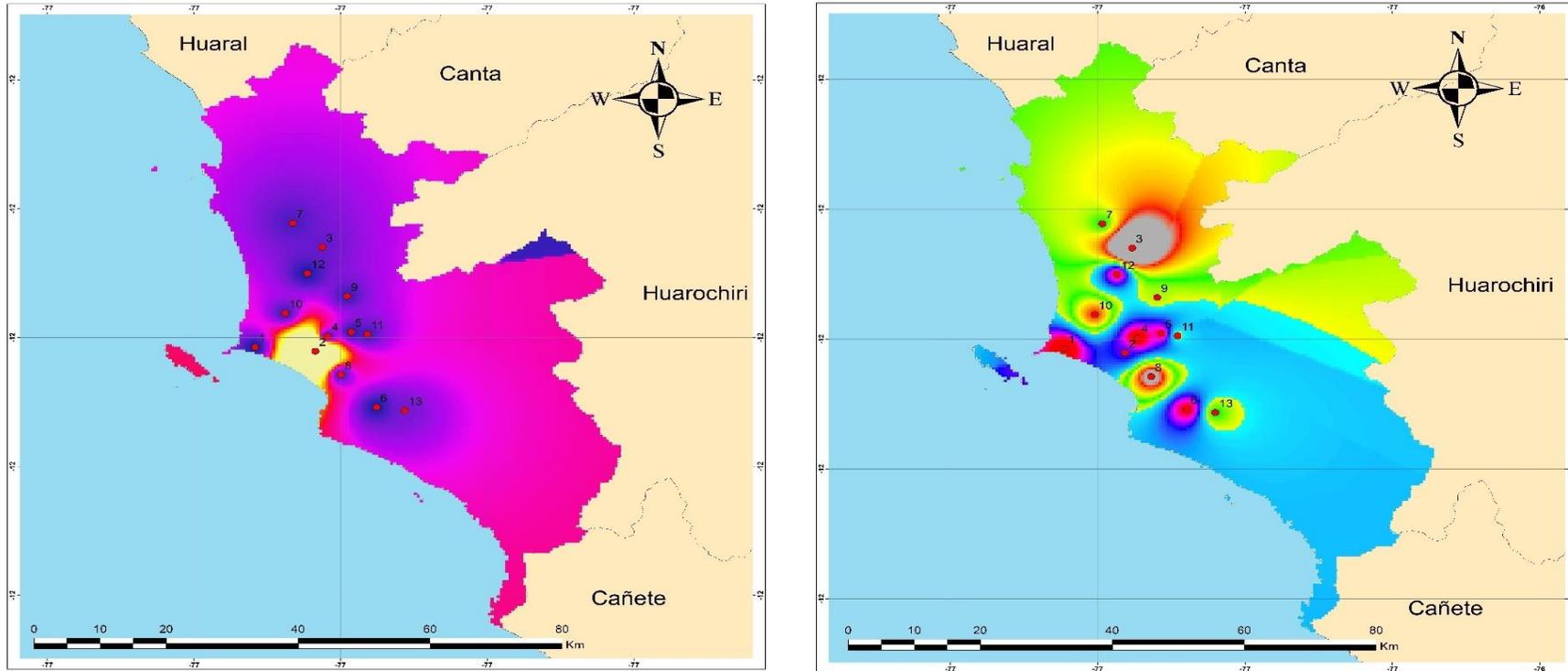
MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE CONTAMINANTES EN LA CIUDAD DE LIMA EN EL AÑO 2016

ÁREA(KM2): 2811.65 Datum: WGS 84 COORDENADAS: UTM ZONA: 18 Sur

CADISTA: Grupo de Proyecto de Investigación

05

Mapa 6. Distribución de contaminantes en la ciudad de Lima de PM10 y PM2.5 en el año 2017.



Legenda

Conc. PM10
Value
High : 15778.6
Low : 62.248

Conc. PM2.5
Value
High : 436.84
Low : 0.727369

ITEN	CÓDIGO	NOMBRE DE LA ESTACIÓN	DISTRITO	UBICACIÓN	X	Y	PM 10	PM 2.5
1	E - 1	CALLAO	CALLAO	CALLAO	268607.1888	8665506.245	32.67	0
2	CDM	CAMPO DE MARTE	JESUS MARIA	LIMA CENTRO	277591.6203	8664816.539	16067	63.21
3	CRB	CARABAYLLO	CARABAYLLO	LIMA NORTE	278497.4641	8683450.991	512.18	440.17
4	E - 5	CONACO	CERCADO DE LIMA	LIMA CENTRO	279442.7089	8667497.011	56.28	0
5	E - 4	HIPÓLITO UNANUE	EL AGUSTINO	LIMA ESTE	282952.4319	8668298.344	61.72	28.64
6	E - 2	MARÍA AUXILIADORA	SAN JUAN DE MIRAFLORES	LIMA SUR	286862.7133	8654864.444	88.73	19.46
7	PPD	PUNETE PIEDRA	PUNETE PIEDRA	LIMA NORTE	274053.4364	8687726.832	380.84	136.86
8	SBJ	SAN BORJA	SAN BORJA	LIMA CENTRO	281491.505	8660635.357	329.51	257.73
9	SJL	SAN JUAN DE LURIGANCHO	SAN JUAN DE LURIGANCHO	LIMA ESTE	282308.1035	8674687.886	262.91	125.47
10	SMP	SAN MARTÍN DE PORRES	SAN MARTÍN DE PORRES	LIMA NORTE	273047.8889	8671604.093	281.88	205.71
11	STA	SANTA ANITA	SANTA ANITA	LIMA ESTE	285386.0028	8667918.703	276.6	121.98
12	E - 3	SANTA LUZMILA	COMAS	LIMA NORTE	276306.1322	8678743.347	82.4	28.96
13	VMT	VILLA MARIA DEL TRIUNFO	VILLA MARIA DEL TRIUNFO	LIMA SUR	291083.7436	8654309.258	611.59	139.88

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

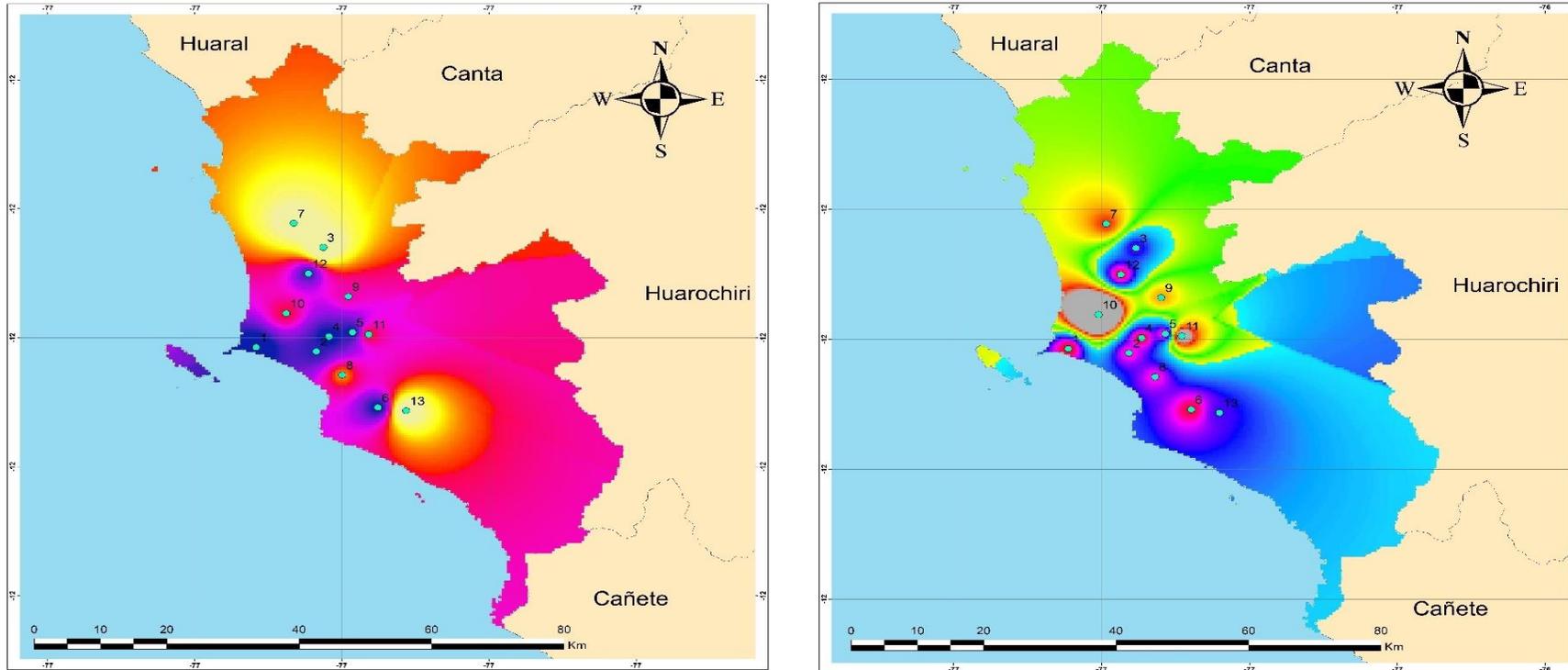
MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE CONTAMINANTES EN LA CIUDAD DE LIMA EN EL AÑO 2017

ÁREA(KM2): 2811.65 Datum: WGS 84 COORDENADAS: UTM ZONA: 18 Sur

CADISTA:
Grupo de Proyecto de Investigación

06

Mapa 7. Distribución de contaminantes en la ciudad de Lima de PM10 y PM2.5 en el año 2018.



Legenda

Conc. PM10
Value
High : 517.9
Low : 35.1716

Conc. PM2.5
Value
High : 2023.6
Low : 4.02754

ITEN	CÓDIGO	NOMBRE DE LA ESTACIÓN	DISTRITO	UBICACIÓN	X	Y	PM 10	PM 2.5
1	E - 1	CALLAO	CALLAO	CALLAO	268607.1888	8665506.245	33.99	0
2	CDM	CAMPO DE MARTE	JESUS MARIA	LIMA CENTRO	277591.6203	8664816.639	100.92	68.83
3	CRB	CARABAYLLO	CARABAYLLO	LIMA NORTE	278497.4641	8683450.991	521.76	160.63
4	E - 5	CONACO	CERCADO DE LIMA	LIMA CENTRO	279442.7089	8667497.011	63.22	0
5	E - 4	HIPÓLITO UNANUE	EL AGUSTINO	LIMA ESTE	282952.4319	8668298.344	78.29	36.98
6	E - 2	MARÍA AUXILIADORA	SAN JUAN DE MIRAFLORES	LIMA SUR	288862.7133	8654864.444	79.42	21.62
7	PPD	PUENTE PIEDRA	PUNETE PIEDRA	LIMA NORTE	274053.4364	8687726.832	448.43	743.31
8	SBJ	SAN BORJA	SAN BORJA	LIMA CENTRO	281491.505	8660635.357	283.91	81.31
9	SJL	SAN JUAN DE LURIGANCHO	SAN JUAN DE LURIGANCHO	LIMA ESTE	282308.1035	8674687.886	216.37	653.03
10	SMP	SAN MARTIN DE PORRES	SAN MARTIN DE PORRES	LIMA NORTE	273047.8889	8671604.093	253.29	2035.03
11	STA	SANTA ANITA	SANTA ANITA	LIMA ESTE	285386.0028	8667918.703	260.83	1024.72
12	E - 3	SANTA LUZMILA	COMAS	LIMA NORTE	276306.1322	8678743.347	109.1	19.32
13	VMT	VILLA MARIA DEL TRIUNFO	VILLA MARIA DEL TRIUNFO	LIMA SUR	291083.7436	8654309.258	474.19	178.21

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

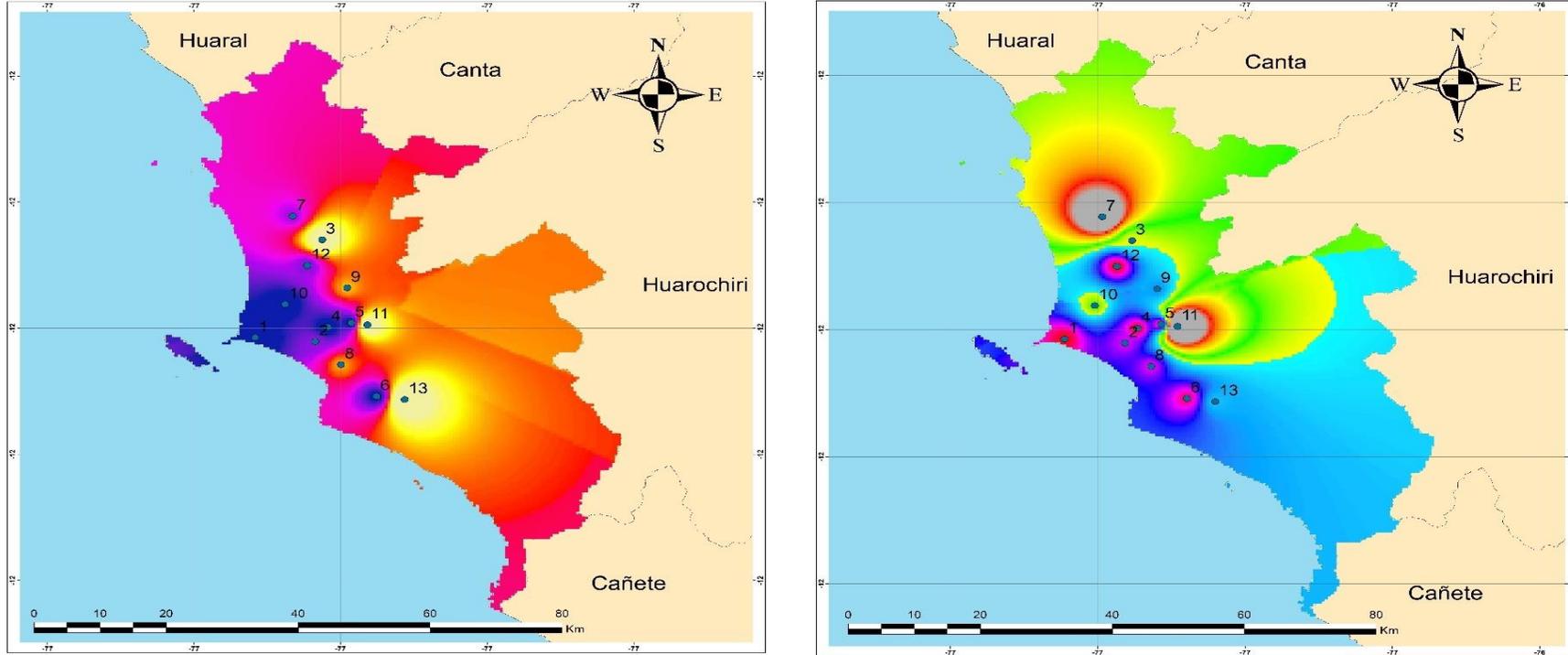
MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE CONTAMINANTES EN LA CIUDAD DE LIMA EN EL AÑO 2018

ÁREA(KM2): 2811.65 Datum: WGS 84 COORDENADAS: UTM ZONA: 18 Sur

CADISTA: Grupo de Proyecto de Investigación

07

Mapa 8. Distribución de contaminantes en la ciudad de Lima de PM10 y PM2.5 en el año 2019.



Legenda

Conc. PM10
Value
High : 353.01
Low : 34.6418

Conc. PM2.5
Value
High : 1011.96
Low : 0.935879

ITEN	CÓDIGO	NOMBRE DE LA ESTACIÓN	DISTRITO	UBICACIÓN	X	Y	PM 10	PM 2.5
1	E - 1	CALLAO	CALLAO	CALLAO	268607.1888	8665506.245	33.9	0
2	CDM	CAMPO DE MARTE	JESUS MARIA	LIMA CENTRO	277591.6203	8664816.639	128.38	62.25
3	CRB	CARABAYLLO	CARABAYLLO	LIMA NORTE	278497.4641	8683450.991	319.23	216.76
4	E - 5	CONACO	CERCADO DE LIMA	LIMA CENTRO	279442.7089	8667497.011	61.63	0
5	E - 4	HIPÓLITO UNANUE	EL AGUSTINO	LIMA ESTE	282952.4319	8668298.344	71.27	0
6	E - 2	MARÍA AUXILIADORA	SAN JUAN DE MIRAFLORES	LIMA SUR	286862.7133	8654864.444	78.67	24.33
7	PPD	PUENTE PIEDRA	PUNETE PIEDRA	LIMA NORTE	274053.4364	8687726.832	133.6	657.3
8	SBJ	SAN BORJA	SAN BORJA	LIMA CENTRO	281491.505	8660635.357	209.26	57.06
9	SJL	SAN JUAN DE LURIGANCHO	SAN JUAN DE LURIGANCHO	LIMA ESTE	282308.1035	8674687.886	214.24	152.3
10	SMP	SAN MARTIN DE PORRES	SAN MARTIN DE PORRES	LIMA NORTE	273047.8889	8671604.093	58.53	256.65
11	STA	SANTA ANITA	SANTA ANITA	LIMA ESTE	285386.0028	8667918.703	340.28	1024.72
12	E - 3	SANTA LUZMILA	COMAS	LIMA NORTE	276306.1322	8678743.347	119.12	0
13	VMT	VILLA MARIA DEL TRIUNFO	VILLA MARIA DEL TRIUNFO	LIMA SUR	291083.7436	8654309.258	355.8	178.21

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE CONTAMINANTES EN LA CIUDAD DE LIMA EN EL AÑO 2019

ÁREA(KM2): 2811.65 Datum: WGS 84 COORDENADAS: UTM ZONA: 18 Sur

CADISTA: Grupo de Proyecto de Investigación

08

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

Como principal objetivo se planteó identificar los efectos de la calidad del aire en la salud en la ciudad de Lima en un periodo de 16 años, teniendo como base los registros de datos de diferentes entidades públicas. Al respecto, la CONANP (2018), sostuvo que el aire es una mezcla de gases que forman la atmósfera, es por ello que se encuentra en todas partes y es necesario para que los seres vivos realicen funciones vitales. Así mismo, en la investigación se obtuvo como resultado que existe una relación significativa alta entre la calidad del aire y la salud en la ciudad de Lima, con una razón de 0.85 con un nivel de confianza del 95%. Por otro lado, en el estudio realizado por Lau (2014), donde los resultados reflejan que existe relación entre la contaminación del aire y las infecciones respiratorias agudas de acuerdo con lo indicado por los trabajadores asistenciales del hospital nacional PNP Augusto B. Leguía del distrito del Rímac con una rho de Spearman de 0.171 y con una significancia de $p = 0.038$. En ese sentido, de la teoría revisada y resultados analizados, se puede verificar que los casos de neumonía e IRA tuvieron una influencia por las poblaciones de PM10 y PM2.5.

Por otro lado, se planteó analizar las variaciones meteorológicas, climática del aire y registrar las direcciones del viento utilizando la construcción de rosas de viento en los últimos años en la ciudad de Lima. Referente a eso, CIIFEN (2022), menciona que la meteorología es la ciencia responsable de estudiar las condiciones del tiempo, del clima y del cambio climático en el planeta. Ésta es una ciencia multidisciplinaria que comprende fenómenos físicos, químicos y geográficos. Por tanto, en la investigación se obtuvo como resultado los vientos de esta ciudad durante los últimos 5 años tienen una predominancia de la dirección de viento al SW (32.2%). Entre estos vientos, las velocidades más comunes oscilan 2.10 – 3.60 y 3.60 – 5.70 (amarillo y rojo). Por el WSW, los vientos tienen una menor predominancia llegando 2.43%, teniendo los vientos una

velocidad de 0.50 – 2.10 y al 30% aproximadamente los vientos de velocidad de 5.70 – 8.80. A su vez, en su estudio realizado por Valverde (2016), se evaluó las condiciones de calidad de aire logrando obtener un viento predominante en el sur-sur-oeste y los polvos atmosféricos sedimentables viajan en un intervalo de velocidad de 12-20 km/h. Por consiguiente, con los conceptos revisados y los antecedentes obtenidos se concluyó que, la dispersión de los pómulos de PM10 y PM2.5 son ocasionados por la dirección del viento y su velocidad.

En segunda instancia, se plasmó determinar las zonas afectadas por las concentraciones generadas por las chimeneas de las ladrilleras utilizando el Método de Dispersión de Contaminantes o Método Gaussiano. Acerca de ello, La Biblioteca Nacional de Medicina de los EE. UU. (2020) sustentó que la contaminación del aire es una mezcla de partículas sólidas y gases en el aire que pueden estar suspendidas como partículas; así mismo, su inhalación puede aumentar las posibilidades de tener problemas de salud. Se infiere que, la emisión de CO generadas por fuentes fijas como las chimeneas de las ladrilleras están afectando a las poblaciones aledañas al punto emisor, afectando a los distritos de San Juan de Lurigancho, San Antonio, Ate, Lurigancho, El Agustino, Santa Anita. Mientras tanto, en el estudio realizado por Pérez y Rodas (2017), la presencia de una capa de inversión térmica predomina en el aumento de la concentración de pómulos atmosféricos como el Pb, PM2.5 y PM10. Así mismo, señalaron que existen otros factores que intervienen directamente en la concentración de contaminantes, así como: incendios forestales, construcciones a gran escala, precipitaciones, vientos, concentraciones masivas de personas en actividades festivas, huelgas (quema de llantas, bombas lacrimógenas, bloqueo de carreteras), campañas políticas (quema de fuegos artificiales, aumento de tráfico vehicular), entre otras. En consecuencia, se puede evidenciar que existe una relación significativa entre las fuentes de emisiones fijas y móviles que causan problemas en la salud y en dispersión de los contaminantes.

Por consiguiente, uno de los objetivos específicos se suscitó interpretar mediante mapas las distribuciones de contaminantes en el periodo 2015 al 2019 utilizando las concentraciones de las estaciones meteorológicas. Por otra parte, GreenFacts (2020) mencionó que las partículas en suspensión Son todas las partículas sólidas y líquidas que se encuentran suspendidas en el aire, la mayor parte de las cuales suponen un peligro. Esta mezcla compleja contiene, entre otras cosas, polvo, polen, hollín, humo y pequeñas gotas. Asimismo, en la figura 1, 21 y 22 se refleja la concentración de PM10 en las estaciones, en la figura 2, 23 y 24 refleja la concentración de PM2.5 en las estaciones; de igual modo, se puede visualizar en los mapas 4, 5, 6, 7 y 8 donde las estaciones del SENAMHI presentan mayor índice de contaminantes. Por otra parte, en el estudio realizado por Tello (2017), se determinó el nivel de contaminación del aire, concluyó que el nivel de concentración de PM10 en la Ciudad del Cusco es intermedio, mostrando valores promedios de 43,52 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para el año 2013, 38,37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para el año 2014 y para el año 2015 de 48,67 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Así mismo, se propuso describir los efectos negativos de la calidad del aire en la salud de los habitantes de la ciudad de Lima. (análisis de varianza). Por otro lado, el Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (2017), mencionó que las enfermedades respiratorias es una variedad de afecciones entre las que se encuentran la silicosis, el asma y la enfermedad pulmonar relacionada con sustancias químicas aromatizantes. De igual modo, en la tabla 8 y 9 en referente al PM10 presentan una razón 0.85 y en la tabla 14 y 15 presentan una razón 5.44, teniendo una relación significativa entre PM10 y casos de neumonía e IRA; además, en la tabla 11 y 12 en referente al PM2.5 presentan una razón 0.50 en IRA y en la tabla 17 y 18 presentan una razón de 3.50; presentando una relación significativa. Con respecto a lo revisado, en el estudio realizado por Pacsi (2016), se realizó un análisis de la variación temporal y espacial de la concentración del PM2,5 y PM10 en Lima y el Callao, obteniendo como resultado que casi todas las estaciones de monitoreo superan significativamente el ECA y las guías de la OMS. En consecuencia, con los

estudios revisados y las definiciones verificadas se concluyó que existe una relación entre los casos de IRA y Neumonía con las concentraciones de PM10 y PM2.5 dispersados en la ciudad de Lima durante los años de estudio

4.2. Conclusiones

La calidad de aire en la ciudad de Lima durante los últimos 16 años afectó de manera negativa en la salud de los pobladores, aumentando los casos de enfermedades respiratorias agudas y neumonía en el periodo 2007 – 2022, considerando que los contaminantes atmosféricos como el PM10 y PM2.5, presentando un nivel de confianza del 95% que existe una relación entre los contaminantes y los casos; sin embargo, se considera importante adoptar estrategias adecuadas para minimizar las fuentes fijas y móviles que generan dichos contaminantes, siendo la mas apropiada la implementación de áreas verdes en zonas específicas donde se presenta mayor concentración de estos.

Las condiciones meteorológicas y climatológicas entre los años 2007 – 2021 evidenciaron una variación, siendo tales parámetros como: cantidad de nubes, dirección de viento, humedad relativa, humedad específica, presión superficial, precipitación, punto de rocío, temperatura, temperatura mínima, temperatura máxima y velocidad del viento, obteniendo un análisis de varianza con un nivel de confianza del 95% que existe una disimilitud estadística significativa entre las medias de las 6 variables de estudio. Además, el contraste múltiple de rangos indica qué, 9 pares muestran diferencias estadísticamente significativas y 3 grupos homogéneos con un nivel del 95.0% de confianza. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0. De igual modo, en la rosa de viento se observó una prevalencia en la dirección del viento al sur-oeste, oscilando una velocidad de viento entre 2.10 a 3.6 m/s. Por otro lado, se realizó un análisis de varianza donde se describe los efectos negativos de la calidad del aire en la salud de los habitantes de la ciudad de Lima,

relacionando los casos de IRA y Neumonía con las concentraciones de PM10 y PM2.5. Donde no existe una diferencia estadística significativa, con un nivel de confianza del 95% en relación de casos de IRA por lugar de muestreo en concentraciones de PM2.5 y PM10 entre los años de estudio. Por otro lado, existe una diferencia estadística significativa, con un nivel de confianza del 95% en relación de casos de Neumonía por lugar de muestreo en concentraciones de PM2.5 y PM10 entre los años de estudio. En definitiva, los contaminantes analizados influyen drásticamente en la salud de los ciudadanos de la ciudad de Lima, afectando su sistema respiratorio en las personas vulnerables y niños menores de 5 años.

Las fuentes fijas como las ladrilleras emiten grandes concentraciones de monóxido de carbono durante el día generando la dispersión de la misma; por ello, se aplicó el método Gaussiano o dispersión de contaminantes, identificando las zonas afectadas las cuales se puede visualizar en el Map. 3, afectando a los adultos mayores y niños menores de 5 años.; además, la velocidad del viento y su dirección influye en la dispersión véase en la Fig. 25, alcanzando a centros poblados cercanos a la fuente emisora y alrededores de las mismas. En consecuencia, se debe implementar tecnologías limpias en el sector y adoptar cambios en las chimeneas que consuman menos carbono y aumente la productividad. De igual modo, durante el periodo de estudio, en las estaciones de la DIGESA y SENAMHI se observó una variación de pómulos de PM10 y PM2.5 que se visualiza en las Fig. 1, 2, 21, 22, 23, 24; tales que, en algunos puntos de muestreo presentan mayor concentración de las mismas, debido al parque automotriz que recorren las zonas y las grandes emisiones que generan las industrias que están distribuidas en los alrededores de la ciudad, afectando a los ciudadanos y causando problemas de salud a personas mayores de 60 años, a niños menores de 5 años y personas con problemas respiratorios véase Fig. 3 y 4.

Se logró comparar los datos obtenidos con los estándares de calidad del aire del Perú (ECA) establecido por el Ministerio del Ambiente (MINAM) y el Organismo Mundial de la salud (OMS); donde la concentración de PM10 y PM2.5 en las estaciones meteorológicas de DIGESA entre los años 2007 al 2019 sobrepasan el ECA del OMS, mientras que en el 2013 algunas estaciones cumplen con el límite máximo permisible LMP de PM10 establecidos por el MINAM a diferencia de los otros años muestreados. Así mismo, en las concentraciones del PM2.5, la Estación E – 1 cumple con el LMP, a diferencia de las demás. Por otro lado, las estaciones del SENAMHI no cumplen con el ECA del aire. Así mismo, el estudio realizado logró identificar el índice de calidad del aire (AQI) de EE. UU. en la ciudad de Lima durante los últimos 16 años, donde en las estaciones meteorológicas de DIGESA en relación a la concentración de PM10 presentan una calidad de aire bueno y moderado; sin embargo, puede ser dañino para un número muy pequeño de personas que son inusualmente sensibles a la contaminación del aire. Además, la concentración de PM2.5 presenta una calidad de aire moderado y malo para grupos sensibles; en consecuencia, los miembros de grupos sensibles pueden experimentar efectos sobre la salud. Por otro lado, en las estaciones meteorológicas del SENAMHI presentan una calidad de aire malo, muy malo y en zonas peligroso; por consiguiente, los miembros pueden comenzar a experimentar efectos sobre la salud más graves.

Referencias

- Agudelo, G., Aignerren, M., & Ruiz, J. (2008). Diseño de investigación experimental y no experimental. *Centro de Estudios de Opiniones*, 1-46. Obtenido de <https://revistas.udea.edu.co/index.php/ceo/article/view/6545/5996>
- AQUAE Fundación. (s.f.). *Los gases de efecto invernadero*. Obtenido de AQUAE Fundación: <https://www.fundacionaquae.org/los-gases-de-efecto-invernadero/>
- Baird, C., & Cann, M. (2014). *Química ambiental* (Segunda ed.). Barcelona: Reverté. Obtenido de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/upnpe/detail.action?docID=5635469>
- Biblioteca Nacional de Medicina de los EE. UU. (6 de Agosto de 2019). *Envenenamiento con monóxido de carbono*. Obtenido de MedlinePlus: <https://medlineplus.gov/spanish/carbonmonoxidepoisoning.html>
- Biblioteca Nacional de Medicina de los EE. UU. (4 de Marzo de 2020). *Contaminación del aire*. Obtenido de MedlinePlus: <https://medlineplus.gov/spanish/airpollution.html#:~:text=La%20contaminaci%C3%B3n%20del%20aire%20es,pueden%20estar%20suspendidas%20como%20part%C3%ADculas.&text=Cuando%20el%20ozono%20forma%20la%20contaminaci%C3%B3n%20del%20aire%20tambi%C3%A9n%20se%20denomi>
- Biblioteca Nacional de Medicina de los EE. UU. (8 de Octubre de 2020). *Enfermedad pulmonar*. Obtenido de MedlinePlus: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/000066.htm>
- Bono Cabré, R. (2012). *DISEÑOS CUASI-EXPERIMENTALES Y LONGITUDINALES*. Barcelona: Universidad de Barcelona . Obtenido de Universidad de Barcelona : <http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/30783/1/D.%20cuasi%20y%20longitudinales.pdf>
- Cárdenas Franco, H. A. (2013). Consideraciones del material particulado en Bogotá. Alternativas tecnológicas de medición de localidad del aire. *Tecnura*, 13, 104-115. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=257020617010>

- Carranza, R. (2004). *Gestión de la Calidad del Aire*. Lima: Universidad Nacional de Mayor de San Marco .
- Castillo Gonzáles, L. A., & Cerdán Herrera, M. E. (2013). *Impuesto al patrimonio vehicular y su contribución a la reducción de la contaminación del aire en la ciudad de Trujillo, mediante su modificación*. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo. Obtenido de <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/8260>
- Catalán Vázquez, M., & Jarillo Soto, E. (2012). Paradigma de Investigación aplicados al estudio de la percepción pública de la contaminación del aire. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 26(2), 165-178. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37014383007>
- Cazau, P. (2006). *Introducción a la investigación en ciencias sociales*. Buenos Aires. Obtenido de <http://alcazaba.unex.es/asg/400758/MATERIALES/INTRODUCCI%C3%93N%20A%20LA%20INVESTIGACI%C3%93N%20EN%20CC.SS..pdf>
- Centro de Monitoreo de la Calidad del Aire del Estado de Querétano. (s.f.). *Material Particulado*. Obtenido de CemCaq: <http://www.cemcaq.mx/contaminacion/particulas-pm>
- Centro de Monitoreo de la Calidad del Aire del Estado de Querétano. (s.f.). *Dióxido de nitrógeno*. Obtenido de Centro de Monitoreo de la Calidad del Aire del Estado de Querétano: <http://www.cemcaq.mx/contaminacion/bioxido-de-nitrogeno-no2>
- Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades. (5 de Enero de 2023). *Boletines epidemiológicos*. Obtenido de Ministerio de Salud: <https://www.dge.gob.pe/portalnuevo/publicaciones/boletines-epidemiologicos/>
- CIIFEN. (2022). *Tiempo Atmosférico y Clima*. Obtenido de Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño: <https://ciifen.org/tiempo-atmosferico-clima/>
- Comisión Europea. (s.f.). *Protección de la capa de ozono*. Obtenido de Comisión Europea: https://ec.europa.eu/clima/policies/ozone_es
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. (17 de Noviembre de 2018). *El aire: elemento de vida en la tierra*. Obtenido de Gobierno de México : <https://www.gob.mx/conanp/articulos/el-aire-elemento-de-vida-en-la-tierra>
- Conselleria de Agricultura, Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica. (2015). *La atmósfera y sus capas*. Obtenido de Generalitat Valenciana:

<http://www.agroambient.gva.es/es/web/calidad-ambiental/la-atmosfera-y-sus-capas#:~:text=La%20atm%C3%B3sfera%20es%20la%20capa,la%20fuerza%20de%20la%20gravidad.&text=Contiene%20aproximadamente%20el%2075%25%20de,temperatura%20disminuye%20con%20la%20altitud.>

Cruz, K., López, J., Saldaña, K., & Valderrama, I. (2019). Disminución de CO mediante un filtro de monolito de carbón de las emisiones generadas por pollerías del centro histórico de Trujillo. *Cienfi-k*, 7(2), 46-53. Obtenido de <https://revistas.ucv.edu.pe/index.php/cientifi-k/article/view/825/808>

Díaz, J., & Linares, C. (2009). Efecto de las partículas de diámetro inferior a 2,5 micras (PM_{2,5}) sobre los ingresos hospitalarios en niños menores de 10 años en Madrid. *Gaceta Sanitaria*, 23(3), 192–197. Obtenido de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-91112009000300005&lang=es

Diestra Goicochea, N. T. (2017). La contaminación ambiental y su influencia en la salud de la población del distrito de Trujillo- la Libertad. *Revista Ciencia y Tecnología*, 13(3), 93-102. Obtenido de <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/PGM/article/view/1881>

Domínguez Gual, M. C. (2015). La contaminación ambiental, un tema con compromiso social. *Producción + Limpia*, 10(1), 1-2. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552015000100001

Fernandez, F. (30 de Septiembre de 2016). *Trujillo: Alta contaminación de ruido y de aire en la ciudad*. Obtenido de Correo: <https://diariocorreo.pe/edicion/la-libertad/trujillo-alta-contaminacion-de-ruido-y-de-aire-en-la-ciudad-701606/>

Gac, L. (10 de Agosto de 2011). *Rinofaringitis*. Obtenido de Instituto Nacional de Salud: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7159022/>

Gaviria G, C. F., Muñoz M, J. C., & González, G. J. (2012) 316-327). Contaminación del aire y vulnerabilidad de individuos expuestos: un caso de estudio para el centro de Medellín. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 30(3), 316-327. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=12025369009>

- Gobierno de Mendoza. (s.f.). *Guía Básica de Enfermedades Respiratorias*. Obtenido de http://www.salud.mendoza.gov.ar/wp-content/uploads/sites/7/2017/11/enfermedades_respiratorias.pdf
- GreenFacts. (1 de Abril de 2020). *Contaminación del Aire Partículas en suspensión*. Obtenido de GreenFacts: [https://www.greenfacts.org/es/particulas-suspension-pm/index.htm#:~:text=Las%20part%C3%ADculas%20en%20suspensi%C3%B3n%20\(PM%2C%20del%20ingl%C3%A9s%20Particulate%20Matter\),holl%C3%ADn%2C%20humo%20y%20peque%C3%B1as%20gotas.](https://www.greenfacts.org/es/particulas-suspension-pm/index.htm#:~:text=Las%20part%C3%ADculas%20en%20suspensi%C3%B3n%20(PM%2C%20del%20ingl%C3%A9s%20Particulate%20Matter),holl%C3%ADn%2C%20humo%20y%20peque%C3%B1as%20gotas.)
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., Lucio, B., & Pilar, M. d. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta ed.). México: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES. Obtenido de <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
- Ibáñez Peinado, J. (2015). *Métodos, técnicas e instrumentos de la investigación criminológica*. Editorial Dikynson.
- IDEAM. (2014). *Fuentes Fijas*. Obtenido de Área Metropolitana de Bucaramanga: <https://www.amb.gov.co/fuentes-fijas/#:~:text=Se%20conoce%20como%20fuente%20fija,el%20medio%20ambiente%2C%20a%20los>
- Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH). (21 de Julio de 2017). *Enfermedades Respiratorias*. Obtenido de Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH): <https://www.cdc.gov/spanish/niosh/topics/respiratorias.html>
- Instituto para la Salud Geoambiental. (s.f.). *El dióxido de azufre SO₂*. Obtenido de Instituto para la Salud Geoambiental: <https://www.saludgeoambiental.org/dioxido-azufre-so2>
- Lau Chiong, B. (2014). *Relación entre contaminación del aire y las infecciones respiratorias agudas, Hospital Nacional PNP Augusto B. Leguía, Rímac - 2013*. Universidad Cesar Vallejo. Rímac: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/10583>
- Leal Iga, J. (2019). Efectos físicos de la contaminación atmosférica percibidos de manera inconsciente por la ciudadanía, en el área metropolitana de la ciudad de Monterrey, Nuevo

- León, México. *Revista de Salud Pública*, 21(4), 1-7. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-00642019000403104&lang=es
- Lertxundi, A., Dolores Martínez, M., Ayerdi, M., Álvarez, J., & Ibarluzea, J. M. (2010). Evaluación de la calidad del aire en áreas urbanas de Gipuzkoa (España). *Gaceta Sanitaria*, 24(3), 187–192. Obtenido de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-91112010000300002&lang=es
- Linares Gil, C., & Díaz Jiménez, J. (1 de Septiembre de 2008). *¿Qué son las PM2,5 y cómo afectan a nuestra salud?* Obtenido de Ecologistas en Acción: <https://www.ecologistasenaccion.org/17842/que-son-las-pm25-y-como-afectan-a-nuestra-salud/>
- Llop, S., Porta, M., Dolores Martínez, M., Aguinagalde, X., Fernández, M., Fernández Somoano, A., . . . Ballester, F. (2013). Estudio de la evolución de la exposición a plomo en la población infantil española en los últimos 20 años. ¿Un ejemplo no reconocido de «salud en todas las políticas»? 27(2), 149-155. Obtenido de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-91112013000200009&lang=es
- López Vásquez, J. (2013). Problemática y propuesta de gestión ambiental en la ciudad de Laredo, Trujillo, Perú. *Ciencia y Tecnología*, 9(1), 191-207. Obtenido de <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/PGM/article/view/155>
- Marcos Huatuco, R. (2011). *Estudio de la calidad de aire en la Ciudad Universitaria de San Marcos de Lima-Perú*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Obtenido de <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/15041>
- Martínez, J. (21 de Mayo de 2018). *Síntomas y tratamiento de la faringitis aguda*. Obtenido de HPS: <https://www.hpshospitales.com/2018/05/21/faringitis-aguda/>
- Mayo Clinic. (13 de Septiembre de 2018). *Asma*. Obtenido de Mayo Clinic: <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/asthma/symptoms-causes/syc-20369653#:~:text=El%20asma%20es%20una%20afecci%C3%B3n,asma%20es%20una%20molestia%20menor.>

- Mayo Clinic. (13 de Marzo de 2018). *Neumonía*. Obtenido de Mayo Clinic:
<https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/pneumonia/symptoms-causes/syc-20354204>
- Mendoza Aquino, M. (2014). *Valoración de contaminantes del aire generada por fuentes móviles para la gestión de la calidad del aire en el mercado de Tacna, 2011-2012*. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Obtenido de <http://www.tesis.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/1002>
- Ministerio de la Producción. (2015). *Resolución Directoral N° 254*. Lima: PRODUCE. Obtenido de
https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/364331/Resoluci%C3%B3n_Directoral_N__254-2015-PRODUCEDIGGAM20190923-10668-1fgvmba.pdf?v=1569259255
- Ministerio de la Producción. (2015). *Resolución Directoral N° 591*. LIMA: PRODUCE. Obtenido de
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3626160/rd591-2015-produce-diggam.pdf?v=1663102217>
- Ministerio de la Producción. (2019). *Resolución Directoral N° 775*. Lima: PRODUCE. Obtenido de
https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/363448/Resoluci%C3%B3n_Directoral_N__0775-2019-PRODUCEDGAAMI20190919-27067-12026td.pdf?v=1568902950
- Ministerio de la Producción. (2020). *RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 66*. Lima: PRODUCE. Obtenido de
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/532959/rd0066-2020-produce-dgaami.pdf>
- Ministerio de la Producción. (2021). *RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 118*. Lima: PRODUCE. Obtenido de
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1695202/rd%20118-2021-produce-dgaami.pdf.pdf?v=1614426052>
- Ministerio de la Producción. (2022). *RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 433*. Lima: PRODUCE. Obtenido de
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4685163/rd%20284-2023-produce-dgaami.pdf?v=1686776217>
- Ministerio de Producción. (2022). *Resolución Directoral N° 423*. Lima: PRODUCE. Obtenido de
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3678790/rd%20433-2022-produce-dgaami.pdf.pdf>

Ministerio de Salud. (s.f.). *Programa Nacional de Vigilancia Sanitaria de Calidad del Aire*.
Obtenido de Dirección General de Salud Ambiental:
<http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/pral2/lima.asp>

Ministerio de Salud y Protección Social . (s.f.). *Infecciones Respiratorias Agudas (IRA)*. Obtenido
de Ministerio de Salud y Protección Social :
[https://www.minsalud.gov.co/salud/Paginas/Infecciones-Respiratorias-Agudas-\(IRA\).aspx](https://www.minsalud.gov.co/salud/Paginas/Infecciones-Respiratorias-Agudas-(IRA).aspx)

Ministerio del Ambiente. (29 de Julio de 2016). *MINAM establece el Índice de Calidad del Aire (INCA) y el Sistema de Información de Calidad del Aire (INFOAIRE PERÚ)*. Obtenido de
Ministerio del Ambiente: <http://www.minam.gob.pe/notas-de-prensa/minam-indice-de-calidad-del-aire-sistema-de-informacion-de-calidad-del-aire/>

Ministerio del Ambiente. (7 de Junio de 2017). Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA)
para Aire y establecen Disposiciones Complementarias. *El Peruano*, págs. 6-9. Recuperado
el 15 de Enero de 2023, de <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-003-2017-MINAM.pdf>

Ministerio del Ambiente. (2021). *FUENTES FIJAS*. Obtenido de Bicentenario del Perú:
<https://infoaireperu.minam.gob.pe/fuentes-fijas-2/>

Morán C., L., Yábar T., G., & Figueroa, K. (2017). Calidad del aire interior en el síndrome del
edificio enfermo, ciudad de Trujillo. *Revista de la Facultad de Medicina Humana* , 17(4),
33-42. Obtenido de <http://168.121.49.88/index.php/RFMH/article/view/1209>

Morantes Quintana, G., Rincón Polo, G., & Perez Santodomingo, N. (2020). Disposición a pagar
por mejor calidad de aire ante la contaminación por emisiones industriales en Venezuela.
Cuadernos de Economía, 39(79), 191-217. Obtenido de
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-47722020000100191&lang=es

Moreno, P. (2005). Metodología de la investigación. En P. Moreno, *El profesorado de Educación
Física y las competencias básicas en TIC en el desarrollo de su actividad profesional*
(págs. 175-200). Venezuela: Universitat Rovira I Virgili. Obtenido de
http://148.202.167.116:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3830/Metodologia_investigaci%c3%b3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Municipalidad de Lima. (5 de Abril de 2020). *Calidad del aire en Lima mejoró durante estado de emergencia, según monitoreo sobre partículas contaminantes*. Obtenido de Municipalidad de Lima: <http://www.munlima.gob.pe/noticias/item/39832-calidad-del-aire-en-lima-mejoro-durante-estado-de-emergencia-segun-monitoreo-sobre-particulas-contaminantes>
- Organización Mundial de la Salud. (2 de Mayo de 2018). *Calidad del aire y salud*. Obtenido de OMS: [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
- Organización Panamericana de la Salud. (2016). *Calidad del aire*. Obtenido de OPS: <https://www.paho.org/es/temas/calidad-aire>
- Oyarzun, M. (2010). Contaminacion aerea y sus efectos en la salud. *Revista Chilena Enfermedades Respiratorias*. Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rcher/v26n1/art04.pdf>
- Pacsi Valdivia, S. A. (2016). Análisis temporal y espacial de la calidad del aire determinado por material particulado PM10 y PM2,5 en Lima Metropolitana. *Anales Científicos*, 77(2), 273-283. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6171218>
- Palacio Soto, D. F., Zafra Mejía, C. A., & Rodríguez Miranda, J. P. (2014). Evaluación de la calidad del aire mediante un laboratorio móvil: Puente Aranda (Bogotá D.C., Colombia). *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*(71), 153-166. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43031204012>
- Paredes Castillo, D. (2016). *relación de material particulado menor a 10 micras (PM10) y del dióxido de nitrógeno (NO2) con las infecciones agudas de las vías respiratorias superiores en niños menores de 5 años de la cuenca atmosférica de Trujillo, 2005*. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo. Obtenido de <http://www.dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/2282/TESIS%20MAESTRIA%20DANY%20PAREDES%20CASTILLO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Paz Cardona, A. J. (1 de Abril de 2019). *Latinoamérica: Reporte Mundial de Calidad del Aire 2018 incluye 5 países latinoamericanos*. Obtenido de Centro de Información sobre empresas y derechos humanos: <https://www.business-humanrights.org/es/%C3%BAltimas-noticias/latinoam%C3%A9rica-reporte-mundial-de-calidad-del-aire-2018-incluye-5-pa%C3%ADses-latinoamericanos/>

- Pérez Rodríguez, F. G., & Rodas Monsefú, N. J. (2017). *Influencia de la inversión térmica en la contaminación atmosférica según los ECAS en el distrito de Cajamarca del 2013 al 2015*. Universidad Privada del Norte. Cajamarca: Universidad Privada del Norte. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/10698>
- Pérez, L. S., & Künzli, N. (2009). Estimar los beneficios económicos y para la salud asociados a la reducción de la contaminación atmosférica en el área metropolitana de Barcelona (España). *Gaceta Sanitaria*, 23(4), 287–294. Obtenido de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-91112009000400006&lang=es
- Pontificia Universidad Católica de Chile. (s.f.). *Atmósfera*. Obtenido de Pontificia Universidad Católica de Chile: http://www7.uc.cl/sw_educ/contam/fratmosf.htm
- PRTR. (2017). *PARTÍCULAS PM10*. Obtenido de Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Democrático: <http://www.prtr-es.es/Particulas-PM10,15673,11,2007.html>
- Regan, H. (25 de Febrero de 2020). 21 de las 30 ciudades del mundo con la peor contaminación del aire están en la India. *CNN Español*. Obtenido de <https://cnnespanol.cnn.com/2020/02/25/21-de-las-30-ciudades-del-mundo-con-la-peor-contaminacion-del-aire-estan-en-india/>
- Rodríguez Gómez, D., & Valdeoriola Roquet, J. (2009). *Metodología de la investigación*. Catalunya: Universidad Oberta de Catalunya. Obtenido de <https://cape.fcfm.buap.mx/jdzf/cursos/mi2/libros/book3mi2.pdf>
- Rodríguez Rodríguez, L. D., & Zegarra Nureña, C. A. (2010). *Determinación de los niveles de concentración del dióxido de azufre en los puntos críticos de congestión vehicular en el centro histórico de la ciudad de Trujillo - 2010*. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo. Obtenido de <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/9188>
- Rojas, M. (2015). Tipos de Investigación científica: Una simplificación de la complicada incoherente nomenclatura y clasificación. *Revista Electronica de Veterinaria*, 16(1). Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/636/63638739004.pdf>
- Romero Manuel, F. D. (2006). La contaminación del aire: su repercusión como problema de salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 44(2). Obtenido de

http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1561-30032006000200008&script=sci_arttext&tlng=en

Romero Placeres, M., Diego Olite, F., & Álvarez Toste, M. (2006). La contaminación del aire: su repercusión como problema de salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 44(2).
Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/2232/223214848008.pdf>

RPP Noticias. (5 de Julio de 2022). *¿Cómo puedo contribuir a mejorar la calidad del aire de mi ciudad?* Obtenido de RPP Noticias: <https://rpp.pe/peru/actualidad/como-puedo-contribuir-a-mejorar-la-calidad-del-aire-de-mi-ciudad-noticia-1415881>

Sánchez Caraballo, J. M. (2012). Características fisicoquímicas de los gases y partículas contaminantes del aire. Su impacto en el asma. *Latreia*, 25(4), 369-379. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180524364007>

Sánchez, J., & Caraballo, L. (2015). Repercusión de la contaminación del aire en la aparición de asma. *Revista Alergia México*, 62(4), 287-301. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=486755028008>

Santolaya de P., E. (2007). Otitis media aguda. Diagnóstico y tratamiento. *Revista chilena de infectología*, 24(4), 297-300. Obtenido de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-10182007000400006

Sarmiento, R., Hernández, L. J., Medina, E. K., Rodríguez, N., & Reyes, J. (2015). Síntomas respiratorios asociados con la exposición a la contaminación del aire en cinco. *Localidades de Bogotá*, 35(2), 167-176. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84340725017>

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (s.f.). *Monitoreo de la Calidad de Aire, para Lima Metropolitana*. Obtenido de SENHAMI: <https://www.senamhi.gob.pe/?&p=calidad-del-aire>

Silva Astete, N. (2012). *nivel de contaminación del aire en algunos colegios de la provincia de Lima*. Universidad Mayor de San Marcos. Lima: Cybertesis. Obtenido de <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/2098>

SINIA. (s.f.). *Capa de Ozono*. Obtenido de Sistema Nacional de Información Ambiental : <https://sinia.mma.gob.cl/temas-ambientales/capa-de-ozono/>

- Tello Yarin, J. (2017). *Nivel de contaminación del aire por material particulado (pm10) en la ciudad del Cusco*. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Obtenido de <http://200.48.82.27/bitstream/handle/UNSAAC/2846/253T20171191.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Valverde Flores, J. W. (s.f.). Evaluación de la calidad de aire en la intersección de la Av. Universitaria con Panamericana Norte - Los Olivos, Lima. *Revista Del Instituto De Investigación De La Facultad De Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica Y Geográfica*, 19(38), 121-124. Obtenido de <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/13577/11988>
- Wesner, S. (2016). *Alergias y Asma*. De Vecchi Ediciones. Obtenido de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/upnpe/detail.action?docID=4619672>

Anexos

Anexo 1. Matriz de consistencia.

TÍTULO: “CALIDAD DEL AIRE Y SU EFECTO EN LA SALUD DE LOS HABITANTES DE LA CIUDAD DE LIMA, EN EL PERIODO 2000 - 2019”					
PROBLEMA	HIPOTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES	METODOLOGÍA	POBLACIÓN
¿De qué manera los efectos de la salud del aire influyen en la población de Lima, en los últimos 16 años?	<p>Hipótesis de investigación:</p> <p>Hi: Los parámetros de PM10 y PM2.5 obtenidas de las estaciones meteorológicas durante los últimos 16 años cumplen con el ECA del Aire y no existe un efecto en la salud de los habitantes de la ciudad de Lima</p> <p>Ho: Los parámetros de PM10 y PM2.5 obtenidas de las estaciones meteorológicas durante los últimos 16 años no cumplen con el ECA del Aire y existe un efecto en la salud de los habitantes de la ciudad de Lima</p>	<p>General: Identificar los efectos de la calidad del aire en la salud en la ciudad de Lima en un periodo de 16 años, teniendo como base Registro de datos de diferentes entidades públicas.</p> <p>Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Analizar las variaciones meteorológicas, climáticas del aire y registrar las direcciones del viento utilizando la construcción de rosas de viento en los últimos años en la ciudad de Lima. Determinar las zonas afectadas por las concentraciones generadas por las chimeneas de las ladrilleras utilizando el Método de Dispersión de Contaminantes o Método Gaussiano y su rango de emisión utilizando el modelo de detección SCREEN3 para estimar su concentración a nivel del suelo. Interpretar mediante mapas las distribuciones de contaminantes en el periodo 2015 al 2019 utilizando las concentraciones de las estaciones meteorológicas. Describir los efectos negativos de la calidad del aire en la salud de los habitantes de la ciudad de Lima. (análisis de varianza) Comparar los datos obtenidos con los estándares de calidad del aire del Perú (MINAM) y el Organismo Mundial de la salud (OMS). Identificar el índice de calidad del aire (AQI) de EE. UU. en la ciudad de Lima durante los últimos 16 años. Realizar una propuesta ambiental sobre la calidad del aire y medidas de prevención de las infecciones respiratorias agudas en la ciudad de Lima – 2020 	<p>Variable 1: Calidad del aire</p> <p>Variable 2: Efecto en la salud</p>	<p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Diseño: No experimental – longitudinal.</p> <p>Alcance: Descriptivo</p> <p>Técnica: Investigación transversal - Registro de datos.</p> <p>Instrumento: Base de datos comparativa.</p> <p>Método de análisis de datos: Se trabajará con ANOVA y contraste múltiple de medias de Duncan con un 95% de significancia, empleando el Programa estadístico Statgraphics versión XI.I.</p>	<p>Población: registros de datos de informes técnicos del SINIA, DGE, SENAMHI, INEI y DIGESA en la calidad del aire en Lima.</p> <p>Muestra: Informes técnicos del SINIA, DGE, SENAMHI, INEI y DIGESA en la calidad del aire en Lima, entre los años 2007 al 2022.</p> <p>Técnica de muestreo: Probabilístico</p>

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 2. Matriz de Instrumento.
TÍTULO: CALIDAD DEL AIRE Y SU EFECTO EN LA SALUD DE LOS HABITANTES DE LA CIUDAD DE LIMA, EN EL PERIODO 2007 - 2022

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	ÍTEMES	OPCION DE RESPUESTA				
				Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
Calidad del aire	PM10	Cantidad de PM10 en el aire	Cumple con los requisitos de la normativa peruana del Decreto Supremo 2017 – MINAM					X
		Cantidad de PM10 generado				X		
	PM2.5	Cantidad de PM2.5 en el aire	Cumple con los requisitos de la normativa peruana del Decreto Supremo 2017 – MINAM					X
		Cantidad de PM2.5 generado				X		
Efecto en la salud	Neumonía	Cantidad de casos causados por el clima	Cumple con los requisitos de la normativa peruana de la Resolución Ministerial N° 286 - 2014 – MINSA					X
		Cantidad de casos causados por la calidad del aire				X		
	Infecciones Respiratorias Agudas (IRA)	Cantidad de casos causados por el clima	Cumple con los requisitos de la normativa peruana de la Resolución Ministerial N° 286 - 2014 – MINSA					X
		Cantidad de casos causados por la calidad del aire				X		

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 3. Matriz de operacionalización de variables

TÍTULO: “CALIDAD DEL AIRE Y SU EFECTO EN LA SALUD DE LOS HABITANTES DE LA CIUDAD DE LIMA, EN EL PERIODO 2007 - 2022”					
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
VARIABLE DEPENDIENTE: Efectos en la salud	Definida como un estado de completo bienestar físico, mental y social y no meramente la ausencia de enfermedad o incapacidad”, tiene una relación adversa con la contaminación. (Romero Manuel, 2006	Enfermedades respiratorias: representan una de las primeras causas de atención médica en todo el mundo, tanto en la consulta ambulatoria como en la internación, se encuentran entre las primeras causas de mortalidad. Estas enfermedades perjudican a toda la población, pero, principalmente, a los menores de 5 años y a las personas adultasmayores de 65 años. (Gobierno de Mendoza)	Infecciones respiratorias agudas	IRA (no neumonía) y Neumonía	Razón
VARIABLE INDEPENDIENTE: Calidad del aire	El aire es un bien común limitado, indispensable para la vida; por lo tanto, su utilización debe estar sujeta a normas que eviten el deterioro de su calidad por el uso o abuso indebido del mismo, de tal modo que, se preserve su pureza como garantía del normal desarrollo de los seres vivos sobre la tierra y de la conservación de la misma. Así mismo, tenemos el deber de trabajar para conseguir un mundo limpio y habitable, amparando de una mejor calidad de vida para las generaciones futuras (Carranza, 2004, p. 15).	La contaminación atmosférica se define como la presencia en la atmósfera de elementos contaminantes que alteran su composición y que afectan a cualquier componente del ecosistema. Desde un punto de vista antropocéntrico la contaminación atmosférica se refiere a los contaminantes que afectan la salud o el bienestar humano	Material particulado suspendido	Cantidad de PM10, PM2.5	Razón

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 4. Infecciones respiratorias agudas en menores de 5 años por direcciones de salud

Zona	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Callao	125718	126284	136960	132581	123965	119577	133071	102944	121659	130916	114561	118486	111984	23501	30415	61711
Lima Sur	174822	165866	158675	162048	148161	149936	149967	N.R.	340948	130064	115165	120366	111866	26490	27455	98450
Lima Norte	164073	154053	143772	151837	140569	172552	170303	127212	128830	145439	138012	132656	145783	37059	37174	74062
Lima Este	217797	199508	186731	194444	173601	237466	240433	151930	166586	140844	130880	151524	133087	28551	26276	67306
Lima Ciudad	304992	295497	284292	277517	232231	132475	139713	339094	N.R.	108238	103540	141572	128827	28026	27679	79209
Total	987402.0	941208.0	910430.0	918427.0	818527.0	812006.0	833487.0	721180.0	758023.0	655501.0	602158.0	664604.0	631547.0	143627.0	148999.0	380738.0

Fuente: MINSA / OGE / RENACE

Anexo 5. Neumonía en menores de 5 años por direcciones de salud

Zona	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Callao	1242	1488	1304	1033	1352	915	726	693	960	886	760	853	875	224	176	440
Lima Sur	2368	1880	1684	1351	1383	1385	1314	N.R.	4292	894	956	695	518	121	130	1534
Lima Norte	1312	1478	1081	1007	923	2760	2713	665	656	2349	2384	1818	1759	472	701	1767
Lima Este	3122	2794	2505	2295	2328	2999	2946	2557	3146	1499	1488	3026	3181	843	1113	1115
Lima Ciudad	4076	3840	3410	2995	2552	1006	804	4362	N.R.	2553	3074	2278	2008	511	736	1429
Total	12120.0	11480.0	9984.0	8681.0	8538.0	9065.0	8503.0	8277.0	9054.0	8181.0	8662.0	8670.0	8341.0	2171.0	2856.0	6285.0

Fuente: MINSA / OGE / RENACE

Anexo 6. Datos de la calidad del aire de PM10 (ug/m3) de la estaciones de DIGESA

Año	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	ECA	OMS
2007	41.72	N.R.	94.28	90.98	127.69	50	20
2008	36.63	105	103.49	108.2	125.62	50	20
2009	34.38	78.54	121.1	78.41	113.75	50	20
2010	36.73	78.73	82.64	73.82	69.2	50	20
2011	36.21	65.25	95.16	52.2	47.49	50	20
2012	42.5	61.2	52.06	89.01	47.49	50	20
2013	25.29	28.98	96.3	53.06	63.62	50	20
2014	29.67	51.8	85.39	52.91	42.79	50	20
2015	32.06	74.1	90.66	46.01	50.21	50	20
2016	30.94	78.98	90.17	64.1	44.64	50	20
2017	32.67	88.7	82.4	61.72	54.6	50	20
2018	33.99	79.45	109.1	78.29	63.76	50	20
2019	33.9	78.67	119.12	71.27	59.97	50	20

Fuente: Dirección General de Salud Ambiental – DIGESA

Anexo 7. Datos de la calidad del aire de PM2.5 (ug/m3) de la estaciones de DIGESA

Año	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	ECA	OMS
2007	37.14	62.54	54.72	59.72	95.71	25	10
2008	17.56	59	50.97	55.52	76.35	25	10
2009	25.2	39.3	45.5	59.54	69.88	25	10
2010	19.64	32.91	34.55	35.18	N.R.	25	10
2011	18.5	11.49	64.72	31.43	N.R.	25	10
2012	19.81	33.66	34.13	48.62	N.R.	25	10
2013	22.84	23.03	46.31	44.97	42.74	25	10
2014	25.65	33.89	38.54	34.34	31.94	25	10
2015	24.61	34.54	27.94	30.14	24.99	25	10
2016	25.82	28.67	24.45	30.4	22.11	25	10
2017	N.R.	19.46	28.45	28.64	N.R.	25	10
2018	N.R.	21.62	19.32	36.98	N.R.	25	10
2019	N.R.	24.33	N.R.	N.R.	N.R.	25	10

Fuente: Dirección General de Salud Ambiental – DIGESA

Anexo 8. Datos de la calidad del aire de PM10 (ug/m3) de la estaciones de SENAMHI

FECHA		ESTACIONES						
AÑO	CAMP. MART.	SAN BORJA	STA. ANITA	SAN JUAN L.	SAN MART. P.	PUENT. PIED.	CARABAYLLO	VILL. MARIA
2015	155.82	386.78	238.22	319.06	204.23	335.1	218.36	499.06
2016	261.98	2163.22	269.3	263.2	283.77	350.63	305.88	599.53
2017	160.67	329.51	276.6	262.91	281.88	380.84	512.18	611.59
2018	100.92	283.91	260.83	216.37	253.29	448.43	521.76	474.19
2019	128.38	209.26	340.28	214.24	58.53	133.6	319.23	355.8
2020	80.78	85.36	160.98	457.4	N.S.R.	N.S.R.	268.23	490.05
2021	66.7	292.98	297.84	236.7	109.9	N.S.R.	773.8	882.9
2022	120.38	287.65	233.88	221.4	153.18	N.S.R.	209.75	360.31

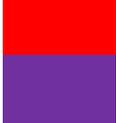
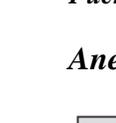
Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI

Anexo 9. Datos de la calidad del aire de PM2.5 (ug/m3) de la estaciones de SENAMHI

FECHA		ESTACIONES						
AÑO	CAMP. MART.	SAN BORJA	STA. ANITA	SAN JUAN L.	SAN MART. P.	PUENT. PIED.	CARABAYLLO	VILL. MARIA
2015	58.72	117.58	112.71	128.5	81.06	92.69	106.28	147.05
2016	251.29	153.18	134.79	113.47	98.98	120.1	495.48	104.48
2017	63.21	257.73	121.98	125.47	205.71	136.86	440.17	139.88
2018	68.83	81.31	171.55	653.03	2035.03	743.31	160.63	110.61
2019	62.25	57.06	1024.72	152.3	256.65	657.3	216.76	178.21
2020	51.83	58.16	1100.5	68.48	1926	N.S.R.	68.59	92.8
2021	45.95	64.37	130.6	113.63	64.4	N.S.R.	89.88	102
2022	81.81	83.28	145.09	118.65	72.98	115.28	106.22	119.07

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI

Anexo 10. Índice de la calidad del aire de EE.UU.

AQI	Calidad	Valor Numérico	Sentido
	Bueno	0 - 50	La calidad del aire se considera satisfactoria y la contaminación del aire presenta poco o ningún riesgo.
	Moderado	51 - 100	La calidad del aire es aceptable; sin embargo, para algunos contaminantes puede haber un problema de salud moderado para un número muy pequeño de personas que son inusualmente sensibles a la contaminación del aire.
	Malo para grupos sensibles	101 - 150	Los miembros de grupos sensibles pueden experimentar efectos sobre la salud. No es probable que el público generarse vea afectando.
	Malo	151 - 200	Todos pueden comenzar a experimentar efectos sobre la salud; los miembros de grupos sensibles pueden experimentar efectos de salud más graves.
	Muy malo	201 - 300	Advertencias sanitarias de situaciones de emergencia. Es más probable que toda la población se vea afectada.
	Peligroso	301 - 500	Alerta de salud: todos pueden experimentar efectos de salud más graves.

Fuente: AirNow

Anexo 11. Estándar de Calidad del Ambiental del aire – Ministerio del Ambiente

Parámetros	Período	Valor [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Criterios de evaluación	Método de análisis ⁽¹⁾
Benceno (C_6H_6)	Anual	2	Media aritmética anual	Cromatografía de gases
Dióxido de Azufre (SO_2)	24 horas	250	NE más de 7 veces al año	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)
Dióxido de Nitrógeno (NO_2)	1 hora	200	NE más de 24 veces al año	Quimioluminiscencia (Método automático)
	Anual	100	Media aritmética anual	
Material Particulado con diámetro menor a 2,5 micras ($\text{PM}_{2.5}$)	24 horas	50	NE más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	Anual	25	Media aritmética anual	
Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM_{10})	24 horas	100	NE más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	Anual	50	Media aritmética anual	
Mercurio Gaseoso Total (Hg) ⁽²⁾	24 horas	2	No exceder	Espectrometría de absorción atómica de vapor frío (CVAAS) o Espectrometría de fluorescencia atómica de vapor frío (CVAFS) o Espectrometría de absorción atómica Zeeman. (Métodos automáticos)
Monóxido de Carbono (CO)	1 hora	30000	NE más de 1 vez al año	Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (Método automático)
	8 horas	10000	Media aritmética móvil	
Ozono (O_3)	8 horas	100	Máxima media diaria NE más de 24 veces al año	Fotometría de absorción ultravioleta (Método automático)
Plomo (Pb) en PM_{10}	Mensual	1,5	NE más de 4 veces al año	Método para PM_{10} (Espectrofotometría de absorción atómica)
	Anual	0,5	Media aritmética de los valores mensuales	
Sulfuro de Hidrógeno (H_2S)	24 horas	150	Media aritmética	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)

Fuente: D.S. N° 003-2017 – Ministerio del Ambiente - MINAM

Anexo 12. Cantidad de nubes en la ciudad de Lima durante los años 2007 – 2021.

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Prom. Anual
2007	55.6	56.69	60.2	53.04	34.27	69.47	97.42	95.28	94.73	85.96	80.33	81.12	72.01
2008	79.62	62.3	61.06	35.8	59.36	94.27	92.68	92.23	93.29	81.1	71.64	67.62	74.25
2009	68.62	71.96	67.4	42.47	59.05	90.62	97.12	92.24	91.91	90.27	89.77	88.76	79.18
2010	80.76	79.89	59.42	47.98	78.83	88.54	87.62	91.93	77.33	76.14	75.05	82.27	77.15
2011	74.82	72.12	70.12	54.14	61.06	93.61	92.78	95.02	79.26	82.21	73.02	79.84	77.33
2012	50.8	67.64	63.01	47.04	61.26	81.67	96.28	96.95	95.98	88.05	84.07	79.42	76.01
2013	40.35	61.19	62.98	33.67	66.47	70.68	92.73	93.24	86.94	82.47	74.94	69.4	69.59
2014	70	63.54	60.51	51.66	87.95	92.12	97.74	95.66	88.09	84.37	81.78	76.48	79.16
2015	63.57	71.81	62.26	53.98	71.52	82.56	94.69	94.48	93.58	91.77	91.64	80.84	79.39
2016	62.68	56.62	46.51	41.9	41.65	77.77	90.71	88.8	90.1	85.91	59.86	60.71	66.94
2017	72.26	62.34	54.95	45.78	71.72	89.65	93.66	88.46	88.74	71.3	80.56	75.73	74.6
2018	70.41	61.04	67.31	50.22	51.48	97.92	97.77	96.48	93.88	86.19	77.41	62.55	76.06
2019	70.22	72.38	47.66	43.02	61.38	94.54	91.88	96.82	96.47	80.16	84.23	75.59	76.2
2020	74	66	63.46	34.25	74.86	89.29	85.04	89.43	82.76	74.47	68.51	87.34	74.12
2021	68.29	65.28	56.8	45.66	68.99	93.41	95.16	93.18	82.2	78.36	79.59	77.2	75.34

Fuente: NASA – Latitud: -12.0609, Longitud: -77.0208, Elevación: 1194.76 m

Anexo 13. Dirección del viento en la ciudad de Lima durante los años 2007 – 2021.

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Prom. Anual
2007	190	192.69	187.19	177.75	171.5	166.38	168.31	170.69	170.12	177.81	178.94	190.06	178.45
2008	200.88	198.94	196.19	181.56	171.12	171.25	175.88	176.25	173.31	177.06	186	191.69	183.34
2009	195.19	196.75	194.88	188.12	175.12	170.38	170.44	171.94	172.56	178.38	182.25	181.62	181.47
2010	186.75	192.88	186.5	184.38	175.62	173.56	171.25	168.38	173.5	176.88	185.38	191.25	180.53
2011	194.56	199.62	197.5	185.5	177.5	175.75	172.19	170.88	171.56	185.12	188.44	187.31	183.83
2012	195.38	198.5	194.75	192.5	179.5	176	171.12	171.88	175.38	182	184.38	187.38	184.06
2013	191.81	200.44	190.62	180.69	183.31	172	167.81	169.56	176.19	176.5	186.75	193.69	182.45
2014	196.5	196.62	198.19	181.88	179.19	177	165	168.31	172.88	181.69	186.06	185.81	182.43
2015	192.69	202	203.12	182.5	176.19	173.94	168.44	169.06	173.75	177.19	182.75	181.75	181.95
2016	195.69	196.31	196.94	188.94	176.88	171.88	168.5	170.56	172.81	180.12	188.69	199.12	183.87
2017	215.56	222.44	212.38	186.75	181.69	175.31	170.31	169.69	173.56	176.81	186.5	190.06	188.42
2018	199.5	201.19	195.44	194.12	178.12	170.81	169.81	168.25	172.94	184.12	185.94	191.62	184.32
2019	201.12	205.88	196.38	194.81	179.75	169.44	167.88	165.56	176.5	183.44	188.31	188.62	184.81
2020	196.38	199.25	199.5	188	173.44	171.81	168.19	170.12	173.75	182.38	189.75	193.06	183.8
2021	201.38	207.81	210.38	179.56	173.88	173	169.81	170	170.31	174.62	181.94	185.62	183.19

Fuente: NASA – Latitud: -12.0609, Longitud: -77.0208, Elevación: 1194.76 m

Anexo 14. Humedad específica en la ciudad de Lima durante los años 2007 – 2021.

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Prom. Anual
2007	12.39	11.96	12.21	10.86	9.03	8.3	7.87	7.81	8	8.18	9.03	10.13	9.65
2008	12.21	12.08	11.78	10.62	8.67	8.54	8.61	8.54	8.18	8.54	9.58	10.56	9.83
2009	11.72	12.57	12.27	11.11	9.7	8.54	8.54	8.12	8.3	9.03	9.64	10.68	10.02
2010	11.78	12.63	12.21	11.17	9.83	8.79	7.75	7.51	7.93	8.12	8.67	10.38	9.73
2011	11.29	11.78	10.74	10.86	9.4	9.09	8.18	8	7.81	8.06	9.46	10.62	9.61
2012	11.17	11.72	12.08	11.29	9.89	9.4	8.61	8.12	8.73	8.67	9.58	10.62	9.99
2013	11.35	11.84	11.66	9.83	9.64	8.61	7.93	7.75	8.36	8.24	8.91	10.62	9.56
2014	11.84	11.54	11.6	10.44	9.64	9.52	8.24	8.24	8.42	8.85	9.46	10.44	9.85
2015	11.29	12.63	12.57	11.41	10.38	9.89	8.67	8.48	8.97	9.46	9.83	10.74	10.36
2016	11.72	13.43	12.88	11.54	9.95	8.67	8.48	8.48	8.54	8.79	9.09	10.68	10.19
2017	12.51	12.57	12.88	11.66	10.44	9.09	8.54	7.81	8.18	8.48	9.16	10.25	10.13
2018	11.41	11.9	11.78	10.8	9.52	8.67	8.54	8.3	8.24	9.28	9.64	10.5	9.88
2019	12.08	13.06	12.21	11.29	9.7	8.67	8.24	7.81	8.61	8.48	9.89	11.11	10.1
2020	12.08	13	12.63	11.17	9.64	8.79	7.87	7.63	8.12	8.73	8.67	10.68	9.92
2021	11.41	11.11	11.72	10.62	9.46	8.91	8.48	8.24	8.36	8.54	9.28	10.19	9.69

Fuente: NASA – Latitud: -12.0609, Longitud: -77.0208, Elevación: 1194.76 m

Anexo 15. Humedad relativa en la ciudad de Lima durante los años 2007 – 2021.

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Prom. Anual
2007	76.56	74.94	76.38	71.38	65.81	64.44	62.31	63.38	61.31	63.81	66.31	73.44	68.34
2008	80.56	77.62	74.75	71.44	64.88	65.62	67	65.38	60.75	64.25	69.81	74.75	69.73
2009	77.06	79.19	77.5	72.31	67.5	63.81	63	60.56	60.88	64.75	67.38	71.5	68.79
2010	73	73.88	73.12	71.19	67.25	66.62	62.25	59.44	60.75	61.5	65.06	74.06	67.34
2011	75.75	74.31	69.75	71.94	66.62	66.75	64.31	61.44	57.94	63.31	68.75	73.44	67.86
2012	73.44	73.69	73.19	72.06	67.25	67.5	63.69	61.38	62.5	63.06	66.94	72.38	68.09
2013	71.69	73.38	70.56	64.56	68.56	65.25	62.44	60.44	61.62	60.12	65.19	71.75	66.3
2014	74.56	72.25	72.81	67.62	67	67.5	59.94	60.5	61.19	62.62	66.44	70.5	66.91
2015	72.44	77.5	77.38	71.38	68	66.81	62.31	60.62	61.19	63.5	65.75	65.69	67.71
2016	70.56	76.31	73	70.5	65.25	63.38	63.75	61.5	60.69	62.38	63.31	71	66.8
2017	77.69	74.81	75.38	72	70.31	66.5	64.5	59.31	59.31	59.06	65.44	69.75	67.84
2018	74.44	75.88	73.31	70.56	66.75	65.06	64.81	61.56	60.06	66.75	66	68.44	67.8
2019	74.69	74.75	72.44	70.62	65.88	62.88	62	57.94	62.44	61.19	67.31	72.94	67.09
2020	74.06	76.88	75.69	70.25	64.06	65.44	61.12	58.56	59.31	60.25	61.31	72.31	66.6
2021	73.19	67.75	72.81	69.88	67.25	65.5	64	61.94	62.44	62.12	67.75	70.5	67.09

Fuente: NASA – Latitud: -12.0609, Longitud: -77.0208, Elevación: 1194.76 m

Anexo 16. Presión superficial en la ciudad de Lima durante los años 2007 – 2021.

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Prom. Anual
2007	88.66	88.75	88.67	88.77	88.78	88.77	88.83	88.83	88.81	88.81	88.68	88.8	88.76
2008	88.69	88.76	88.74	88.68	88.78	88.8	88.86	88.79	88.8	88.84	88.77	88.79	88.78
2009	88.77	88.67	88.67	88.75	88.76	88.79	88.77	88.76	88.76	88.71	88.66	88.7	88.73
2010	88.64	88.61	88.67	88.75	88.79	88.88	88.9	88.86	88.83	88.82	88.79	88.7	88.77
2011	88.63	88.7	88.71	88.74	88.73	88.79	88.78	88.79	88.83	88.83	88.76	88.71	88.75
2012	88.75	88.68	88.61	88.74	88.72	88.78	88.72	88.82	88.81	88.78	88.76	88.7	88.74
2013	88.69	88.68	88.7	88.75	88.86	88.78	88.82	88.8	88.78	88.77	88.73	88.73	88.76
2014	88.7	88.65	88.74	88.7	88.81	88.75	88.78	88.8	88.78	88.77	88.77	88.73	88.75
2015	88.72	88.72	88.73	88.67	88.74	88.72	88.77	88.72	88.72	88.76	88.66	88.62	88.71
2016	88.77	88.64	88.76	88.74	88.83	88.87	88.82	88.78	88.83	88.75	88.75	88.75	88.77
2017	88.75	88.75	88.73	88.71	88.83	88.82	88.84	88.82	88.8	88.72	88.73	88.74	88.77
2018	88.69	88.73	88.65	88.79	88.82	88.82	88.79	88.81	88.71	88.79	88.74	88.74	88.76
2019	88.73	88.68	88.71	88.77	88.78	88.78	88.79	88.8	88.82	88.77	88.69	88.7	88.75
2020	88.75	88.73	88.77	88.83	88.83	88.83	88.78	88.81	88.79	88.73	88.79	88.74	88.78
2021	88.67	88.69	88.71	88.71	88.83	88.87	88.85	88.87	88.82	88.79	88.79	88.74	88.78

Fuente: NASA – Latitud: -12.0609, Longitud: -77.0208, Elevación: 1194.76 m

Anexo 17. Precipitación en la ciudad de Lima durante los años 2007 – 2021.

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Prom. Anual
2007	0.04	0.03	0.07	0.01	0	0.03	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.05	0.03
2008	0.07	0.06	0.04	0.04	0.01	0.04	0	0.01	0.02	0.05	0.01	0.03	0.03
2009	0.06	0.06	0.03	0.02	0.02	0	0.01	0	0.01	0.02	0.05	0.1	0.03
2010	0.04	0.11	0.02	0.01	0.01	0	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.08	0.03
2011	0.08	0.03	0.04	0.01	0	0.01	0.03	0.01	0.02	0.01	0.14	0.02	0.03
2012	0.02	0.06	0.03	0.03	0.03	0.01	0	0.03	0.02	0.17	0.03	0.04	0.04
2013	0.01	0.02	0.03	0.01	0.01	0.02	0.02	0.11	0.01	0.02	0.04	0.02	0.03
2014	0.02	0.02	0.05	0.01	0.01	0.02	0.01	0	0.02	0.03	0.02	0.04	0.02
2015	0.09	0.72	0.43	0.04	0.05	0.02	0.08	0.07	0.03	0.05	0.05	0.1	0.14
2016	0.12	0.35	0.3	0.04	0.01	0.04	0.03	0.03	0.02	0.09	0.02	0.1	0.1
2017	0.44	0.37	0.53	0.04	0.07	0.04	0.03	0.06	0.03	0.08	0.11	0.07	0.16
2018	0.28	0.61	0.65	0.17	0.03	0.11	0.1	0.19	0.05	0.08	0.05	0.02	0.2
2019	0.15	0.13	0.17	0.01	0.02	0.03	0.08	0.01	0.01	0.02	0.07	0.18	0.07
2020	0.08	0.11	0.07	0.05	0.01	0.01	0.11	0.04	0	0.03	0.04	0.33	0.07
2021	0.17	0	0	0.1	0.03	0.02	0	0.01	0	0.01	0.03	0.17	0.05

Fuente: NASA – Latitud: -12.0609, Longitud: -77.0208, Elevación: 1194.76 m

Anexo 18. Punto de rocío en la ciudad de Lima durante los años 2007 – 2021.

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Prom. Anual
2007	15.06	14.51	14.87	12.97	9.99	8.68	7.84	7.9	8.41	8.66	10.13	11.9	10.91
2008	14.88	14.67	14.14	12.62	9.1	8.94	9.12	9.17	8.33	9.33	11.19	12.52	11.17
2009	14.23	15.32	14.9	13.26	11.11	8.83	8.86	8.25	8.76	10.19	11.03	12.76	11.46
2010	14.15	15.26	14.77	13.38	11.35	9.57	7.38	6.9	8.07	8.49	9.44	12.37	10.93
2011	13.65	14.18	12.91	13.05	10.44	9.93	8.21	8.18	7.86	8.19	10.91	12.7	10.85
2012	13.48	14.14	14.58	13.58	11.08	10.37	8.83	8.08	9.47	9.23	11.07	12.69	11.38
2013	13.63	14.34	14.07	11.15	11.01	9.19	7.9	7.64	8.85	8.57	9.91	12.69	10.75
2014	14.3	13.94	13.98	12.37	10.8	10.58	8.39	8.5	9.01	9.81	10.68	12.42	11.23
2015	13.57	15.31	15.27	13.75	11.94	11.18	8.84	8.73	9.63	10.73	11.26	12.62	11.9
2016	13.9	16.3	15.66	13.82	11.32	9.02	8.63	8.9	9.12	9.47	9.76	12.75	11.55
2017	15.21	15.33	15.62	14	12.24	9.93	8.97	7.32	8.55	9.16	10.31	12.12	11.56
2018	13.81	14.46	14.3	12.9	10.82	9.18	9.01	8.76	8.58	10.62	11.02	12.17	11.3
2019	14.66	15.81	14.83	13.55	11.03	9.11	8.39	7.51	9.5	8.94	11.62	13.43	11.53
2020	14.61	15.8	15.36	13.28	10.7	9.46	7.64	7.14	8.43	9.6	9.26	12.8	11.17
2021	13.8	13.14	14.17	12.49	10.69	9.58	8.84	8.68	9.14	9.38	10.55	11.95	11.03

Fuente: NASA – Latitud: -12.0609, Longitud: -77.0208, Elevación: 1194.76 m

Anexo 19. Temperatura promedio en la ciudad de Lima durante los años 2007 – 2021.

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Prom. Anual
2007	8.81	9.51	8.98	10.14	11.28	11.44	11.04	11.94	10.53	11.05	10.45	11.3	10.54
2008	8.76	9.25	9.73	9.99	11.97	10.84	11.35	10.73	10.76	11.14	10.48	9.45	10.37
2009	9.22	9.23	8.84	11.2	10.23	12.09	10.8	11.43	11.35	10.38	11.18	9.14	10.42
2010	9.55	8.75	10.92	9.48	12.05	11.49	11.92	11.81	12.15	10.58	10.09	9.66	10.7
2011	9.11	9.05	8.97	8.73	12.31	11.02	12.08	12.02	11.58	11.7	10.29	10.58	10.62
2012	9.54	9.72	9.41	10.66	11.6	11.47	10.95	12.17	11.09	11.44	10.2	9.75	10.67
2013	9.33	8.82	9.16	11.27	11.7	11.61	12.05	10.46	11.49	10.96	10.73	9.66	10.6
2014	9.26	8.59	9.55	9.37	10.37	11.04	11.41	11.91	11.02	10.55	10.28	10.1	10.29
2015	9.66	10.1	9.33	9.8	10.53	11.89	12.81	12.14	11.27	10.84	11.23	10.69	10.86
2016	10.59	9.21	9.84	11.67	10.65	11.81	11.5	10.32	12.22	10.66	12.38	9.53	10.87
2017	10.09	8.94	8.41	10.45	9.77	11.27	12.05	11.35	10.59	11.27	10.05	9.65	10.32
2018	10.07	8.45	9.1	10.35	10.96	11.57	11.51	11.19	10.86	9.28	9.64	11.62	10.38
2019	9.62	8.78	9.67	9.48	12.29	12.15	11.72	12.48	10.59	11.69	10.28	9.99	10.73
2020	10.28	8.48	9.93	10.74	11.2	11.39	11.61	11.35	11.44	12.05	11.44	10.44	10.86
2021	9.62	9.55	9.23	11.05	10.77	10.45	12.07	10.73	10.91	10.37	9.57	9.8	10.34

Fuente: NASA – Latitud: -12.0609, Longitud: -77.0208, Elevación: 1194.76 m

Anexo 20. Temperatura máxima en la ciudad de Lima durante los años 2007 – 2021.

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Prom. Anual
2007	25.04	25.17	25.19	25.31	23.65	22.78	22.58	22.19	22.57	22.36	23	24.01	23.65
2008	24.22	24.83	25.25	24.36	23.38	22.68	22.82	22.61	22.8	23.14	23.83	23.33	23.6
2009	24.25	24.7	24.61	25.26	24.21	23.26	23.14	23.27	23.93	23.01	24.52	24.18	24.03
2010	25.37	25.7	27.26	24.95	25.29	23.55	22.62	22.71	23.76	22.6	22.02	23.14	24.08
2011	23.82	25.14	24.42	23.87	24.86	23.26	23.34	23.65	23.3	22.8	23.42	24.05	23.83
2012	24.79	25.65	25.81	25.02	25.26	23.27	23.3	24.16	23.55	23.83	23.87	23.92	24.37
2013	25.08	24.93	25.48	25.09	24.15	22.64	23.07	22.13	22.87	23.26	23.21	24.11	23.84
2014	25.08	24.65	24.87	24.58	23.86	23.87	23.46	23.65	23.29	23.93	23.76	24.41	24.12
2015	25.09	25.96	25.59	24.99	24.8	25.41	24.3	24.62	24.51	24.23	24.73	25.8	25
2016	26.48	26.76	26.63	26.52	24.74	24	23.58	23.15	24.33	23.65	24.84	24.26	24.91
2017	26.26	25.81	25.65	25.96	24.26	23.41	23.48	23.11	23.19	23.9	23.18	24.15	24.36
2018	25.04	24.57	24.69	25.06	24.29	22.87	23.2	23.65	23.37	22.66	23.4	25.62	24.04
2019	25.65	26.32	26.3	24.93	24.96	24.53	23.58	24	23.43	24.19	24.28	24.66	24.74
2020	26.37	25.54	26.33	25.7	25.03	23.37	22.83	23.4	23.64	24.74	24.27	24.44	24.64
2021	25.23	25.71	25.33	24.59	23.97	23.05	23.57	23.04	23.44	22.95	22.62	23.83	23.94

Fuente: NASA – Latitud: -12.0609, Longitud: -77.0208, Elevación: 1194.76 m

Anexo 21. Temperatura mínima en la ciudad de Lima durante los años 2007 – 2021.

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Prom. Anual
2007	16.23	15.66	16.21	15.17	12.37	11.34	11.54	10.25	12.04	11.31	12.55	12.71	13.12
2008	15.46	15.58	15.52	14.37	11.41	11.84	11.47	11.87	12.05	12	13.34	13.88	13.23
2009	15.03	15.48	15.77	14.06	13.98	11.18	12.33	11.84	12.58	12.63	13.34	15.04	13.61
2010	15.82	16.95	16.33	15.47	13.24	12.05	10.7	10.9	11.62	12.02	11.94	13.48	13.38
2011	14.71	16.08	15.45	15.15	12.55	12.25	11.26	11.63	11.72	11.1	13.13	13.48	13.21
2012	15.25	15.94	16.4	14.37	13.66	11.8	12.35	11.99	12.45	12.4	13.66	14.17	13.7
2013	15.75	16.11	16.31	13.83	12.46	11.03	11.02	11.67	11.38	12.3	12.48	14.44	13.23
2014	15.83	16.05	15.31	15.21	13.49	12.83	12.05	11.75	12.26	13.38	13.48	14.31	13.83
2015	15.44	15.86	16.26	15.19	14.27	13.52	11.49	12.48	13.25	13.4	13.5	15.11	14.15
2016	15.89	17.55	16.8	14.85	14.09	12.19	12.08	12.83	12.12	12.98	12.47	14.73	14.05
2017	16.17	16.87	17.24	15.51	14.5	12.14	11.43	11.76	12.6	12.63	13.13	14.5	14.04
2018	14.97	16.12	15.58	14.71	13.33	11.3	11.69	12.46	12.51	13.38	13.76	14	13.65
2019	16.02	17.54	16.62	15.45	12.67	12.38	11.86	11.52	12.84	12.51	14	14.67	14.01
2020	16.08	17.05	16.4	14.96	13.83	11.98	11.23	12.05	12.2	12.69	12.83	14	13.78
2021	15.6	16.16	16.11	13.55	13.2	12.61	11.5	12.3	12.54	12.58	13.05	14.02	13.6

Fuente: NASA – Latitud: -12.0609, Longitud: -77.0208, Elevación: 1194.76 m

Anexo 22. Velocidad del viento en la ciudad de Lima durante los años 2007 – 2021.

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Prom. Anual
2007	2.73	2.59	2.45	2.38	2.55	2.34	2.75	3.16	3.22	2.87	2.9	2.92	2.74
2008	2.62	2.43	2.4	2.23	2.45	2.85	2.92	2.99	3.18	3.03	2.91	2.64	2.72
2009	2.5	2.45	2.26	2.25	2.27	2.59	2.95	2.63	3.27	2.8	2.59	2.8	2.61
2010	2.91	2.7	2.77	2.52	2.47	2.52	2.7	2.59	2.64	2.79	2.62	2.44	2.64
2011	2.23	2.11	1.95	2.09	2.46	2.55	2.72	2.76	2.48	2.61	2.59	2.48	2.42
2012	2.34	2.09	2.12	2.05	2.35	2.3	2.71	2.79	2.7	2.67	2.67	2.44	2.44
2013	2.57	2.14	2.12	2.17	2.08	2.2	2.33	2.52	2.52	2.56	2.57	2.47	2.35
2014	2.37	2.36	2.04	2.21	2.51	2.62	2.6	2.32	2.56	2.44	2.77	2.66	2.46
2015	2.55	2.21	2.09	2.27	2.56	2.66	2.7	2.69	2.6	2.82	2.7	2.7	2.55
2016	2.78	2.46	2.29	2.3	2.13	2.12	2.32	2.55	2.52	2.62	2.56	2.22	2.41
2017	2.09	1.93	1.98	2.33	2.27	2.36	2.39	2.53	2.58	2.4	2.36	2.38	2.3
2018	2.16	2.09	1.91	1.86	2.05	2.27	2.41	2.52	2.52	2.52	2.55	2.59	2.29
2019	2.25	2.05	2.05	2.04	2.12	2.37	2.45	2.3	2.48	2.43	2.43	2.34	2.28
2020	2.39	2.29	2.23	2.2	2.12	2.47	2.29	2.42	2.43	2.32	2.16	1.9	2.27
2021	1.96	2.02	1.9	2.36	2.35	2.54	2.62	2.92	2.8	2.83	2.64	2.68	2.47

Fuente: NASA – Latitud: -12.0609, Longitud: -77.0208, Elevación: 1194.76 m