



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Correlación del comportamiento de las variables
meteorológicas y el comportamiento del material particulado en
el aire Carabaylo, 2020**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Escobar Cabrera, Luis Walter (ORCID: 0000-0002-7231-5197)

Sara Herrera, Joha Sydney (ORCID: 0000-0002-5805-2394)

ASESOR:

Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales (ORCID: 0000-0003-1504-2089)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión y Calidad de Recursos Naturales

LIMA - PERÚ

2020

DEDICATORIA

A Dios por darnos fuerzas, pasión y perseverancia para investigar, y a nuestras familias que nos dieron cobijo y sostén en el ayer y el hoy para tener un mañana.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos profundamente a nuestras familias que nos dieron luz todos estos años, a la universidad César Vallejo que no brindo en sus instalaciones lo necesario para crecer y encaminarnos en el futuro que hemos elegido, a SENAMHI e IPEN que nos dieron la oportunidad de vivir la experiencia de ser tesisistas, al Doctor Elmer Benites que con sus conocimientos nos ha dado guía bajo su puesto como docente y asesor, a los Ingenieros Jhoan Rojas y Joe Sanches quienes nos dieron los *conocimientos prácticos para poder llevar a cabo la investigación.*

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	24
3.1 Tipo y Diseño de Investigación	24
3.2. Variables y Operacionalización.....	25
3.3. Población, Muestra, Muestreo	26
3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	26
3.5. Procedimiento	28
3.6. Método de Análisis de Datos	30
3.7. Aspectos Éticos.....	31
IV. RESULTADOS	32
V. DISCUSIÓN.....	47
VI. CONCLUSIONES	49
VII. RECOMENDACIONES	50
REFERENCIAS	51
ANEXOS.....	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estándar de Calidad Ambiental para Aire.....	18
Tabla 2. Valores del Índice de Calidad del Aire.....	19
Tabla 3. Tabla de interpretación del Índice de Calidad del Aire.....	20
Tabla 4. Tabla de intervalos a usar para interpretación del Índice de Calidad del Aire.	21
Tabla 5. Variables de investigación	25
Tabla 6. Matriz de operacionalización de variables.....	26
Tabla 7. Instrumentos de recolección de datos.....	27
Tabla 8. Promedio de la validación de instrumentos	27
Tabla 9. Muestras meteorológicas 2019 y 2020.....	32
Tabla 10. Conglomerado de datos PM _{2.5} 2019 y 2020.....	33
Tabla 11. Conglomerado de datos PM ₁₀ 2019 y 2020.....	35
Tabla 12. Análisis de Shapiro Wilk (s-w) para la concentración de PM _{2.5} y variables meteorológicas.....	43
Tabla 13. Análisis de Shapiro Wilk (s-w) para la concentración de PM ₁₀ y variables meteorológicas.....	43
Tabla 14. Correlación de Spearman de la concentración de PM _{2.5} y variables meteorológicas.....	46
Tabla 15. Correlación de Spearman de la concentración de PM ₁₀ y variables meteorológicas.....	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Guías de calidad de aire para PM ₁₀ y PM _{2.5}	21
Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de toma de muestras	29
Figura 3. Comportamiento de la concentración de PM _{2.5} (µg/m ³) en función a las fechas muestreadas	36
Figura 4. Comportamiento de la temperatura del aire (°C) en función a las fechas muestreadas del PM _{2.5}	37
Figura 5. Comportamiento de la humedad relativa del aire (%) en función a las fechas muestreadas del PM _{2.5}	37
Figura 6. Comportamiento de la velocidad del viento (m/s) en función a las fechas muestreadas del PM _{2.5}	38
Figura 7. Comportamiento de la dirección del viento (°) en función a las fechas muestreadas del PM _{2.5}	38
Figura 8. Comportamiento de la concentración de PM ₁₀ (µg/m ³) en función a las fechas muestreadas.....	39
Figura 9. Comportamiento de la temperatura del aire (°C) en función a las fechas muestreadas del PM ₁₀	39
Figura 10. Comportamiento de la humedad relativa del aire (%) en función a las fechas muestreadas del PM ₁₀	40
Figura 11. Comportamiento de la velocidad del viento (m/s) en función a las fechas muestreadas del PM ₁₀	41
Figura 12. Comportamiento de la dirección del viento (°) en función a las fechas muestreadas del PM ₁₀	41

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo analizar la Correlación entre el comportamiento de las variables meteorológicas y el comportamiento del material particulado en la estación meteorológica ubicada en la piscina municipal de Carabayllo en los años 2019 y 2020, las muestras de material particulado fueron tomadas en intervalos de 3 días iniciando en abril del 2019 y culminando en febrero del 2020, asimismo los datos de la variable meteorología fueron proporcionadas por Senamhi. En la estación de meteorológica de Carabayllo se registró en marzo del 2019 un máximo de $173.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para la concentración de PM_{10} la cual supero el ECA (Ordoñez, 2019). Según el análisis de Shapiro Wilk la humedad relativa mostro tener una distribución normal con una significancia de 0.05, por otro lado la concentración de $\text{PM}_{2.5}$, PM_{10} , Temperatura, velocidad y dirección de viento mostraron una distribución no normal, por lo cual se procedió a realizar el análisis correlacional Spearman, del cual se obtuvo como resultado que la correlación de la temperatura y la humedad relativa con la concentración de $\text{PM}_{2.5}$ poseen una correlación significativa de -0.549 y 0.401 respectivamente con un valor de significancia de 0.001 y 0.015 respectivamente, los otros indicadores mostraron tener una correlación escasa.

Palabras clave: PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$, Variables meteorológicas, Correlación, Spearman, Calidad de aire.

ABSTRACT

The objective of this research was to analyze the correlation between the behavior of meteorological variables and the behavior of particulate matter at the meteorological station located in the municipal swimming pool of Carabayllo in the years 2019 and 2020, the samples of particulate matter were taken at intervals of 3 days beginning in April 2019 and ending in February 2020, varying meteorological data was provided by Senamhi. At the Carabayllo meteorological station, a maximum of $173.8 \mu\text{g} / \text{m}^3$ was increased in March 2019 for the concentration of PM_{10} which exceeded the ECA (Ordonez, 2019). According to the analysis of Shapiro Wilk, the relative humidity showed to have a normal distribution with a significance of 0.05, on the other hand the concentration of $\text{PM}_{2.5}$, PM_{10} , Temperature, speed and wind direction, a non-normal distribution, for which procedure Perform the Spearman correlational analysis, from which it was obtained that the correlation of temperature and relative humidity with the concentration of $\text{PM}_{2.5}$ experienced a significant correlation of -0.549 and 0.401 respectively with a significance value of 0.001 and 0.015 respectively, the other signals indicated have little correlation.

Keywords: PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$, Meteorological variables, Correlation, Spearman, Air quality.

I. INTRODUCCIÓN

Desde el comienzo de su existencia el hombre ha realizado modificaciones a su medio para sobrevivir. El ambiente siempre tiende al equilibrio, corrigiendo así las alteraciones del hombre, no obstante, con el paso de los siglos estas alteraciones generadas en el ambiente por las acciones del hombre han ido incrementando su impacto, llegando a tal punto que es necesario controlar estas alteraciones para así proteger tanto al medio como al ser humano mismo haciendo uso de normativas.

El material particulado (PM) es un conglomerado de sustancias orgánicas e inorgánicas que aportan a la contaminación atmosférica, y su medición es un estándar de calidad ambiental, según la Organización Mundial de Salud “el material particulado es un componente importante en la contaminación del aire, la concentración y la exposición va a variar dependiendo a la ubicación, lo cual esto aplica para todo el mundo” (OMS, 2018). La actividad humana es el factor de contaminación que más aporta, según en el informe de International Agency for Research on Cancer (IARC) la contaminación externa proviene principalmente del Parque automotor, la generación de energía estacionaria, las industrias, la agricultura, el uso de combustibles fósiles en los domicilios (calefacción, hornilla y otros) y contaminantes de fuentes naturales (Straif Kurt, 2017).

Según la OMS el 93% de los niños a nivel mundial están expuestos a $PM_{2.5}$ por encima de los estándares calidad de aire, regiones como África, el Mediterráneo Oriental, Asia Sudoriental y Pacífico Oriental el material atmosférico fino está afectando al 95% de la población infantil hasta los 5 años, y un 87% en la región de las Américas (OMS, 2018). Clean Air Institute publicó un estudio de calidad de aire en el año 2013, en el cual menciona que el 93% de los países latinoamericanos supera el límite de concentración de PM_{10} anual y el 90% de ellos supera el límite de concentración de $PM_{2.5}$ anual establecido por la OMS (GREEN y SÁNCHEZ, 2013). Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) estimó que para el año 2050 de continuar con los mismos patrones de consumo, consumismo y deficientes políticas ambientales la tasa de mortalidad prematura se verá superará por más del doble de la tasa del

año 2010, como consecuencia del aumento de las enfermedades producidas por el incremento de concentraciones de las partículas suspendidas respirables en el aire (Matter 2012).

Según el Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA) durante el año 2007 hasta 2017 los distritos de Comas, El Agustino, Lima y San Juan de Miraflores excedieron el nivel de PM_{10} y $PM_{2.5}$ publicadas en el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) establecido por el Ministerio del ambiente (MINAM)(SINIA,2019). En el boletín mensual de vigilancia de calidad del aire publicado por Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (Senamhi) en marzo del 2019 en la estación de Carabayllo se presentó que un 80% de las muestras superaron el ECA ($100\mu\text{g}/\text{m}^3$) teniendo como máxima diaria de $142.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Ordoñez y Norabuena, 2019).

Por lo cual el presente trabajo de investigación tuvo como fin conocer cuánto la naturaleza mediante las variables presentes en los fenómenos meteorológicos está relacionada con la concentración de material particulado suspendido respirable fino ($PM_{2.5}$) y no fino (PM_{10}) presentes en el distrito de Carabayllo en Lima-Perú.

La conveniencia del desarrollo de la investigación procedió del aprovechamiento de los datos muestreados como tesis en la estación meteorológica Carabayllo y los datos meteorológicos históricos de la misma los cuales son propiedad de SENAMHI , asimismo la realización de los análisis de las muestras de material particulado por parte de IPEN. A raíz de la obtención de la información de la influencia de las variables meteorológicas sobre el material particulado se logró brindar información relevante de la relación existente entre ellas, la cual es necesaria para poder proteger la salud de la población vulnerable de Carabayllo tales como los usuarios del Hospital Sisol Salud, los cuales son denominados como población sensible, siendo así, que al darse una calificación del INCA moderada o peor, esta generaría problemas de salud y la restricción de actividades físicas y de rehabilitación programadas por la municipalidad en conjunto con el hospital.

La presente investigación buscó el medir la influencia de las variables meteorológicas tales como humedad relativa (%), temperatura (°C), velocidad y dirección de viento (m/s) en el material particulado (PM) iniciando en el año 2019 en periodos de 24 horas y culminando en 2020, mediante el uso de muestreadores de partículas de alto y bajo volumen, Hivol y Partisol respectivamente y utilizando la ecuación establecida por INCA para obtener el estado de calidad del aire en base a PM₁₀ y PM_{2.5}.

El problema general que se planteó en el estudio fue: ¿Existe correlación entre comportamiento de las variables meteorológicas y el comportamiento del material particulado en Carabayllo 2020?; siendo los problemas específicos: ¿Existe relación entre el comportamiento de la temperatura y el comportamiento del material particulado en Carabayllo, 2020?; ¿Existe relación entre la humedad relativa y el comportamiento del material particulado en Carabayllo, 2020?; ¿Existe relación entre el comportamiento del viento y el comportamiento del material particulado en Carabayllo, 2020?.

La hipótesis general planteada en el estudio fue: Existe correlación entre comportamiento de las variables meteorológicas y el comportamiento del material particulado en Carabayllo 2020. Siendo las hipótesis específicas: Existe relación entre el comportamiento de la temperatura y el comportamiento del material particulado en Carabayllo, 2020; Existe relación entre la humedad relativa y el comportamiento del material particulado en Carabayllo, 2020; Existe relación entre el comportamiento del viento y el comportamiento del material particulado en Carabayllo, 2020.

El objetivo general de la presente investigación fue: Determinar la correlación del comportamiento de las variables meteorológicas y el comportamiento del material particulado en el aire Carabayllo, 2020. Los objetivos específicos fueron: Evaluar la relación del comportamiento de la temperatura y el comportamiento del material particulado en Carabayllo, 2020; Evaluar la relación del comportamiento de la humedad relativa y el comportamiento del material particulado en Carabayllo, 2020; Evaluar la relación del comportamiento del viento y el comportamiento del material particulado en Carabayllo, 2020; Evaluar la relación del comportamiento del viento y el comportamiento del material particulado en Carabayllo, 2020.

II. MARCO TEÓRICO

Li et al. (2015) en su investigación planteo como objetivo principal la determinación de las emisiones de $PM_{2.5}$ y PM_{10} de partículas erosionables del suelo en condiciones diversas de velocidad de viento y textura presentes en el suelo agrícola de Estados Unidos, El estudio fue Experimental de enfoque cuantitativo, Las muestras fueron recolectadas en 15 puntos diferentes tomando en consideración suelos con y sin labranza. La investigación se desarrolló haciendo uso de túneles de vientos y los ensayos fueron realizados en la Unidad de investigación de ingeniería y la investigación del viento (EWERU) en Manhattan con un túnel de tipo de empuje de viento de 13 litros, 20 watts y una presión de 1,47 Hm, la suspensión de las partículas se midió con el espectrómetro de aerosol portátil Grimm de Alemania el cual fija en medio del conducto perpendicular a la dirección contraria del viento, para medir el PM_{10} se empleó un muestreador Hi-vol GMW modelo 1200 . Como conclusión se obtuvo que, a medida del incremento de la velocidad del viento, la pérdida de $PM_{2.5}$ y PM_{10} sedimentado incrementa de manera directamente proporcional.

Soares et al. (2019) tuvo como objetivo principal de su investigación el evaluar la influencia que ejercen las condiciones meteorológicas en la concentración de material particulado fino $PM_{2.5}$ en Brasil Belo Horizonte, la investigación fue de tipo aplicada correlacional de enfoque longitudinal, la muestra consistió en 86 datos de $PM_{2.5}$ del año 2007 y 2008 iniciando en invierno y culminando en otoño, y los datos meteorológicos de la Estación 83587 perteneciente al Instituto Nacional de Meteorología los cuales fueron 186, la investigación tuvo como resultados que la correlación entre los parámetros precipitación, humedad relativa y el $PM_{2.5}$ fueron significativos con un valor de p menos a 0.000 y un valor de correlación de -0.386 y -0,563; y una correlación no significativa con un valor p mayor al 0.1 y 0.05 entre la velocidad, dirección de viento y $PM_{2.5}$, por lo tanto el trabajo concluyo que existe influencia entre las condiciones meteorológicas y la concentración de $PM_{2.5}$ solo en los parámetros de Humedad relativa y temperatura en Belo Horizonte.

Lv et al. (2019) tuvo como principal objetivo la evaluación del PM_{10} y $PM_{2.5}$ durante el verano e invierno en Pekín, Sunning e Islamabad. La investigación es de tipo aplicada de enfoque correlacional longitudinal. Las muestras que se recogieron pertenecieron a 3 ciudades 2 pertenecientes de China (Beijín y Sunning) y 1 perteneciente a Pakistán (Islamabad) iniciando en verano del 2016 y culminando en invierno del 2017. Las muestras fueron recogidas con filtros de papel de cuarzo tanto para PM_{10} como $PM_{2.5}$ variando entre 30 y 35 muestras por temporada ya sea verano o invierno en cada ciudad. Como resultados la investigación obtuvo que las concentraciones medias de PM_{10} en el verano y el invierno son $60,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $107,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en Beijing, $70,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $97,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en Islamabad, $109,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $163,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en Sunning, y las de $PM_{2.5}$ en el verano y el invierno son $46,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $85,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en Beijing, $44,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $70,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en Islamabad, $67,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $115,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en Sunning, respectivamente. Concluyendo que tanto las concentraciones de PM_{10} y $PM_{2.5}$ promedio en invierno son más altas que los de verano en tres ciudades, debido a las emisiones de contaminantes atmosféricos por la calefacción en invierno en el norte China.

Rahman et al. (2019) su investigación tuvo como objetivo analizar la correlación del material particulado con las variables meteorológicas en los distritos de Haizhu y Panyu de China. El trabajo tiene un enfoque cuantitativo de tipo no experimental-correlacional, se consideró como la población la concentración de material particulado en el año 2017 y una muestra diaria en los lugares Haizhu y Panyu, para la investigación los contaminantes no biológicos (PM_{10} y $PM_{2.5}$) se obtuvieron mediante la red de calidad de aire de China (estación meteorológica de Guangzhou Luhu) y para los datos meteorológicos se obtuvieron del departamento de meteorología. Para obtención de los datos se recolectaron de manera continua, y se promediaron diariamente. Los datos se analizaron con correlación de Pearson y Spearman, esta investigación tuvo como resultados que en ambos distritos excedieron el límite establecido por la OMS, la concentración promedio en el Distrito de Haizhu era ligeramente menor que en el distrito de Panyu, asimismo el distrito de Haizhu registró niveles de concentración de PM_{10} en todo el año, los valores máximos de $PM_{2.5}$ y PM_{10} en Panyu fue de $74.95 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $106.81 \mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente y en Haizhu fueron $102,57 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $156.13 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en los meses de enero, abril y septiembre se registraron alta concentración de

PM_{2.5} y PM₁₀ en Haizhu y en los meses enero, marzo-abril, Septiembre y noviembre-diciembre en Panyu. Este trabajo concluyo que los parámetros meteorológicos temperatura y velocidad del viento tuvieron una correlación positiva con referente a la mayoría de contaminantes y tipos de polen, por otro lado la precipitación y la humedad relativa tuvieron una correlación negativa, finalmente se puede observar que en la investigación los parámetros meteorológicos exhibieron un correlación significativa (prueba rho de Pearson y Spearman) con concentraciones de polen y la asimismo la concentraciones de material particulado.

Zoran et al.(2019) En su investigación tuvo como objetivo determinar la influencia de las variables meteorológicas en el material particulado en tiempos de COVID-19 en la región metropolitana de Milán, El trabajo tiene un enfoque cuantitativo de tipo no experimental-correlacional, en la investigación tuvo como población la concentración del material particulado en Milán 2020 y como muestra la concentración de material particulado en 1 enero a 30 Abril del 2020, para esta investigación los datos de los contaminantes atmosféricos (PM_{2.5} y PM₁₀) promedios diarios se recolectaron de la estación de Milán (Pascal Cita) y para los datos meteorológicos (Temperatura, Humedad relativa y velocidad de viento) se obtuvieron de la página Weather Undersuelo. La investigación los datos se analizaron con el software ORIGIN 10 y los datos se analizaron con la correlación de Pearson y se obtuvo como resultados que la concentración media diaria de PM_{2.5} en enero-febrero y marzo-abril del 2020 fueron $112,75 \pm 38,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $61,89 \pm 18,03 \mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente, en para la concentración media diaria de PM₁₀ en enero-febrero y marzo-abril del 2020 fue de $46,78 \pm 17,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $24,78 \pm 11,25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente. La correlación de la concentración de PM_{2.5} y temperatura, humedad relativa y velocidad del viento tuvo como resultado de -0.54, 0.59 y -0.32, respectivamente y para la correlación de PM₁₀ y temperatura, humedad relativa y velocidad del viento tuvo como resultado de -0.57, 0.64 y -0.50 respectivamente. Este trabajo concluyo que las variables meteorológicas como la temperatura y velocidad del viento con la concentración PM_{2.5} y PM₁₀ tienen una correlación negativa moderada y la humedad relativa y la concentración de material particulado tiene una correlación positiva moderada.

Lei et al.(2019) tuvieron como objetivo principal el investigar y recolectar las Características ópticas y distribución de la fuente de carbono marrón en invierno de PM_{2.5} sobre Yulin en el norte de China, durante los años 2018-2019, , tuvo un enfoque cuantitativo experimental pura de tipo aplicativo, para lo cual se emplearon muestreos en una estación meteorológica en el techo del edificio de 12 m de altura ubicada en una zona comercial sitio urbano mixto de tráfico lateral en Yulin, encontrando que El coeficiente de absorción (b abs) para los extractos de metanol medidos a 365 nm promedió es $27.5 \pm 12.0 \text{ Mm}^{-1}$, La absorción de luz por extractos de metanol exhibió una fuerte dependencia de la longitud de onda, con un absorción promedio en Ångström exponente de 5.2 en el rango de 330–400 nm, que La sección transversal de absorción de masa (para los extractos de metanol fueron $1.4 \pm 0.4 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ normalizando los abdominales medidos a 365 nm en masa de carbono orgánico. los resultados mostraron que la combustión de carbón residencial representó el 37,4% del metanol y El carbono relativo al carbono elemental fue del 36,9% a 300-400 nm.

Dong et al.(2019), tuvo como principal objetivo la investigación de la contaminación de PM_{2.5}, la estacionalidad además de las respuestas de aerosoles inorgánicos a los cambios de emisión sobre el delta del río Yangtz durante los 2012-2014 en China, la investigación fue de enfoque cuantitativo experimental de tipo aplicativo, para lo cual se utilizó un sistema de modelado MM5/CMAQ integrado operado por la US EP para la simulación de un año completo para examinando así la concentración de PM_{2.5} y la estacionalidad, incluyendo las respuestas de aerosoles inorgánicos a los cambios de emisión precursora, considerándose 3 indicadores: contaminación por PM_{2.5}, la estacionalidad y la respuesta de aerosoles. Tuvo como resultado para el PM_{2.5} Se descubrió que la variación sobre YRD tiene una fuerte variación estacional con valores más altos en los meses de invierno (hasta $89.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en enero) y valores más bajos en los meses de verano (hasta $28.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en julio), para los aerosoles inorgánicos tienen una contribución sustancial a PM_{2.5} sobre YRD, que van desde 37.1% en noviembre hasta 52.8% en mayo, así como también que a través de la hidrólisis heterogénea de N₂O₅ se encontró que contribuye significativamente a alto NO₃- concentración durante todo el año. En invierno, NO₃- se encontró que aumenta

bajo los óxidos de nitrógeno (NO_x) reducción de emisiones debido a una mayor producción de N_2O_5 a partir del ozono excesivo (O_3), demostrado que en áreas urbanas sobre YRD, NO_3 - la formación fue en realidad más sensible a VOC que NO_x debido a la química nocturna involucrada en O_3 de N_2O_5 , mientras que una reducción de la emisión de NO_x puede tener un efecto contraintuitivo al aumentar las concentraciones de aerosoles inorgánicos.

Perrone et al.(2019) cuyo objetivo principal es la Evaluación del ciclo semanal de las concentraciones y fuentes de masa de PM e impactos en Temperatura y velocidad del viento, 2018-2019 en Italia, tuvo un enfoque cuantitativo experimental puro, se analizó seis fuentes de aerosol para detectar el impacto del ciclo semanal de las partículas (PM) y las fuentes de PM en La temperatura cercana a la superficie y la velocidad del viento, El análisis de las seis fuentes de aerosol identificadas indica que en SS, el polvo antropogénico mezclado y el polvo impactan en el ciclo semanal de forma negativa, el PM_{10} y que la fuente antropogénica mixta, también impacta el ciclo semanal, el $\text{PM}_{2.5}$ así como Las fuentes mixtas antropogénicas y el polvo del suelo probablemente afectan en AW el ciclo semanal positivo de la concentración de masa PM_{10} , los resultados revelan que los valores WS y T se caracterizan por un ciclo semanal negativo en AW . Por el contrario, en SS, el valor de WS-APD disminuye el domingo y los valores de T-APD aumentan en La segunda mitad de la semana. Siendo probable que estos últimos resultados den evidencia del impacto negativo de PM en un futuro cercano.

Shakya et al.(2017), tuvo como objetivo de su estudio la investigación de la estacionalidad del aire y las características de contaminación en una residencia cerca de carreteras transitadas para Analizar la influencia de las fuentes de emisión relacionadas con el tráfico y el polvo. La investigación poseyó un enfoque cuantitativo de diseño experimental correlacional, con una población del valle Katmandú y una muestra de 3 puntos como referencia, se recogieron partículas y muestras de BC en un centro urbano ubicada aproximadamente a 15m sobre una carretera principal en Pulchowk, Lalitpur. Lalitpur es uno de los tres distritos del valle de Katmandú, para la obtención de las muestras se usaron un nefelómetro (pDR-1500, Thermo Fisher Scientific, Massachusetts, EE. UU.) Y un microaeth-

elometer (AE51 Aeth Labs, California, EE. UU.) Se utilizaron para controlar las partículas materia y BC, respectivamente, las mediciones semi-continuas de PM y BC fueron recogido en un intervalo de 5 minutos y los filtros traseros pDR-1500 fueron intercambiados y archivados para su posterior análisis químico cada 24 h, y la tira del filtro microaeth-elometer se cambió cada 12 -36 h dependiendo. Se obtuvo como resultado que el PM_{2.5} frecuentemente excedió 40 µg/m³ para promedios de 5 minutos en el invierno de 2014 para ambos exterior (90% del total de mediciones) e interior (79% del total mediciones), los 5 minutos a PM_{2.5} niveles excedieron 40 µg/m³ solamente 9% del tiempo durante el monzón. Esta investigación concluyó con las mediciones de fracciones de tamaño PM en un residencial urbano ubicación en Pulchowk indicó concentraciones elevadas durante el invierno en comparación con la temporada del monzón, los resultados indican que el papel de la meteorología en el alivio de la contaminación por PM_{2.5} en Katmandú Valle, la lluvia frecuente ayuda a reducir las concentraciones generales de PM_{2.5} en la temporada del monzón y un aumento de la altura de la capa mixta durante el monzón en comparación con el invierno ayudó a reducir el nivel del suelo PM_{2.5} concentraciones durante la noche en monzón.

Salameh et al. (2018) en su estudio tuvo como objetivo la identificación de las fuentes de PM_{2.5} y sus contribuciones a los niveles de concentración de PM en un ambiente período anual (2011-2012) en Marcella-Francia. Como muestra el estudio tomo a 5 ciudades para la comparación de concentraciones de MP, realizando recolecciones diarias de PM_{2.5} durante un período de un año en un sitio de fondo urbano, y se analizaron exhaustivamente para la determinación de orgánicos carbono (OC), carbono elemental (EC), iones principales, oligoelementos / metales y marcadores orgánicos específicos. Se aplicó el análisis de factorización de matriz positiva filtrada (PMF) utilizando el solucionador ME-2 (multilineal engine-2) para este conjunto de datos los resultados de PMF resaltaron la presencia de dos huellas digitales distintas para la quema de biomasa. Los resultados mostraron un porcentaje relativamente alto de NH₄⁺, K⁺, NO₃⁻, Cl⁻, OC y EC también se observó (28%, 25%, 24%, 22%, 17% y 8%, de sus concentraciones respectivamente, como promedio anual, los principales contribuyentes a la masa de PM_{2.5} fueron rico (30%; 6µg/m³) y la suma

de los factores de combustión de biomasa (23%; 4,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) Fueron seguidos por FF1 (19%; 3.6 $\mu\text{g m}^{-3}$), FF2 (18%; 3,5 $\mu\text{g m}^{-3}$), polvo de carretera (7%; 1,4 $\mu\text{g m}^{-3}$) y sal marina / polvo envejecido rico (3%; 0.6 $\mu\text{g m}^{-3}$).En conclusión los ricos en AS mostraron una absorción relativamente homogénea, las contribuciones de laúd durante todo el año con altas contribuciones durante las estaciones cálidas (35–54%).

Vásquez (2018) tuvo como objetivo en su investigación para obtener el título profesional de ingeniero ambiental, la determinación de la interacción existente entre las variables climatológicas frente a la concentración de PM_{10} el centro poblado de Champamarca Pasco-Perú. Los datos fueron recolectados por la OEFA iniciando en febrero del 2017 y culminando en agosto del 2018, el trabajo fue de enfoque cuantitativo no experimental tipo descriptivo correlativo. Como resultados se obtuvo que los datos no poseían una distribución normal por lo cual se utilizó la prueba no paramétrica Anderson – Darling y Spearman Rho lo con lo cual estudio concluyo que las dos variables poseen una correlación negativa lo cual indico que la correlación entre las variables meteorológicas y el material particulado respirable es inversa.

Tejada (2018) tuvo como objetivo en su trabajo de investigación para obtener el título profesional de ingeniero ambiental, la determinación de la afectación del material particulado respirable fino en la salud de la población del barrio Huayco Tarapoto-Perú, los muestreos se llevaron a cabo en 2 puntos con una duración de 7 días iniciando un lunes y culminando en domingo, el trabajo el trabajo fue de enfoque cuantitativo no experimental descriptivo. La investigación obtuvo como resultados que el punto de monitoreo 1 el 71.43% de muestras cumplen con la norma, en el punto de monitoreo 2 el 85.71% de las muestras no cumplen con la norma. Con lo cual el trabajo concluyo que el estado de calidad de aires es malo evidenciando que existe afección a salud poblacional por exposición a material particulado respirable fino en el barrio de Huayco en Tarapoto.

Rongrong et al. (2015), el objetivo principal de este trabajo fue el investigar el nivel de PM en la altura para exposición a humanos; para estudiar el anual y estacional variación de las concentraciones de masa de especies inorgánicas y orgánicas. El trabajo conto con una población de toda la universidad de China de

Geociencias y con 2 puntos de muestreos. Este estudio tiene un enfoque cuantitativo de diseño experimental de tipo correlacional, para este estudio se necesitaron dos muestreadores secuenciales de alto volumen (HVS, flujo nominal 500L/min À1, Digitel DHA-80, Hegnau, Suiza), muestra A y la muestra B, se instaló en el campus de la Universidad de China de Geo-ciencias (Beijing) (CUGB). Se obtuvieron como resultados Variación anual de las concentraciones de PM₄ en masa de 18 a 321 1 ug m⁻³ con un valor medio anual de 83 ug m⁻³, la variación significativa de las concentraciones mensuales de PM₄ en masa fue observado, la masa de PM₄ disminuyó continuamente desde junio de 2010 hasta Septiembre de 2010, luego aumentó desde octubre de 2010 hasta noviembre 2010, y disminuyó nuevamente después de diciembre de 2010, alcanzó el nivel más bajo valor promedio mensual (44 ug m⁻³) en enero de 2011, y el más alto valor promedio mensual de 117 ug m⁻³ en abril de 2011, concluyo los parámetros meteorológicos (temperatura, velocidad del viento, dirección del viento, precipitación y mezcla altura de la capa) influyen en tal variación, en general, alta humedad relativa y baja altura de la capa de mezcla puede aumentar la concentración de masa de PM, mientras que la alta velocidad del viento y la precipitación pueden reducir los contaminantes, además la dirección del viento también juega un papel clave en la influencia de la MP porque las diferentes direcciones del viento pueden traer diferentes contaminantes a Beijing desde diferentes regiones.

Sharratt y Pi (2018). En su investigación tuvo como objetivo principal la comparación de campo y laboratorio de instrumentos PM₁₀ en vientos fuertes en la meseta de Columbia al noroeste de EE.UU. Este estudio tiene un enfoque cuantitativo de tipo experimental de nivel explicativo, con una población son los instrumentos para medir el PM₁₀ y una muestra de 5 equipos (BSNE, DustTrak, E-sampler, High-Volume y TEOM). Este estudio comparó las concentraciones de PM₁₀ medidas por cinco instrumentos sobre la superficie del suelo erosionada en campos agrícolas y dentro de un túnel de viento, de los cinco instrumentos utilizados en este estudio, solo el de alto volumen la muestra y el monitor TEOM están aprobados por la USEPA. Esta investigación tuvo como resultado que los equipos que tuvieron mayor índice de concentración fueron el Monitor TEOM (660, 200 y 90) y el Muestreador de alto volumen (297, 219 y 114). La investigación

concluyó se encontraron diferencias significativas entre los instrumentos de medición concentraciones crecientes de PM₁₀ en el campo o túnel de viento los instrumentos para medir la concentración de PM₁₀, incluso bajo condiciones ambientales controladas, sugiere que hay riesgos asociados con el uso de múltiples tipos de instrumentos para medir conjuntamente el contenido de PM₁₀ concentración en el campo o laboratorio.

Patiño et al. (2018) en su investigación tuvo como objetivo determinar la composición de material particulado en las emisiones que se realizan por las empresas en España. Este estudio tiene un enfoque cuantitativo de diseño experimental de enfoque descriptivo, con una población correspondiente a toda la planta de que labora una caldera a base pellets con una muestra de 3 puntos (zona: llama, fuera de la caldera y fuera de la chimenea). El MP se recogió con una sonda termoforética (TPS) acoplada a un neumático de doble acción y después de la recolección de MP, las cuadrículas se sometieron a análisis TEM y SEM-EDS para obtener Entre 20 y 25 capturas de la apariencia morfológica, estructura y producto químico de la composición de las diferentes partículas. En esta investigación tuvo como resultado carbono 49.43%, Oxígeno 43.75%, Hidrogeno 6.69% y Nitrógeno con 0.13%. Esta investigación concluyo que la principal composición del material particulado es el carbono total y el oxígeno del cual se derivan en CaO, SiO₂, MgO que son los más significativos.

Li et al. (2018), tuvo como objetivo la determinación de los componentes del PM₁₀ del sur de España durante el periodo 2005 – 2014. La investigación tuvo un enfoque cuantitativo de tipo experimental descriptivo. Para este estudio se usó un captor de alto volumen equipado con entradas PM₁₀ se obtuvieron 930 muestras durante el periodos 2005 – 2014, tuvo como resultado a una tendencia decreciente interanual de PM₁₀ se caracteriza por la siguientes tres etapas: 1) los niveles iniciales de PM₁₀ se acercaron o excedió el estándar anual de calidad del aire de la UE PM₁₀ de 40 µg/m³ durante 2005 – 2007 at LL y 2005 - 2009 PMY; 2) luego PM₁₀ rápidamente disminuyó en un 25% 30 µg/m³ durante 2008 – 2011 at LL y durante 2010 - 2011 en PMY; y 3) finalmente, de 2012 a 2014. Esta investigación concluyo que las concentraciones diarias de PM₁₀ estaban en el rango de 9 - 126 µg/m³ en LL y 8 - 119 µg/m³ en PMY durante los últimos diez años, la media anual

de PM_{10} varió de 26 a 42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en LL y de 24 a 42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en PMY. La investigación concluyó que la tendencia de disminución del PM_{10} e dos sitios fueron tendieron a disminuir además fueron estadísticamente significativos según la prueba de Mann-Kendall, la mediana de PM_{10} disminuyó en 1.6 (LL) y 2.2 (PMY) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ / año, como se esperaba más alto que el observado en cinco Sitios rurales europeos.

Piras et al.(2018) unos de sus objetivos en su investigación fue analizar la correlación de la concentración y días de precipitación con la concentración de contaminación por PM_{10} emitidos por los vehículos durante los años 2006 -2017 en Roma – Italia, tuvo un enfoque cuantitativo no experimental de tipo correlacional culla población inició en enero del 2016 y culminó en diciembre 2017 y una muestra de los datos obtenidos durante este periodo se midió la concentración de PM_{10} , los datos se obtuvieron mediante la red de sensores en línea de Roma y para la precipitación se tomaron de la estación de Roma Macao y se consideraron 2 indicadores: cantidad de precipitación (mm) y días de precipitación. Tuvo como resultado el coeficiente de correlación de la concentración de MP_{10} con la cantidad de precipitación (mm) fue de -0.27 y con los días de precipitación por mes fue de -0.34. Este trabajo concluyó que a mayor incidencia y cantidad de precipitación la concentración de material particulado es menor y la cantidad de días con precipitación son mejor predictor de la contaminación que la cantidad de precipitación.

Bencharif et al. (2019) en su investigación tuvo como objetivo proporcionar la concentración de masa de PM_{10} y su caracterización química con referencia a la variación estacional en Constantine -Argelia. El trabajo es de enfoque cuantitativo no experimental de tipo correlacional, tuvo como población la concentración del material particulado de los años 2015 y 2016, y como muestra fueron en total 66 datos obtenidos de la concentración de MP en zona urbana de Zouaghi, el muestreo de PM_{10} se realizó durante un período de un año entre 15 de enero de 2015 al 03 de febrero de 2016 con total de 66 muestras fueron recolectado durante el período de estudio utilizando una Muestreador de alto volumen (Tisch Ambiental, modelo TE-6070), los datos meteorológicos se obtuvieron en lapsos de 1 hora y fueron lluvia, temperatura, presión, la humedad,

la dirección y velocidad del viento, los cuales se extrajeron del archivo de la estación meteorológica de Ain-El-Bey en Constantine, que se encuentra a 1,5 km al sur del sitio de muestreo. Las muestras fueron digeridas de acuerdo con el protocolo descrito por Kemmouche y col. (2017). Para la investigación de la variación estacional, se dividió el año en cuatro estaciones: primavera (marzo a mayo), verano (junio a agosto), otoño (septiembre a noviembre) e invierno (diciembre a febrero). La investigación tuvo como resultado las concentraciones promedio estacionales de PM₁₀ fueron 44.57 µg / m³ y 64.83 µg / m³ en verano y primavera respectivamente, además, los niveles promedio de PM₁₀ fueron 48.64 µg / m³ y 59.83 µg / m³ en invierno y otoño respectivamente. No hubo variación significativa en las concentraciones de PM₁₀ entre el invierno y el verano y entre primavera y otoño por el otro lado, el procesamiento de los datos de los componentes se realizó utilizando Software estadístico SPSS 20.0, con referencia de un P valúe de 0,5. Esta investigación concluyo que el nivel promedio de PM₁₀ de en un área urbana en la ciudad de Constantino entre el 15 de enero de 2015 y el 03 de febrero 2016 fue de 55.7 µg / m³. Valor comparable a los niveles de PM₁₀ observados en diferentes sitios en el Regiones mediterráneas y aquellas del norte de África. Aunque este nivel puede ser considerado como relativamente alto en comparación con la OMS o el europeo estándares de calidad del aire, para el límite anual argelino se mantiene por debajo de 80 µg / m³.

Pan et al. (2018) su investigación tuvo como objetivo principal de analizar e interpretar el concentraciones de PM₁₀ y PM_{2.5} en el metro de Beijing-China. El trabajo tiene un enfoque cuantitativo de tipo no experimental-correlacional, se consideró la estación como la población y una muestra de 3 puntos en la estación del metro (fuera del tren, salón y plataforma), en la investigación se utilizó un monitor de aerosol Dusttrak II (Modelo 8532, TSI, EE. UU.), para determinar la concentración de MP10, MP2.5, temperatura y humedad, las pruebas se midieron durante aproximadamente 2 semanas continuas y se tomaron en horas pico y no pico, en la estación se recogieron en 3 puntos de medición en la plataforma y dos en la sala del metro, para la comparación se promediaron los valores y se procesaron mediante el paquete estadístico software de ciencia (SPSS), modelo lineal general (GLM) y enfoques de correlación, tuvo como resultado los valores

promedio más bajos en PM_{10} ($MP_{2.5}$) fueron 96 ug/m^3 (48 ug/m^3) y 118 ug/m^3 (56 ug/m^3) respectivamente en el hall y la plataforma, por otro lado, la mayor concentración de MP se registró el 19 de octubre, cuando la contaminación del medio ambiente exterior era en el nivel grave ($MP_{2.5}$ fue de 371 ug/m^3) en Beijing, la concentraciones de $PM_{2.5}$ y PM_{10} en sala en la hora pico fue de 349 ug/m^3 y 641 ug/m^3 , mientras en la plataforma fue de 250 ug/m^3 (PM_{10}) y 425 ug/m^3 ($PM_{2.5}$), la concentraciones de PM_{10} y $PM_{2.5}$ fueron mayores durante el período pico que en el período no pico, en las fechas de 11, 15, 18,19 de octubre de 2016, la concentración de MP al interior eran más bajos que en el ambiente al aire libre, la investigación concluyo que la relación promedio de $PM_{2.5}$ a PM_{10} fuera del metro fue del 79,6%, ligeramente superior a la de las ubicaciones dentro del metro incluido el tren al 68,7%, Las áreas de trabajo tenían la proporción más baja de $PM_{2.5}$ a PM_{10} en 47,6% y la relación con la plataforma y el hall para las áreas públicas fueron 68.6% y 61.2%.

Goicochea (2018), en su investigación para obtener el título profesional de Ingeniería Ambiental tuvo como objetivo la evaluación de la influencia de la temperatura, humedad, velocidad y dirección del viento sobre la dispersión los elementos presentes en las partículas totales sedimentales de la zona industrial del Zarate-Lima-Perú. La investigación se desarrolló el 2018, para la colecta de datos se utilizaron fichas de recaudación de datos donde se colocó los datos obtenidos de 4 estaciones que circundaban la zona de estudio además de una estación fuera de los límites de la zona la cual cumplió la función de blanco durante el periodo un 50 días en lapsos de cada 5 días. El trabajo de investigación fue de enfoque cuantitativo de tipo correlacional y de diseño no experimental longitudinal. Carmen obtuvo como resultados de PTS máximos fueron de 0.194mg obteniendo esto un máximo para plomo de 551.47 mg/kg, para cobre de 505.57mg/kg y zinc con 3779.41mg/kg. La investigación pudo concluir que efectivamente las variables meteorológicas tienen influencia en la dispersión de los elementos presentes en las partículas totales sedimentales captadas en las placas siendo así que la temperatura, la velocidad del viento tiene una influencia directamente proporcional a diferencia que la humedad relativa la cual fue inversamente proporcional.

Krzyzanowski Michal (1999), menciona que el material particulado es aquella combinación compleja de sustancias orgánicas e inorgánicas las cuales son descritas según su tamaño con el fin de determinar la exposición de estas al ser humano y el efecto en su salud, siendo las mediciones internacionales más recurrentes aquellas que posean una medida inferior a 10 microgramos tales como 2.5 y 1.8.

El PM₁₀ se compone de todas aquellas partículas que posean un diámetro aerodinámico igual o inferior a 10 microgramos, este tipo de partículas poseen la capacidad de ingresar con suma facilidad al sistema respiratorio humano, en el cual pueden ingresar partículas de hasta 30 micras de diámetro por lo cual este dato es usado como base para su monitoreo con muestreadores de alto volumen (Krzyzanowski Michal, 1999).

Las partículas de diámetro de 2.5 microgramos a menos son de alto riesgo para la población sensible (niños y adultos). Estas partículas están compuestas mayormente de: amonio, plomo, cadmio, sulfatos, nitratos, carbón orgánico, carbón negro, carbón elemental, entre otros. Estas partículas también se denominan como partículas finas (Krzyzanowski Michal, 1999).

Para la medición del material particulado cualquier fuese su dimensión se emplean equipos que constan de una bomba de succión con un flujo constante que permite atraer el material particulado hacia los filtros que se encuentran ubicados dentro de los equipos de muestreo (Arciniegas Cesar, 2012). Para la medición de concentración de PM presente en el aire se usan los muestreadores de alto y bajo volumen. Los equipos utilizados succionan el aire del ambiente durante 24 horas, el tiempo lo establece el MINAM en su decreto supremo 003-2017 Estándares de calidad ambiental (ECA) para las partículas de 10 y 2.5 μm .

Los muestreadores de alto volumen o también llamados equipos HI-VOL por sus siglas en inglés, se caracterizan por la succión de 1.02 a 1.24 m³ /min, están diseñados para arrastrar aire del ambiente a un flujo determinado hacia un filtro, el aire entra por la parte superior o cabezal posteriormente pasa a la zona de fraccionamiento los cuales permiten que las partículas que sean mayores a 10 μm no lleguen pasar, en la siguiente fase las partículas serán retenidas por un filtro.

Los filtros se pesan antes de ser usados y después para poder calcular la cantidad de masa retenida en el tiempo de muestreo. El método de alto volumen es aplicable para muestreos de partículas respirables (PM₁₀), con ayuda de los impactadores retienen las partículas por encima de 10µm (Campos Alfredo, 2015).

Los equipos de bajo volumen son llamados LOW-VOL porque tienen un rango de succión 1-25 L/m³, también vienen equipados con panel solar y batería para el consumo eficiente de energía y disminución de los costos, así mismo son más ligeros que los HI-VOL porque lo que facilita su transporte. Los filtros usados se pesan antes y después del muestreo para obtener el peso ganado (Aristizábal Beatriz, 2018).

Senamhi (2013), define una estación automática como aquella que cumple la función de observar, almacenar y transmitir información ya sea meteorológica, hidrológica o agrometeorológica, haciendo uso de energía, sensores e interfaces para el procesamiento y la transmisión inmediata de los datos. Siendo así una estación meteorológica automática (EMA) aquellos cuyos instrumentos recaudan información de las variables meteorológicas y la transmiten por medio de un software interno que es programado durante la instalación de la EMA.

La temperatura del aire se monitorea en una estación meteorológica, se expresa en grados Celsius siendo su símbolo °C, su medición se realiza con el Termohigrómetro a una altura de 1.6m sobre el nivel de suelo (Senamhi, 2013).

La Humedad relativa (HR) se mide en una estación meteorológica automática, en conjunto con la temperatura del aire, haciendo uso del Termohigrómetro y que deben ser monitoreadas desde dentro del abrigo o caseta meteorológica (Senamhi, 2013).

La dirección de donde sopla el viento se mide de forma horaria iniciando el desde el norte geográfico, la veleta debe estar ubicada en un lugar expuesto al viento y alejado de sotavento de cualquier objeto a no menos de 10 metros de altura, de igual manera el anemómetro (equipo de medición de velocidad del viento) (Senamhi, 2013).

En el decreto supremo N° 003-2017-el Ministerio del ambiente (MINAM) establece los ECAS, donde establece la máxima concentración para los compuestos como

sustancias, elementos físico biogeoquímicos presentes los elementos. En todos los sectores es obligatorio cumplir con los estándares antes mencionados (ver tabla 1).

Tabla 1. Estándar de Calidad Ambiental para Aire

Parámetros	Periodo	Valor	Criterios de evaluación	Método da análisis
Benceno (C6H6)	Anual	2	Media aritmética anual	Cromatografía de gases
Dióxido de Azufre (SO2)	24 horas	250	NE más de 7 veces al año	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)
Dióxido de Nitrógeno (NO2)	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 (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 fría (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 (O3)	8 horas	100	Máxima media diaria	Fotometría de absorción ultravioleta (Método automático)
			NE más de 24 veces al año	
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	
		150	Media aritmética	

Sulfuro de Hidrógeno (H2S)	24 horas		Fluorescencia ultravioleta(Método automático)
----------------------------	----------	--	---

Fuente: MINAM

MINAM (2016) establece los índices de calidad ambiental, los cuales están en un rango del 0 al 100 y el umbral estando divididos en 4 bandas (tabla 2 y 3).

Tabla 2. Valores del Índice de Calidad del Aire

CALIFICACIÓN	VALORES DE INCA	COLORES
BUENA	0-50	Verde
MODERADA	51-100	Amarrillo
MALA	101-VUEC°	Anaranjado
VUEC°	>VUEC°	Rojo

*VUEC° Valor del umbral del estado de cuidado

Fuente: MINAM

La determinación del INCA se basa en una fórmula matemática que parte de la concentración de cada contaminante:

➤ $I(PM_{10}) = [PM_{10}] * 100 / 150$

➤ $I(PM_{2.5}) = [PM_{2.5}] * 100 / 25$

El Valor umbral de estado cuidado (VUEC), está establecido en el D.S. 003-2017 MINAM lo cual se toma como referencia (tabla 2 y 3).

Tabla 3. *Tabla de interpretación del Índice de Calidad del Aire*

CALIFICACIÓN	VALORES DE INCA	COLORES
BUENA	La calidad del aire es satisfactoria y no representa un riesgo para la salud.	La calidad del aire es aceptable y cumple con el ECA del aire libre.
MODERADA	La población sensible (niños, tercera edad, madres gestantes, personas con enfermedades respiratorias crónicas y cardiovasculares) podría experimentar algunos problemas de salud.	La calidad del aire es aceptable y cumple con el ECA del aire libre con ciertas restricciones para la población sensible.
MALA	La población sensible podría experimentar problemas de salud. La población en general podría sentirse afectada.	Mantenerse atento a los informes de calidad del aire. Evitar realizar ejercicio y actividades al aire libre.
VUEC°	La concentración del contaminante puede causar efectos en la salud de cualquiera persona y efectos serios en la población sensible, tales como niños, ancianos, madres gestantes, personas con enfermedades pulmonares obstructivas crónicas y cardiovasculares.	Reportar a la autoridad de salud para que declare los niveles de estados de alerta de acuerdo al Decreto Supremo N° 009-2003-SA y su modificatoria Decreto Supremo 012-2005-SA.

Fuente: MINAM

En el año 2005 la OMS emitió la guía de calidad ambiental la cual ha sido constantemente actualizada, con el fin de proponer a las naciones un estándar de calidad ambiental para diversos parámetros.

En la presente investigación se tomará los valores establecidos para los parámetros de PM₁₀ y PM_{2.5} (ver figura1).

Guías	
MP _{2.5} :	10 µg/m ³ , media anual
	25 µg/m ³ , media de 24 horas
MP ₁₀ :	20 µg/m ³ , media anual
	50 µg/m ³ , media de 24 horas

Figura 1. Guías de calidad de aire para PM₁₀ y PM_{2.5}

Fuente: Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre.

Para el presente trabajo se usará como estándares los establecidos por la GCA de la OMS y se usarán intervalos similares a los establecidos tanto por el MINAM como por la OMS. (Ver tabla 4)

Tabla 4. Tabla de intervalos a usar para interpretación del Índice de Calidad del Aire.

24 h	Indicador de estado de calidad de aire PM ₁₀	Estado bueno	0 – 25
		Estado moderado	26 -50
		Estado malo	51 – 150
		Estado umbral de cuidado	151<
	Indicador de estado de calidad de aire PM _{2.5}	Estado bueno	0 – 12.5
		Estado moderado	12.6 - 25
		Estado malo	26 - 75

		Estado umbral de cuidado	76<
Anual	Indicador de estado de calidad de aire PM ₁₀	Estado bueno	0 – 10
		Estado moderado	Nov-20
		Estado malo	21 – 70
		Estado umbral de cuidado	71<
	Indicador de estado de calidad de aire PM _{2.5}	Estado bueno	00 – 05
		Estado moderado	06-Oct
		Estado malo	Nov-35
		Estado umbral de cuidado	36<

Fuente: Elaboración propia.

Según Carmen Batanero en el 2001, menciona que la estadística se basa en la metodología a partir del análisis de los datos empíricos dentro de un contexto, la estadística es considerada una disciplina independiente, también denominada la ciencia de los datos y es una ciencia formal deductiva que busca medir la aleatoriedad, variabilidad, dependencias y correlación de los datos (Batanero Carmen, 2001).

El coeficiente de correlación de Pearson es una medida de dependencia que nos va permitir calcular el grado de covariación de dos variantes cuantitativas, sólo se aplica cuando las variables se encuentran relacionados de forma lineal, de la misma manera las variables deben de ser continuas (Dagnino Jorge, 2014), el método de Pearson es una prueba paramétrica por lo tanto se usa cuando los datos responden a una normalidad de los datos, esta prueba nos ayudará a poder determinar la correlación entre dos variables cuantitativas continuas, como por ejemplo se puede medir la relación de la concentración del material particulado y sus emisiones de los vehículos.

La prueba de Shapiro - Wilk es una prueba que tiene como fin el comprobar que los datos tengan una distribución normal, se aplica cuando las muestras son igual o menor de 50 datos (Saldaña, 2016).

El análisis de spearman es un tipo de análisis no paramétricos para muestras con distribución no normal, este tipo de análisis de correlación busca medir la

asociación de una variable con referente a otra para poder determinar si puede servir como predictor. También este coeficiente de correlación puede analizar variables múltiples, parcial y también para variables nominales y ordinales. (Barrera, 2014).

III. METODOLOGÍA

3.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Según la institución Duoc UC (2018) menciona que la investigación aplicada se encuentra orientada a la resolución de problemas en un contexto determinado con el objetivo de poder suplir las necesidades sociales, toda investigación que se encuentre orientada a la aplicación de conocimientos y teorías para poder satisfacer la resolución de los problemas o necesidades concretas o el enriquecimiento cultural y científico serán consideradas investigaciones aplicadas. Por ello la presente investigación se encuentra en el tipo de investigación aplicada porque aplica el conocimiento y teorías para determinar la concentración de material particulado en Carabayllo, con el objetivo de aumentar el conocimiento de la contaminación atmosférica en Carabayllo en el 2019. Según Hernández (2014) el enfoque cuantitativo es aquel que acota de manera intencional la medición de la información de las variables de manera concisa con el fin de establecer de manera objetiva la realidad estudiada. Por lo antes mencionado la presente investigación vendría a ser de enfoque cuantitativo, debido a su búsqueda de medición de la correlación de las variables meteorológicas en el material particulado.

Hernández (2014) menciona que la investigación no experimental es aquella que se desarrolla sin manipulación deliberada de alguna de las variables, definiendo así a los estudios que presentan carencia de la variación provocada de las variables independientes y su respuesta en las dependientes. Por lo cual el presente trabajo viene a hacer no experimental longitudinal, porque no se manipula ninguna de las variables del estudio y se analiza las tendencias de las mismas. Las investigaciones correlacionales tienen como propósito la medición de la intensidad de relación que se presenta entre dos a más variables, buscando así si existe o no correlación, el tipo de correlación y su grado de intensidad

vinculando gran diversidad de fenómenos (Hernández, 2014). Por lo cual el presente trabajo vendría a ser de nivel correlacional ya que busca el medir el grado de la relación existente entre las variables meteorológicas en relación al material particulado.

3.2. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN

V1: Variables meteorológicas.

V2: Material particulado.

En la Tabla 5 se clasifican las variables que se estudiarán en la investigación:

Tabla 5. *Variables de investigación.*

Variables de investigación	Tipo
Variables meteorológicas	1
Material particulado	2

Tabla 6. Matriz de operacionalización de variables.

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad
Variables meteorológicas	La Meteorología es la ciencia encargada de estudiar sus propiedades y los fenómenos que ocurren en la atmosfera, el estudio de la atmosfera se basa en una serie magnitudes o variantes meteorológicas (temperatura, presión atmosférica, etc.). (RODRÍGUEZ, BENITO, PORTELA - 2004)	La variable meteorológica fue medida en base a la temperatura, la humedad relativa, la velocidad y dirección del viento	Temperatura	Media diaria de temperatura	C°
			Humedad relativa	Media diaria de % de humedad	%
			Viento	Media diaria de la Velocidad del viento	m/s
				Media diaria de la Dirección del viento	°
Material particulado	Es una mezcla de sustancias microscópicas sólidas y líquidas que están presentes en el a aire, estas partículas son de diámetro igual o menor a 10 µg. (MINAM, 2016)	La variable material particulado fue medida en base al PM _{2.5} y PM ₁₀	PM _{2.5}	Concentración en 24 horas	µg/m ³
			PM ₁₀		

3.3. POBLACIÓN, MUESTRA, MUESTREO

La población en el presente trabajo son el material particulado respirable y fino presentes en el aire del año 2019 y 2020 del distrito de Carabayllo en Lima-Perú.

Según Hernández (2014) se considera muestra a un subgrupo de datos recolectados perteneciente a la población, los cuales deben ser delimitados con precisión corroborando la representación de la población en la muestra. Por la naturaleza de la investigación las muestras tomadas de la población fueron 31 muestras de PM₁₀ y 36 de PM_{2.5} provenientes de la estación Carabayllo, además de los datos de humedad relativa, temperatura, velocidad y dirección de viento.

El muestreo no probabilístico son aquellas cuando la elección de los elementos de la población no tienen la misma oportunidad de ser parte de la muestra, por lo tanto los muestreos no probabilísticas no dependen de la probabilidad al momento de la elección de los elementos pero dependen del acceso que permiten hacer el muestreo (Scharager, 2001). El muestreo intencional u opinático es un método no probabilístico que el investigador es el que selecciona la muestra y busca que sea representativa, por eso mismo el tamaño de la muestra va depender de acceso a la información y del investigador por ello es considerada subjetiva.(Scharager, 2001) Según lo antes mencionado este trabajo se utilizó el muestreo no probabilístico intencional porque el tamaño de la muestra va depender de la disponibilidad de los días muestreados por SENAMHI en el año 2019 y 2020, los cuales se nos van proporcionar para la presente investigación.

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

El Presente proyecto se llevó a cabo realizando mediciones periódicas de 24 horas cada 3 días, iniciando los muestreos el 3 de abril del año 2019. Se emplearon 2 equipos de medición de material particulado HIVOL y LOWVOL pertenecientes a Senamhi. Para la investigación se empleó la técnica de la observación científica para poder obtener la concentración de material particulado en Carabayllo. La observación científica está dirigida a captar la información significativa de manera

sistemática de hechos, objetos, realidades sociales, etc., en su contexto donde se desarrolla las actividades normalmente (Abril, 2008). La Ficha de recopilación de datos, nos permitió tener un registro de todos los datos que se necesitaron para la investigación. Los datos meteorológicos fueron provistos por la estación meteorológica automática “Carabaylo” perteneciente a SENAMHI los cuales corresponden a las fechas de muestreo del material particulado.

Los instrumentos de recolección de datos que se emplearon en el trabajo de investigación fueron: (ver tabla 7)

Tabla 7. *Instrumentos de recolección de datos.*

N°	Nombre de instrumento	Variable
01	Base de datos meteorológicas Carabaylo	VARIABLES meteorológicas
02	Ficha de conglomerado de datos PM ₁₀	Material particulado
03	Ficha de conglomerado de datos PM _{2.5}	Material particulado

Para poder recolectar datos es necesario evaluar los instrumentos a utilizar en el trabajo de investigación, para lo cual se usan ítems de validación (ver Tabla 8).

Para contrastar la validez de los instrumentos de investigación se registró el porcentaje otorgado por los expertos los cuales dieron como resultado promedio de 91.6%.

Tabla 8. *Promedio de la validación de instrumentos*

Apellidos y Nombres	Profesión	N° CIP	Promedio de valoración
Benites Alfaro, Elmer Gonzales	Ing. Químico	71998	95%
Ordoñez Galvez, Juan Julio	Ing. Mecánico de fluidos	89972	90%
Jave Nakayo, Jorge Leonardo	Agricultura/Medio ambiente y desarrollo sostenible	43444	90%
Promedio total de valoración			91.6%

3.5. PROCEDIMIENTO

El procedimiento trabajado en la investigación para obtener la muestra de Material Particulado se dividió en 3 etapas: Pre-Pesado, Muestreo y Post-Pesado (Ver Figura 2).

En el Pre-Pesado se realizó en los laboratorios de SENAMHI, donde se sometieron los filtros de teflón y cuarzo (pertenecientes a los equipos de bajo y alto volumen) a la mufla por un periodo de 6 horas, siendo llevado posteriormente ser llevado al desecador donde se dejó reposar por un periodo de 24 horas, para luego ser pesado en la balanza analítica y finalmente siendo rotulado y entregado a los tesisistas.

La etapa de muestreo inició después de la recepción de los filtros de SENAMHI y procediendo con la colocación de ellos en los muestreadores de alto y bajo volumen ubicados en la estación meteorológica "Carabaylo" en periodos de 24 horas cada 3 días, siendo recogidos por los tesisistas y posteriormente entregado a los laboratorios del SENAMHI.

En la etapa de Post-pesado los filtros fueron sometidos al desecador por 24 horas quitando así la humedad presente en ellos, posteriormente los filtros fueron pesados en los laboratorios de SENAMHI, y finalmente fueron enviados a las instalaciones de IPEN.

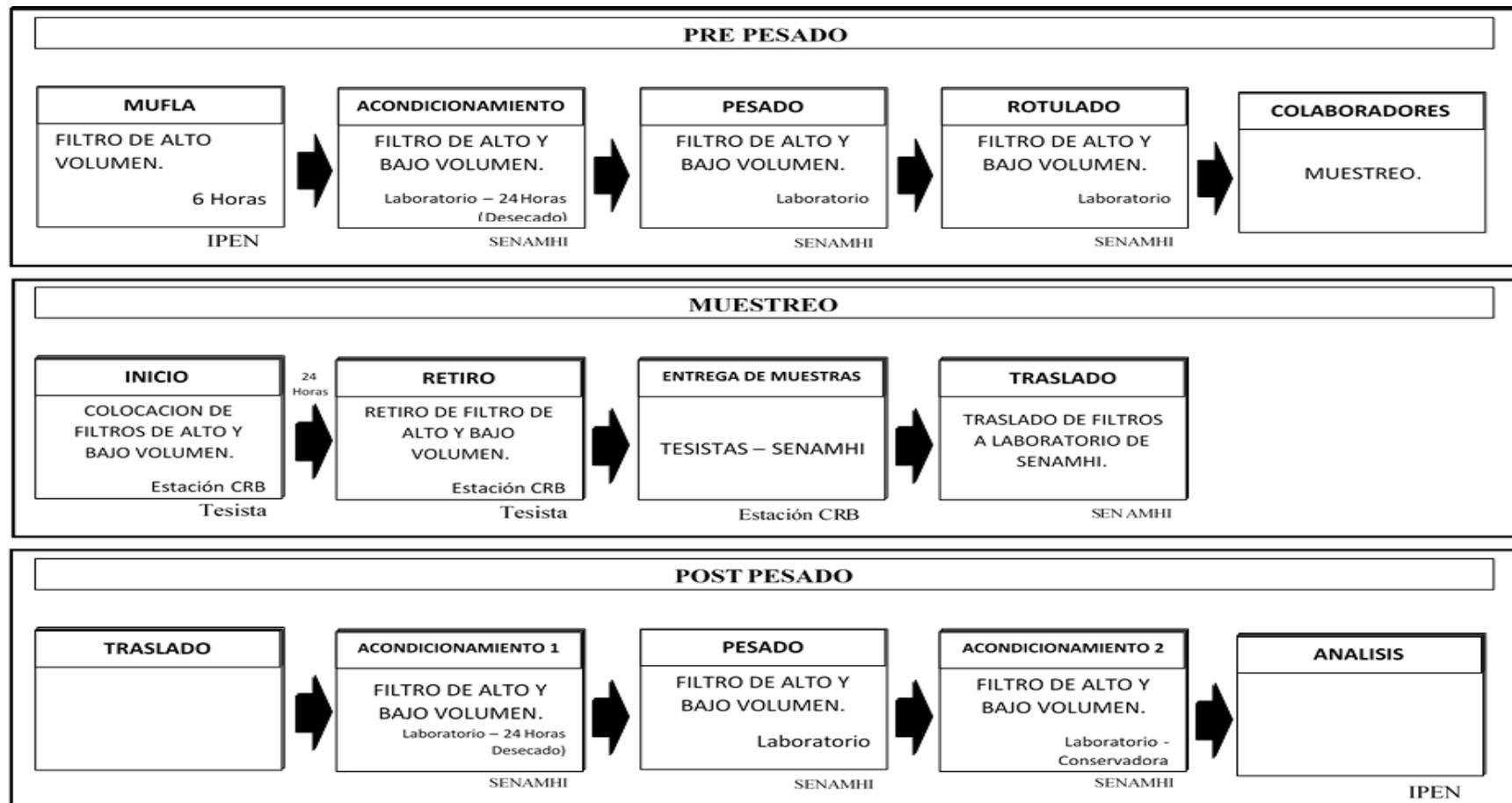


Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de toma de muestras

Fuente: SENAMHI

3.6. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS

Según Resino (2018), el programa estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) nos permite administrar y analizar una serie de datos de manera eficiente y predecir las tendencias, así mismo el programa SPSS nos permitirá realizar análisis estadísticos básicos como avanzados, también nos permite poder procesar los datos según sus objetivos (descriptivas e inferencial). La presente investigación tiene como objetivo el análisis descriptivo de las variables y también analizar el grado de correlación de las variables meteorológicas y las concentraciones del material particulado, por lo antes mencionado se realizó los análisis descriptivos.

Microsoft Excel es un programa con múltiples opciones y una buena opción para los investigadores, esta te permite organizar y graficar los datos de acuerdo a la investigación, aplicar análisis estadísticos como otras funciones aparte de las comunes, de la misma manera te permiten la organización de datos por grupos, entre otras funciones (González, 2006). En la presente investigación la organización de los datos se realizó con el programa Microsoft Excel por su facilidad para la organización de los datos en función al tiempo.

La correlación de Pearson tiene el objetivo de poder medir el grado de correlación de 2 variantes cuantitativas con una distribución normal, el coeficiente a hallar es r , cuando r es positiva indica que la relación es directamente proporcional, cuando r es negativa que es inversa y cuando $r=0$ las variables son independientes. (Restrepo y Gonzáles - 2007). En esta investigación se realizó la correlación de Pearson porque los datos mostraron una normalidad.

La correlación de Pearson tiene el objetivo de poder medir el grado de correlación de 2 variantes cuantitativas con una distribución normal, el coeficiente a hallar es r , cuando r es positiva indica que la relación es directamente proporcional, cuando r es negativa que es inversa y cuando $r=0$ las variables son independientes. (Restrepo y Gonzáles - 2007). En esta

investigación se realizó la correlación de Pearson porque los datos mostraron una normalidad.

3.7. ASPECTOS ÉTICOS

Tomando en consideración que los criterios y conocimientos que rigen la ciencia no son propiedad nuestra como investigadores y la presente investigación hace uso de los libros, artículos e investigaciones las cuales son consultadas, citadas y referenciadas correctamente empleando las normas ISO, con el fin de evidenciar aquello que no es de nuestra propiedad. La investigación fue puesta a prueba para conocer el porcentaje de similitud utilizando el Turnitin.

La veracidad de los datos obtenidos de los laboratorios de IPEN y SENAMHI son evidenciados con las certificaciones correspondientes de los equipos empleados para la obtención de muestreos.

Como evidencia del cumplimiento del código de ética de la universidad César Vallejo se presenta en los anexos los siguientes documentos:

- Instrumentos de evaluación y evaluación de conformidad de los expertos.
- Para la colocación y recojo de los filtros.
- Resultado de porcentaje de similitud emitido por Turnitin.
- Certificación de calibración de equipos (HI-VOL, LOW-VOL).

IV. RESULTADOS

En la siguiente tabla se visualiza la base de datos meteorológica de la estación Carabayllo provista por SENAMHI. **(Ver tabla 9)**

Tabla 9. Muestras meteorológicas 2019 y 2020.

N°	FECHA DE MONITOREO	MEDIA DIARIA DE TEMPERATURA (°C)	MEDIA DIARIA DE HUMEDAD RELATIVA (%)	MEDIA DIARIA DE DIRECCIÓN DE VIENTO (°)	MEDIA DIARIA DE VELOCIDAD DE VIENTO (m/s)
1	03/04/2019	23,33	71,34	196,2	1,68
2	06/04/2019	24,03	73,35	189,87	1,5
3	09/04/2019	23,11	70,41	190,86	1,66
4	12/04/2019	24,36	58,93	194,09	1,62
5	15/08/2019	14,31	97,63	188,36	1,16
6	16/08/2019	14,91	94,01	188,38	1,06
7	19/08/2019	16,06	87,61	184,64	1,23
8	22/08/2019	17,15	81,79	199,69	1,41
9	25/08/2019	14,51	95,74	193,83	1,1
10	28/08/2019	16,63	84,49	189,94	1,24
11	31/08/2019	16,23	87,75	184,34	1,16
12	03/09/2019	16,81	83,5	186,47	1,5
13	07/09/2019	16,58	86,15	183,31	1,74
14	10/09/2019	16,14	85,24	216,23	1,25
15	12/09/2019	16,39	85,04	197,88	1,33
16	15/09/2019	16,04	88,81	188,75	1,21
17	18/09/2019	15,13	92,92	223,48	1,07
18	21/09/2019	15,48	93,75	183,38	1,18
19	24/09/2019	17,17	86,53	193,01	1,52
20	27/09/2019	17,35	83	193,16	1,49
21	24/10/2019	17,82	80,61	189,53	1,54
22	27/10/2019	18,28	76,73	192,8	1,65
23	30/10/2019	18,4	77,32	183,28	1,47
24	05/11/2019	18,18	81,61	202,91	1,45

25	08/11/2019	19,15	78,33	187,06	1,8
26	11/11/2019	19,65	78,14	187,49	1,72
27	14/11/2019	19,37	81,08	189,48	1,63
28	02/12/2019	21,52	75,73	189,35	1,74
29	05/12/2019	22,21	73,65	191,37	1,66
30	08/12/2019	21,24	79,5	188,27	1,28
31	11/12/2019	20,18	84,94	194,78	1,46
32	14/12/2019	22,63	70,76	192,35	1,72
33	17/12/2019	23,59	60,71	135,68	0,11
34	20/12/2019	21,1	80,4	188,45	1,31
35	09/02/2020	23,87	76,54	184,25	1,72
36	12/02/2020	24,42	72,64	190,86	1,68
37	15/02/2020	24,52	75,04	189,44	1,79
38	18/02/2020	25,22	74,8	192,94	1,59
39	21/02/2020	26,55	67,19	185,52	1,51
40	24/02/2020	26,35	70,3	185,28	1,9
41	27/02/2020	25,5	74,15	200,9	1,65
MIN		14,31	58,93	135,68	0,11
MAX		26,55	97,63	223,48	1,90
PROMEDIO		19,79	79,96	190,44	1,45

En las siguientes tablas se visualizan los conglomerados de datos obtenidos mediante el muestreo de material particulado en la estación de Carabayllo, con referencia PM_{2.5} y PM₁₀. **(Ver tabla 10 y 11)**

Tabla 10. Conglomerado de datos PM_{2.5} 2019 y 2020.

N°	ETIQUETA DE MUESTRA	FECHA DE MONITOREO	CONCENTRACIÓN EN 24 HORAS (µg/m ³)
1	P6437500	03/04/2019	24,38
2	P6437498	06/04/2019	28,63
3	P6455575	09/04/2019	22,96
4	P6455570	12/04/2019	29,48
5	P6458771	16/08/2019	52,19

6	P6458772	19/08/2019	37,74
7	P6458773	22/08/2019	40,53
8	P6458774	25/08/2019	37,96
9	P6458767	28/08/2019	49,10
10	P6458768	31/08/2019	32,37
11	P6458776	07/09/2019	54,50
12	P6458787	12/09/2019	25,32
13	P6458788	15/09/2019	24,62
14	P6458789	18/09/2019	35,80
15	P6458791	21/09/2019	25,17
16	P6458792	24/09/2019	30,15
17	P6458793	27/09/2019	28,35
18	P6458794	24/10/2019	26,00
19	P6458795	27/10/2019	46,47
20	P6458796	30/10/2019	39,83
21	P6458797	05/11/2019	29,32
22	P6458798	08/11/2019	34,85
23	P6458799	11/11/2019	31,34
24	P6458800	14/11/2019	35,41
25	CA0001	02/12/2019	20,35
26	CA0002	05/12/2019	28,70
27	CA0004	08/12/2019	19,57
28	CA0007	11/12/2019	19,21
29	CA0008	14/12/2019	30,87
30	CA0010	17/12/2019	20,78
31	CA0016	20/12/2019	24,68
32	CA0012	09/02/2020	22,77
33	CA0015	12/02/2020	29,41
34	CA0017	15/02/2020	17,97
35	CA0019	18/02/2020	28,18
36	CA0022	21/02/2020	23,79
MIN	CA0017	15/02/2020	17,97
MAX	P6458776	07/09/2019	54,50
PROMEDIO			30,80

Tabla 11. Conglomerado de datos PM_{10} 2019 y 2020.

N°	ETIQUETA DE MUESTRA	FECHA DE MONITOREO	CONCENTRACIÓN EN 24 HORAS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	10000	03/04/2019	132,19
2	10001	09/04/2019	127,90
3	10003	12/04/2019	144,27
4	10046	15/08/2019	94,10
5	10047	16/08/2019	115,95
6	10048	19/08/2019	102,99
7	10050	22/08/2019	126,68
8	10051	25/08/2019	87,53
9	10052	28/08/2019	128,22
10	10049	31/08/2019	135,85
11	10054	07/09/2019	99,10
12	10055	10/09/2019	94,63
13	10057	24/10/2019	100,81
14	10058	27/10/2019	136,61
15	10059	30/10/2019	105,84
16	10060	05/11/2019	90,51
17	10061	08/11/2019	117,61
18	10062	11/11/2019	81,00
19	10063	14/11/2019	129,68
20	10059	02/12/2019	105,60
21	10069	05/12/2019	107,27
22	10065	08/12/2019	81,06
23	10068	11/12/2019	95,44
24	10072	14/12/2019	115,93
25	10075	17/12/2019	93,52
26	10073	09/02/2020	90,64
27	10076	12/02/2020	96,72
28	10067	18/02/2020	102,62
29	10070	21/02/2020	88,59
30	10074	24/02/2020	83,71

31	10077	27/02/2020	95,97
MIN	10062	11/11/2019	81,00
MAX	10003	12/04/2019	144,27
PROMEDIO			106,73



Figura 3. Comportamiento de la concentración de $PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$) en función a las fechas muestreadas.

En la figura 3 se puede observar que durante el periodo de monitoreo los picos más altos estuvieron dentro de los meses de agosto y setiembre del 2019, con un valor máximo de 54,50 $\mu g/m^3$ registrado el 07/09/2019, asimismo las concentraciones más bajas se registraron en diciembre del 2019 y febrero del 2020, siendo el mínimo 17,97 $\mu g/m^3$ registrado el 15/02/2020.

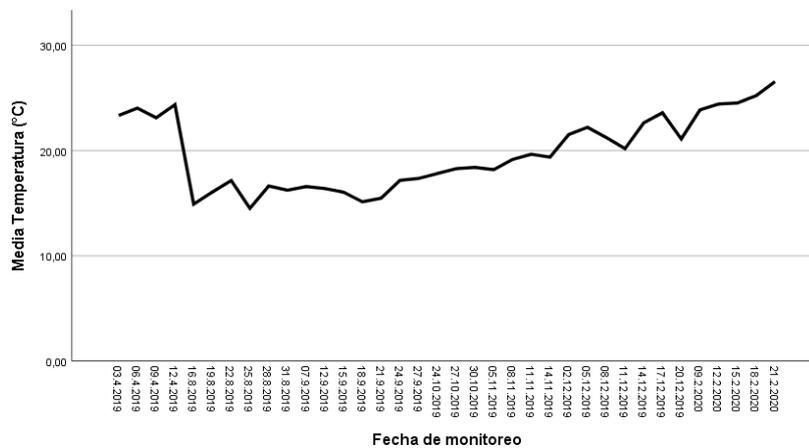


Figura 4. Comportamiento de la temperatura del aire (°C) en función a las fechas muestreadas del PM_{2.5}.

En la figura 4 se puede observar la media diaria de la temperatura del aire en función a las fechas de monitoreo de PM_{2.5} de las cuales el periodo de mayor temperatura se registró en abril, diciembre del 2019 y febrero del 2020, con un temperatura máxima registrada el 21/02/2020 con 26,55 °C, a sismo el periodo con temperaturas más bajas se registró en los meses de agosto y setiembre del 2019, con un mínimo de 14,51°C registrados 25/08/2019.

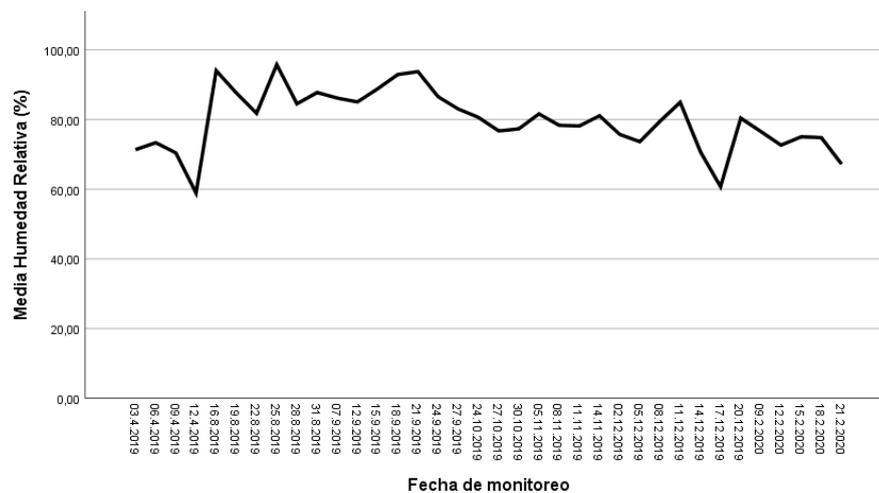


Figura 5. Comportamiento de la humedad relativa del aire (%) en función a las fechas muestreadas del PM_{2.5}.

En la figura 5 se puede observar la media diaria del porcentaje de humedad relativa en el aire en función a las fechas de monitoreo de PM_{2.5} de las cuales el mayor periodo de humedad relativa se registró en agosto y septiembre del 2019 , con un porcentaje de 95,74 de humedad relativa registrado el 25/08/2019, a sismo el periodo con menor humedad se registró en los meses de abril, diciembre del 2019 y febrero del 2020, con un mínimo de 58,93% registrado el 12/04/2019.

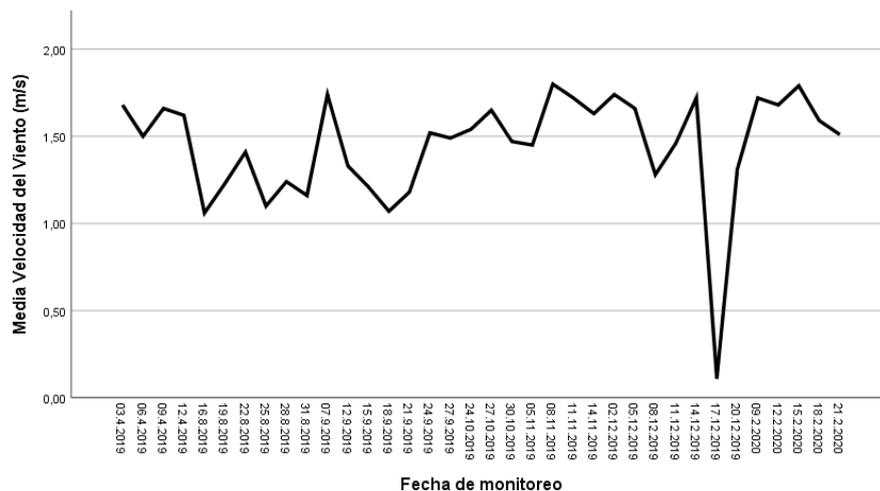


Figura 6. Comportamiento de la velocidad del viento (m/s) en función a las fechas muestreadas del PM_{2.5}.

En la figura 6 se puede observar la media diaria de la velocidad del viento en función a las fechas de monitoreo de PM_{2.5}, siendo el periodo de mayor velocidad registraron en los meses de abril, noviembre, diciembre del 2019 y febrero del 2020, con una velocidad máxima de 1,8 m/s registrada el 08/11/2019, el menor periodo de velocidad registrado se dio en los meses de agosto y setiembre del 2019, con un valor mínimo de 1,06 m/s registrado el 16/08/2019, no obstante la menor media registrada se dio el 17/12/2019 con 0,11 m/s.

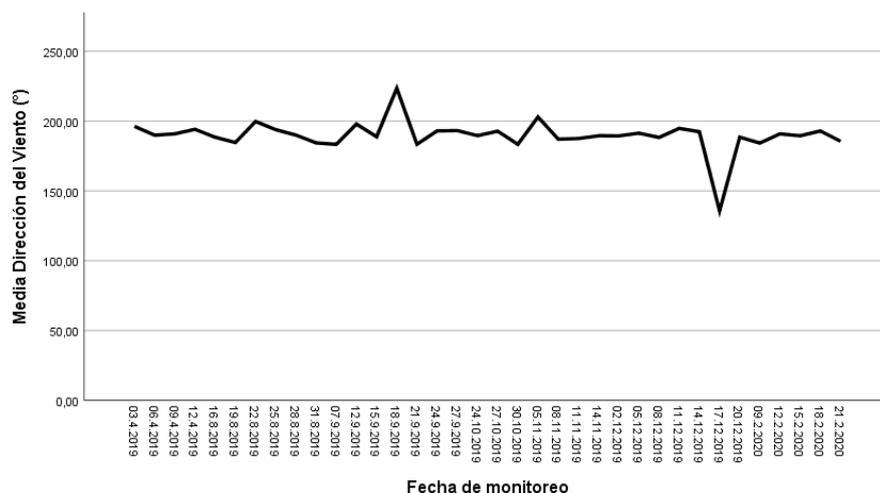


Figura 7. Comportamiento de la dirección del viento (°) en función a las fechas muestreadas del PM_{2.5}.

En la figura 7 se puede observar el comportamiento de la dirección del viento en función a fechas de muestreo de la concentración de PM_{2.5}, lo que se puede destacar de los valores extremos de la dirección fueron en la fecha 17/12/2019 la dirección del viento fue de 135.68° y el 18/09/2019 la dirección del viento fue de 223.48°.

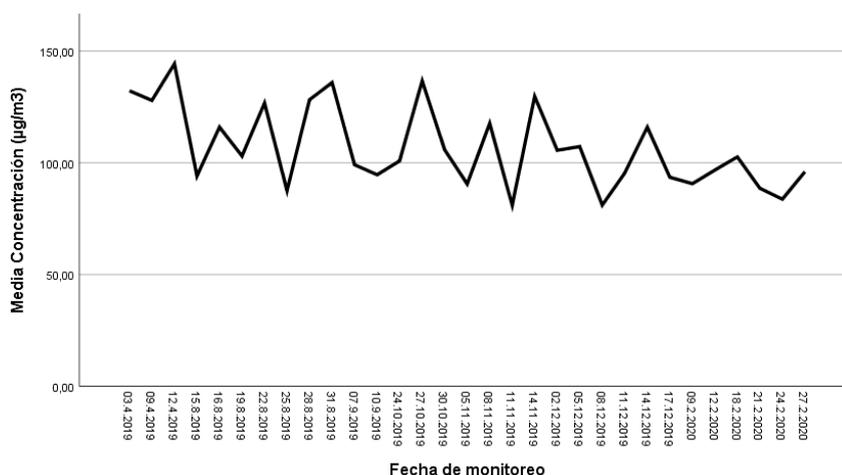


Figura 8. Comportamiento de la concentración de PM₁₀ (µg/m³) en función a las fechas muestreadas.

En la figura 8 se puede observar el comportamiento de la concentración de PM₁₀, con un valor máximo de 144,27 µg/m³ registrado el 12/04/2019 y un mínimo de 81,00 µg/m³ registrado el 11/11/2019.

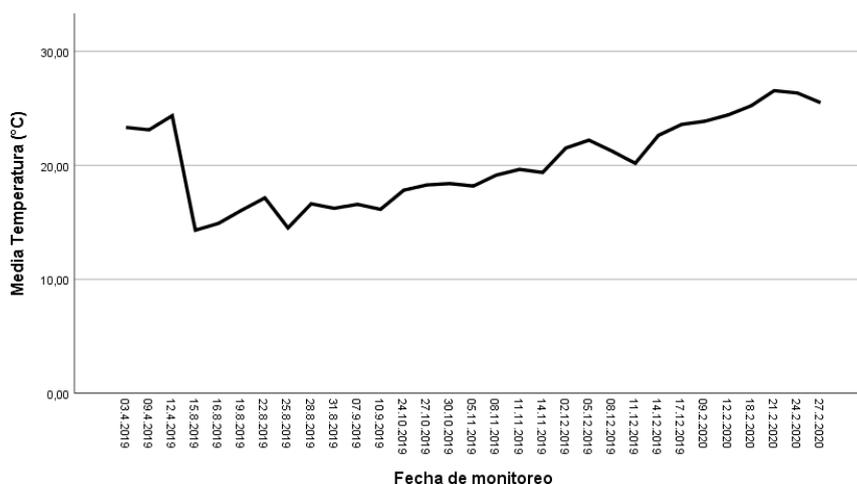


Figura 9. Comportamiento de la temperatura del aire (°C) en función a las fechas muestreadas del PM₁₀.

En la figura 9 se puede observar la media diaria de la temperatura del aire en función a las fechas de monitoreo de PM₁₀ de las cuales el periodo de mayor temperatura se registró en abril, diciembre del 2019 y febrero del 2020, con una temperatura máxima registrada el 21/02/2020 con 26,55 °C, a sismo el periodo con temperaturas más bajas se registró en los meses de agosto, setiembre y octubre del 2019, con una temperatura mínima de 14,31°C registrados 15/08/2019.

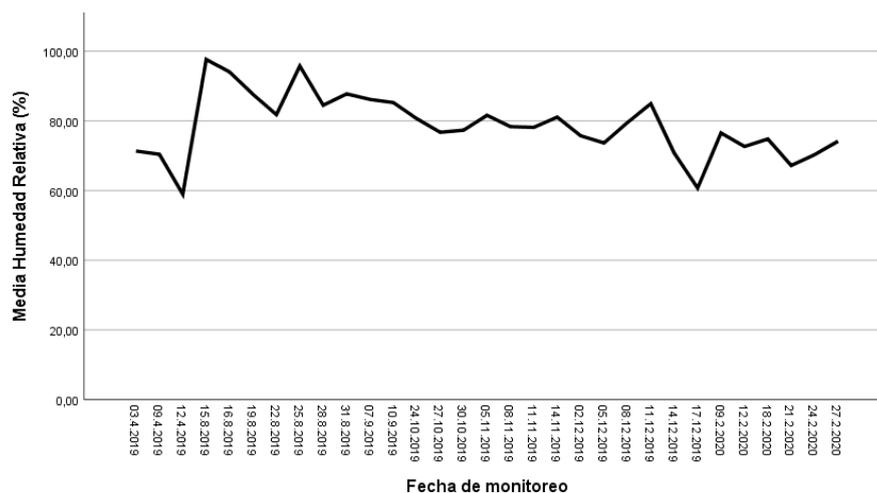


Figura 10. Comportamiento de la humedad relativa del aire (%) en función a las fechas muestreadas del PM₁₀

En la figura 10 se puede observar la media diaria del porcentaje de humedad relativa en el aire en función a las fechas de monitoreo de PM₁₀ de las cuales el mayor periodo de humedad relativa se registró en agosto y septiembre del 2019 , con un porcentaje de 97,63 de humedad relativa registrado el 15/08/2019, a sismo el periodo con menor humedad se registró en los meses de abril, diciembre del 2019 y febrero del 2020, con un mínimo de 58,93% registrado el 12/04/2019.

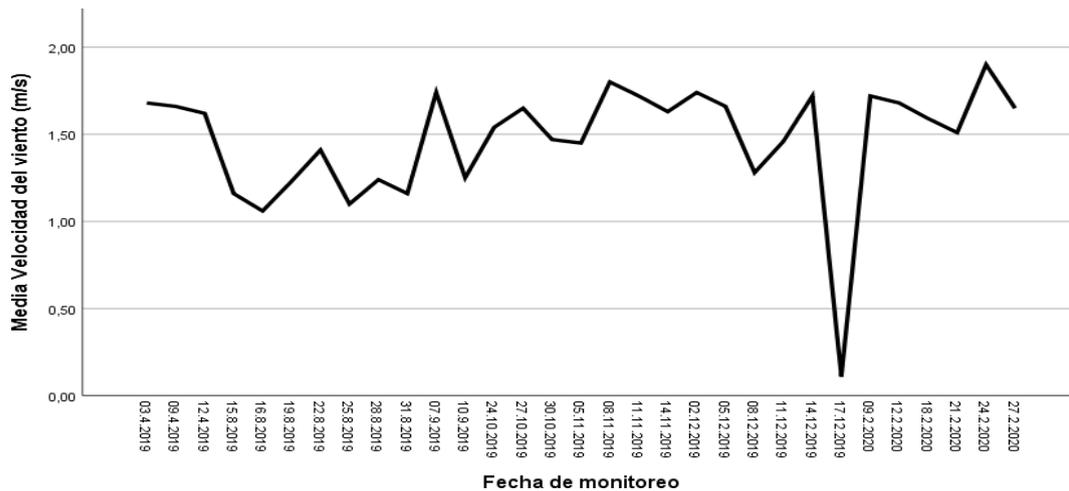


Figura 11. Comportamiento de la velocidad del viento (m/s) en función a las fechas muestreadas del PM₁₀.

En la figura 11 se puede observar la media diaria de la velocidad del viento en función a las fechas de monitoreo de PM₁₀, siendo el periodo de mayor velocidad en los meses de abril, noviembre, diciembre del 2019 y febrero del 2020, con una velocidad máxima de 1,9 m/s registrada el 24/02/2019, el menor periodo de velocidad se dio en los meses de agosto y setiembre del 2019, con un valor mínimo de 1,06 m/s registrado el 16/08/2019, no obstante la menor media registrada se dio el 17/12/2019 con 0,11 m/s.

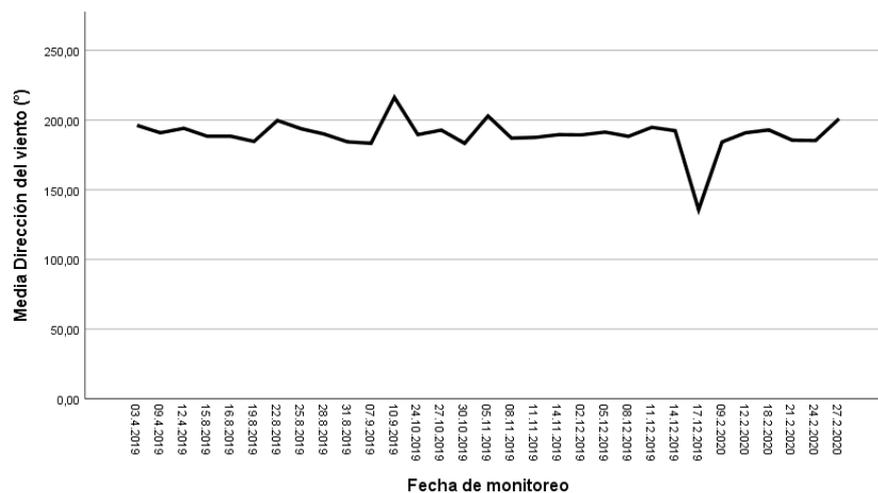


Figura 12. Comportamiento de la dirección del viento (°) en función a las fechas muestreadas del PM₁₀.

En la figura 12 se puede observar el comportamiento de la dirección del viento en función a fechas de muestreo de la concentración de PM_{10} , lo que se puede destacar de los valores extremos de la dirección fueron en la fecha 17/12/2019 la dirección del viento fue de 135.68° y el 10/09/2019 la dirección del viento fue de 216.23° .

En la tabla 12 y 13 se puede observar los valores obtenidos en la prueba de normalidad realizada con el software SPSS - classic , tomando en consideración que la muestra es menor a 50 unidades se empleó el análisis de Shapiro Wilk, por lo cual se plantearon las siguientes hipótesis: (Saldaña, 2016)

Ho: Los datos poseen una distribución normal.

Hi: Los datos poseen una distribución no normal.

Cuando el valor de P (Sig. Asintótica (bilateral)) es mayor que 0,05 en la prueba de contraste de Shapiro Wilk se debe aceptar la hipótesis nula, en caso que P sea menor que 0.05 se debe rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna. (Saldaña, 2016)

En las tablas 12 y 13 se puede observar el resultado del análisis Shapiro Wilk que se realizó a las dimensiones de las variables meteorológicas en función a las fechas de muestreos de la concentración de $PM_{2.5}$ y PM_{10} , la prueba de Shapiro Wilk nos reveló que la dimensión de Humedad relativa posee un valor de P mayor que 0.05 por lo cual se aceptó la hipótesis nula, afirmando que posee una distribución normal, a diferencia de los indicadores de concentración de $PM_{2.5}$, concentración de PM_{10} , Temperatura, velocidad y dirección de viento poseen un valor de p menor que 0.05 por lo cual se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alterna que posee una distribución no normal.

Tabla 12. Análisis de Shapiro Wilk (s-w) para la concentración de $PM_{2.5}$ y variables meteorológicas.

	Estadístico	gl	Sig.
Concentración $PM_{2.5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	,918	36	,011
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	,936	36	,038
Humedad Relativa (%)	,981	36	,784
Velocidad del viento (m/s)	,809	36	,000
Dirección del viento ($^{\circ}$)	,664	36	,000

Tabla 13. Análisis de Shapiro Wilk (s-w) para la concentración de PM_{10} y variables meteorológicas.

	Estadístico	gl	Sig.
Concentración PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.931	31	0.047
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	0.947	31	0.133
Humedad Relativa (%)	0.982	31	0.874
Velocidad del viento (m/s)	0.795	31	0.000
Dirección del viento ($^{\circ}$)	0.686	31	0.000

El nivel de significancia bilateral (95%) fue obtenido por el análisis de correlación de Spearman con el software SPSS – classic, cuando el valor de p es menor que 0.05 se considera que existe asociación entre las variables (acepta H_0) y cuando el valor de p es mayor que 0.05 se considera que no existe asociación entre las variables (se rechaza H_0), (Saldaña, 2016)

Por lo cual se plantea lo siguiente:

- H_0 : Existe correlación entre comportamiento de las variables meteorológicas y el comportamiento del material particulado en Carabayllo 2020.

- Hi: No Existe correlación entre comportamiento de las variables meteorológicas y el comportamiento del material particulado en Carabayllo 2020.

Hipótesis de la investigación:

- Ho: No existe relación entre el comportamiento de la temperatura y el comportamiento del PM_{2.5} en Carabayllo, 2020.
- Hi: Existe relación entre el comportamiento de la temperatura y el comportamiento del PM_{2.5} en Carabayllo, 2020.
- Ho: No existe relación entre la humedad relativa y el comportamiento del PM_{2.5} en Carabayllo, 2020.
- Hi: Existe relación entre la humedad relativa y el comportamiento del PM_{2.5} en Carabayllo, 2020.
- Ho: No existe relación entre el comportamiento de la velocidad del viento y el comportamiento del PM_{2.5} en Carabayllo, 2020.
- Hi: Existe relación entre el comportamiento de la velocidad del viento y el comportamiento del PM_{2.5} en Carabayllo, 2020.
- Ho: No existe relación entre el comportamiento de la dirección del viento y el comportamiento del PM_{2.5} en Carabayllo, 2020.
- Hi: Existe relación entre el comportamiento de la dirección del viento y el comportamiento del PM_{2.5} en Carabayllo, 2020.
- Ho: No existe relación entre el comportamiento de la temperatura y el comportamiento del PM₁₀ en Carabayllo, 2020.
- Hi: Existe relación entre el comportamiento de la temperatura y el comportamiento del PM₁₀ en Carabayllo, 2020.
- Ho: No existe relación entre la humedad relativa y el comportamiento del PM₁₀ en Carabayllo, 2020.
- Hi: Existe relación entre la humedad relativa y el comportamiento del PM₁₀ en Carabayllo, 2020.
- Ho: No existe relación entre el comportamiento de la velocidad del viento y el comportamiento del PM₁₀ en Carabayllo, 2020.

- Hi: Existe relación entre el comportamiento de la velocidad del viento y el comportamiento del PM₁₀ en Carabayllo, 2020.
- Ho: No existe relación entre el comportamiento de la dirección del viento y el comportamiento del PM₁₀ en Carabayllo, 2020.
- Hi: Existe relación entre el comportamiento de la dirección del viento y el comportamiento del PM₁₀ en Carabayllo, 2020.

En la tabla 14 y 15 se puede observar la significancia bilateral del análisis de correlación de Spearman entre el comportamiento de las variables meteorológicas y el comportamiento del material particulado, los indicadores de temperatura y humedad relativa en relación a la concentración de PM_{2.5} obtuvieron valores inferiores a 0.05 aceptando la hipótesis nula afirmando que existe correlación entre los indicadores, a diferencia de los otros indicadores cuyos valores se encuentran por encima de 0.05, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna afirmando así que no existe correlación entre los indicadores.

En la tabla 14 se puede observar los resultados de la correlación de Spearman que se aplicaron a las dimensiones de las variables de material particulado y variables meteorológicas en función a las fechas de muestreo de la concentración de PM_{2.5}, como se puede observar en la siguiente tabla el coeficiente de correlación de la concentración de PM_{2.5} y la temperatura fue de -0.549 lo que indica que posee una correlación negativa moderada, asimismo el coeficiente de la concentración de PM_{2.5} y la humedad relativa fue de 0.401 por lo que se considera positiva débil, también el coeficiente de la concentración de PM_{2.5} con la velocidad fue de -0.136 lo que se considera una correlación negativa escasa o nula y finalmente el coeficiente entre la concentración de PM_{2.5} y la dirección fue de 0.05 lo que se considera que es una correlación positiva escasa o nula. Teniendo en cuenta el coeficiente de las dimensiones antes mencionadas, solo el coeficiente de correlación entre la concentración de PM_{2.5} con la temperatura y la humedad relativa posee una correlación significativa.

Tabla 14. *Correlación de Spearman de la concentración de PM_{2.5} y variables meteorológicas.*

		Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Dirección del viento (°)
Concentración PM _{2.5} (µg/m ³)	Coeficiente de correlación	-,549**	,401*	-,136	,050
	Sig. (bilateral)	,001	,015	,428	,774
	N	36	36	36	36

En la tabla 15 se puede observar los resultados de la correlación de Spearman que se aplicaron a las dimensiones de las variables de material particulado y variables meteorológicas en función a las fechas de muestreo de la concentración de PM₁₀, como se puede observar en tabla 15, el coeficiente de correlación de la concentración de PM₁₀ y la temperatura fue de -0.124 lo que indica que posee una correlación negativa escasa o nula, asimismo el coeficiente de la concentración de PM₁₀ y la humedad relativa fue de -0.047 por lo que se considera negativa escasa o nula, igualmente el coeficiente de la concentración de PM_{2.5} y la velocidad de viento fue de 0.052 lo que se considera una correlación positiva escasa o nula y finalmente el coeficiente de correlación de la concentración y la dirección de viento fue de 0.183 que se interpreta que tiene una correlación positiva escasa o nula, según los coeficientes mencionados ninguna posee una correlación significativa.

Tabla 15. *Correlación de Spearman de la concentración de PM₁₀ y variables meteorológicas.*

		Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Dirección del viento (°)
Concentración PM ₁₀ (µg/m ³)	Coeficiente de correlación	-0.124	-0.047	0.052	0.183
	Sig. (bilateral)	0.506	0.801	0.781	0.323
	N	31	31	31	31

V. DISCUSIÓN

- En la investigación se analizó el comportamiento de la concentración del material particulado respecto al comportamiento de la temperatura del aire en Carabayllo, se empleó el análisis de correlación de Spearnan obteniendo como resultado en relación a $PM_{2.5}$ una correlación negativa moderada de -0.549 con un valor de significancia de 0.001 , por lo contrario la correlación de la temperatura y el comportamiento de PM_{10} mostraron ser no significativa, a diferencia del resultado obtenido por Vásquez en Chapamarca – Pasco, quien realizo el análisis de correlación de Spearman en relación a la concentración de PM_{10} obteniendo como resultado una Correlación negativa débil de -0.416, de igual manera en la investigación de Zoran et al, realizaron el análisis de Correlación de Pearson y obtuvo como resultado en relación concentración de PM_{10} y $PM_{2.5}$ con la temperatura una correlación negativa moderada de -0.57 y -0.54 respectivamente.
- En la investigación se realizó el análisis de correlación de Spearnan para las variantes de humedad relativa del aire y del material particulado de Carabayllo, obteniendo como resultado en relación a PM_{10} una Correlación negativa escasa de -0.047 (no significativa) y en relación a $PM_{2.5}$ una correlación positiva débil de 0.401 con un significancia de 0.015, de igual manera la investigación de Zoran obtuvo como resultado una correlación positiva moderada de 0.64 para PM_{10} y 0.59 para $PM_{2.5}$ en el análisis de correlación de Pearson, a diferencia de la investigación de Soares realizada en Belo Horizonte-Brasil el cual realizo el análisis de correlación de Spearman y obtuvo como resultado en relación a la concentración de $PM_{2.5}$ una correlación negativa moderada de -0,56.
- En la investigación se analizó del comportamiento de la concentración del material particulado respecto al comportamiento del viento en Carabayllo, se empleó el análisis de correlación de Spearman , obteniendo como resultado en relación a la velocidad del viento respecto a PM_{10} y $PM_{2.5}$ una correlación positiva escasa de 0.052 y una correlación negativa escasa de -0.136

respectivamente, y en relación a la dirección del viento una correlación positiva escasa de 0.183 y 0.05 respectivamente, en todas las correlaciones realizadas en Carabayllo en función al viento mostraron ser no significativas asimismo Soares en su investigación realizó el análisis de correlación de Spearman y obtuvo como resultado en relación a la concentración de $PM_{2.5}$ respecto a la velocidad y dirección de viento una correlación negativa escasa de -0.11 y una correlación positiva escasa de 0.05, respectivamente, de igual manera Ángel Vásquez en su investigación empleó el análisis de correlación de Spearman para medir la relación de la velocidad del viento y PM_{10} obteniendo como resultado una correlación positiva escasa de 0.166, por otro lado en la investigación de Zoran empleó el análisis de correlación de Pearson y como resultado en relación de la velocidad del viento respecto a la concentración de PM_{10} y $PM_{2.5}$ obtuvo una correlación negativa moderada de -0.50 y una correlación negativa débil de -0.32 respectivamente, las investigaciones revisadas mostraron tener una correlación no significativa a diferencia de la investigación de Zoran.

VI. CONCLUSIONES

- Se determinó que la correlación del comportamiento de las variables meteorológicas y el comportamiento de la concentración del material particulado en la estación Meteorológica automática Carabayllo, es negativa moderada y positiva débil en relación a la temperatura y la humedad relativa con $PM_{2.5}$, contrario a las demás correlaciones las cuales demostraron tener una correlación no significativa.
- Se determinó que existe relación negativa moderada y escasa entre el comportamiento de la temperatura y el comportamiento del material particulado en la estación Meteorológica de Carabayllo, como lo demuestra el análisis de correlación de Spearman con un valor de -0.549 ($PM_{2.5}$) y -0.124 (PM_{10}) con una significancia de 0.001 y 0.506 respectivamente.
- Se determinó que existe relación positiva débil y negativa escasa entre el comportamiento de la humedad relativa y el comportamiento del material particulado en la estación Meteorológica de Carabayllo, como lo demuestra el análisis de correlación de Spearman con un valor de 0.401 ($PM_{2.5}$) y -0.047 (PM_{10}) con una significancia de 0.015 y 0.801 respectivamente.
- El comportamiento del viento y del material particulado en la estación Meteorológica Carabayllo mostraron tener un relación no significativa, como se observa en la correlación de Pearson y spearman, en relación con la velocidad el viento es positiva escasa de 0.052 (PM_{10}), negativa escasa de -0.136 ($PM_{2.5}$) con un valor p de 0.781 – 0.428; positiva escasa de 0.183 (PM_{10}) y 0.05 ($PM_{2.5}$) en relación a la dirección del viento con un valor p de 0,323 - 0,774 respectivamente.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un estudio estacional de la correlación del material particulado en Carabaylo, para establecer así la relación de las variables por periodos con características meteorológicas similares.
- Se recomienda realizar un muestreo horario de las variables meteorológicas y el material particulado, con el fin de observar el comportamiento de ambas variables con mayor detalle y precisión.
- Se recomienda realizar un estudio enfocado a la identificación de fuentes de contaminación, con el propósito de establecer la relación entre la calidad del aire y el comportamiento del material particulado.

REFERENCIAS

Organización mundial de la salud (OMS). Who int. [2 de mayo de 2018]. Disponible en: [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)

STRAIF, Kurt, et al. Air Pollution and cancer. 2017. ISSN 0300-5085

GREEN, Joanne; SÁNCHEZ, Sergio. La calidad del aire en América Latina: una visión panorámica. Clean Air Institute, Washington, DC, 2013.

Ministerio del ambiente (MINAM). SINIA. Fecha de consulta [20 de octubre de 2019]. <https://sinia.minam.gob.pe/indicador/1596>

Ministerio del ambiente (MINAM). SINIA. Fecha de consulta [20 de octubre de 2019]. Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/indicador/1405>

MATTER, Particulate; SUPPLY, Unsafe Water. ENVIRONMENTAL OUTLOOK TO 2050. 2012. ISBN: 78-92-64-122161

ORDOÑEZ AQUINO, Carol; NORABUENA ESPINOZA, Magdalena. Vigilancia de la calidad del aire: Lima metropolitana. 2019.

LI HONGLI, [et al.]. PM2. 5 and PM10 emissions from agricultural soils by wind erosion. Aeolian Research, 2015, vol. 19, p. 171-182. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.aeolia.2015.02.003>

Soares Fábio, [et al.]. Avaliação da influência das condições meteorológicas na concentração de material particulado fino (MP2,5) em Belo Horizonte, MG, [en línea]. [Fecha de consulta: 20 de Junio del 2020]. Doi: <https://doi.org/10.1590/s1413-41522019174045>

Lv Dong, [et al.]. The pollution characteristics of PM10 and PM2. 5 during summer and winter in Beijing, Suning and Islamabad. Atmospheric Pollution Research,

2019, vol. 10, no 4, p. 1159-1164. Disponible en:
<https://doi.org/10.1016/j.apr.2019.01.021>

RAHMAN, Ananna, et al. Influence of atmospheric PM_{2.5}, PM₁₀, O₃, CO, NO₂, SO₂, and meteorological factors on the concentration of airborne pollen in Guangzhou, China. *Atmospheric Environment*, 2019, vol. 212, p. 290-304.
<https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2019.05.049>

ZORAN Maria, [et al.]. Assessing the relationship between surface levels of PM_{2.5} and PM₁₀ particulate matter impact on COVID-19 in Milan, Italy, [en línea]. [Fecha de consulta: 20 de Junio del 2020]. Doi:
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139825>

ZORAN, Maria A., et al. Assessing the relationship between surface levels of PM_{2.5} and PM₁₀ particulate matter impact on COVID-19 in Milan, Italy. *Science of The Total Environment*, 2020, p. 139825.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139825>

LEI Yali, [et al.]. Optical characteristics and source apportionment of brown carbon in winter PM_{2.5} over Yulin in Northern China. 2018. Disponible en:
<https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2018.05.018>

DONG Xinyi, [et al.]. Inorganic aerosols responses to emission changes in Yangtze River Delta, China. *Science of the Total Environment*, 2014, vol. 481, p. 522-532. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.02.076>

PERRONE, Maria R., [et al.]. Weekly cycle assessment of PM mass concentrations and sources, and impacts on temperature and wind speed in Southern Italy. *Atmospheric research*, 2019, vol. 218, p. 129-144. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2018.11.013>

SHAKYA Kabindra M., [et al.]. Measurements of TSP, PM₁₀, PM_{2.5}, BC, and PM chemical composition from an urban residential location in Nepal (2017), [en línea]. [Fecha de consulta: 24 de septiembre del 2019]. Doi:

<https://doi.org/10.1016/j.apr.2017.05.002>

SALAMEH D., [et al.]. Sources of PM_{2.5} at an urban-industrial Mediterranean city, Marseille (France): Application of the ME-2 solver to inorganic and organic markers (2018), [en línea]. [Fecha de consulta: 25 de septiembre del 2019]. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2018.08.005>

VÁSQUEZ Ángel. Contaminación atmosférica por PM₁₀ y su relación con variables climatológicas en el Centro poblado de Champamarca, departamento de Pasco, 2018. Tesis (Título de ingeniería Ambiental). Lima: Universidad César Vallejo, Ingeniería Ambiental, 2018. 81pp.

TEJADA Cristhian. Evaluación de la afectación en la población y el ambiente por la generación de material particulado (PM_{2.5}) en el barrio Huayco – Distrito de Tarapoto – Provincia de San Martín – 2018. Tesis (Título de ingeniería Ambiental). Lima: Universidad César Vallejo, Ingeniería Ambiental, 2018. 146pp.

RONGRONG Shen K., [et all]. Characteristics and sources of PM in seasonal perspective – A case study from one year continuously sampling in Beijing (2015), [en línea]. [Fecha de consulta: 23 de septiembre del 2019]. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.apr.2015.09.008>

BRENTON Sharratt y Huawei Pi., Field and laboratory comparison of PM₁₀ instruments in high winds (2018), [en línea]. [Fecha de consulta: 24 de septiembre del 2019]. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.aeolia.2018.01.006>

PATIÑO D., [et al.]. Magín Lapuerta J., Characterization of biomass PM emissions using thermophoretic sampling: Composition and morphological description of the carbonaceous residues (2018), [en línea]. [Fecha de consulta: 23 de septiembre del 2019]. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jaerosci.2018.10.005>

LI Jiwei, [et al.]. 2005–2014 trends of PM₁₀ source contributions in an industrialized area of southern Spain (2018), [en línea]. [Fecha de consulta: 22 de septiembre del 2019]. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.01.101>

ZORAN Maria, [et al.]. Assessing the relationship between surface levels of PM2.5 and PM10 particulate matter impact on COVID-19 in Milan, Italy, [en línea]. [Fecha de consulta: 20 de Junio del 2020]. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139825>

PIRAS G., Pini F., Astiaso García D., Correlations of PM10 concentrations in urban areas with vehicle fleet development, rain precipitation and diesel fuel sales (2019), [en línea]. [Fecha de consulta: 20 de setiembre del 2019]. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apr.2019.01.022>

BENCHARIF F., [et al.]. Mass concentrations, seasonal variations, chemical compositions and element sources of PM10 at an urban site in Constantine, northeast Algeria (2019), [en línea]. [Fecha de consulta: 22 de septiembre del 2019]. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2019.106356>

PAN Song, [et al.]. Analysis and interpretation of the particulate matter (PM10 and PM2.5) concentrations at the subway stations in Beijing, China (2018), [en línea]. [Fecha de consulta: 22 de setiembre del 2019] Doi: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.11.020>

GOICOCHEA Carranza, Carmen. Variables meteorológicas y su Influencia en la dispersión de plomo, cobre y zinc en partículas totales sedimentables en la zona Zárate Industrial 2018. Tesis (Titulo de ingeniería ambiental). Lima: Universidad César Vallejo, Ingeniería Ambiental, 2018. 149pp.

KRZYZANOWSKI, Michal. Particulate Matter (PM10 and PM2. 5). Monitoring ambient air quality for health impact assessment, 1999, vol. 85, p. 99.

ISBN: 9789289013512

SUÁREZ Arciniégas, César Augusto. Diagnóstico y control de material particulado: partículas suspendidas totales y fracción respirable PM10. Revista Luna Azul, 2012, no 34, p. 195-213. ISSN: 1909-2474.

CAMPOS TRUJILLO, Alfredo, et al. Evaluación del desempeño del método de alto

volumen para la medición de partículas menores a 10 micras. Revista internacional de contaminación ambiental, 2015, vol. 31, no 1, p. 79-88. ISSN: 0188-4999

ARISTIZÁBAL Zuluaga Beatriz H., [et al.]. Sistema Integrado de Monitoreo Ambiental de Caldas–SIMAC Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire en Manizales. 2018. Disponible en <http://bdigital.unal.edu.co/57649/>

RESOLUCIÓN PRESIDENCIAL EJECUTIVA N° 0174. SENAMHI. Diario oficial El Peruano, Lima, Perú, 10 de septiembre de 2013.

DECRETO SUPREMO N° 003-2017-MINAM. Diario oficial El Peruano, Lima, Perú, 7 de junio de 2017.

Resolución Ministerial N° 181-2016-MINAM. Diario oficial El Peruano, Lima, Perú, 14 de julio de 2016.

WORLD HEALTH ORGANIZATION, [et al.]. Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre: actualización mundial 2005. Ginebra: Organización Mundial de la Salud, 2006.

BATANERO, Carmen. Didáctica de la Estadística. Granada: Universidad de Granada, 2001.

SALDAÑA, Manuel Romero. Pruebas de bondad de ajuste a una distribución normal. *Revista Enfermería del trabajo*, 2016, vol. 6, no 3, p. 114. ISSN-e 2174-2510

BARRERA, Mónica Alejandra Mondragón. Uso de la correlación de Spearman en un estudio de intervención en fisioterapia. *Movimiento científico*, 2014, vol. 8, no 1, p. 98-104. ISSN-e: 2011-7191

SISTEMA de Bibliotecas. DuocUC.3, 2018. Disponible en: <http://www.duoc.cl/biblioteca/crai/definicion-y-proposito-de-la-investigacion->

aplicada

SAMPIERI, Roberto Henandez; FERNÁNDEZ, C.; BAPTISTA, L. Definiciones de los enfoques cuantitativo y cualitativo, sus similitudes y diferencias. RH Sampieri, Metodología de la Investigación, 2014.

RODRÍGUEZ, Rosa; BENITO, Águeda; PORTELA, Adelaida. Meteorología y climatología. Fundación española para la ciencia y la tecnología. Villena Artes Gráficas. España, 2004, p. 12-16.

INFORME NACIONAL DE LA CALIDAD DEL AIRE 2013-2014. Lima. MINAM. 2016. [fecha de consulta: 26 de septiembre del 2019]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/2635-informe-nacional-de-la-calidad-del-aire-2013-2014>

SCHARAGER, Judith; REYES, P. Muestreo no probabilístico. *Metodología de la investigación para las ciencias sociales*. Santiago de Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile, 2001.

ABRIL, Victor. Técnicas e instrumentos de la investigación. *Recuperado de http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/41375407/Tecnicas_e_Instrumentos_Material_de_clases_1.pdf*, 2008.

RESINO, Delia Arroyo. Análisis descriptivos de datos con IBM SPSS Statistics. *Revista Complutense de Educación*, 2018, vol. 29, no 1, p. 313. DOI:10.5209/RCED.57160

GONZÁLEZ, Luis Orlando Pérez. Microsoft Excel: una herramienta para la investigación. *MediSur*, 2006, vol. 4, no 3, p. 68-71. E-ISSN: 1727-897X

RESTREPO, Luis F.; GONZÁLEZ, Julián. From pearson to Spearman. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 2007, vol. 20, no 2, p. 183-192. ISSN 2256-2958

ANEXOS

ANEXO 1: Matriz de operacionalización de variables.

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad
Variables meteorológicas	La Meteorología es la ciencia encargada de estudiar sus propiedades y los fenómenos que ocurren en la atmosfera, el estudio de la atmosfera se basa en una serie magnitudes o variantes meteorológicas (temperatura, presión atmosférica, etc.). (RODRÍGUEZ, BENITO, PORTELA - 2004)	La variable meteorológica fue medida en base a la temperatura, la humedad relativa, la velocidad y dirección del viento	Temperatura	Media diaria de temperatura	C°
			Humedad relativa	Media diaria de % de humedad	%
			Viento	Media diaria de la Velocidad del viento	m/s
				Media diaria de la Dirección del viento	°
Material particulado	Es una mezcla de sustancias microscópicas sólidas y líquidas que están presentes en el a aire, estas partículas son de diámetro igual o menor a 10 µg. (MINAM, 2016)	La variable material particulado fue medida en base al PM _{2.5} y PM ₁₀	PM _{2.5}	Concentración en 24 horas	µg/m ³
PM ₁₀					

ANEXO 2: Instrumentos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

BASE DE DATOS METEOROLÓGICA CARABAYLLO

Altitud: 190msnm Latitud: 11°54' 7.9" S Longitud: 77°2'1.1" W
Entidad: Senamhi Nombre: Carabayllo I Año: 2019
Dirección: Av. Micaela Bastidas Cdra. 04, Urb. Santa Isabel

N°	FECHA DE MONITOREO	MEDIA DIARIA DE TEMPERATURA (°C)	MEDIA DIARIA DE HUMEDAD RELATIVA (%)	MEDIA DIARIA DE DIRECCIÓN DE VIENTO (°)	MEDIA DIARIA DE VELOCIDAD DE VIENTO (m/s)
1	--/--/--				
2					
3					
.					
n					



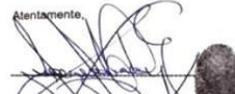
Dr. Elmer G. Benites Alfaro
CIF 71998

Firma del experto

CIP: 71998

DNI:07867259

Teléfono: 987 212 209



Atentamente,
Juan Julio Ochoa Galvez
DNI: 08447308

Firma del experto

CIP: 89972

DNI: 08447308

Teléfono:



Jhane Nakayo Jorge Leonardo

Firma del experto

CIP: 43444

DNI: 01066653

Teléfono: 994 552 085

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 1
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Jave Nakayo Jorge Leonardo
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente Universidad César Vallejo
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **FICHA DE CONGLOMERADO DE DATOS PM2.5**
 1.4. Autor(A) de Instrumento: *Joha Sydney Sara Herrera / Luis Walter Escobar Cabrera*

I. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
 Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90

Lima, de junio del 2020



Dr. JORGE LEONARDO JAVE NAKAYO
 DNI: 01066653
 Telf.: 94552085

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 2
II. DATOS GENERALES

- 1.5. Apellidos y Nombres: Dr. Jave Nakayo Jorge Leonardo
- 1.6.
- 1.7. Cargo e institución donde labora: Docente Universidad César Vallejo
- 1.8. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **FICHA DE CONGLOMERADO DE DATOS PM10**
- 1.9. Autor(A) de Instrumento: *Joha Sydney Sara Herrera / Luis Walter Escobar Cabrera*

III. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

V. PROMEDIO DE VALORACIÓN:
90

Lima, de junio del 2020



Dr. JORGE LEONARDO JAVE NAKAYO
DNI: 01066653
Telf.: 94552085

VI. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres:

Dr. Jave Nakayo Jorge Leonardo

1.2. Cargo e institución donde labora:

Docente Universidad César Vallejo

1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación:

BASE DE DATOS METEOROLÓGICA CARABAYLLO

1.4. Autor(A) de Instrumento:

Joha Sydney Sara Herrera / Luis Walter Escobar Cabrera
VII. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													

VIII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

IX. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90

Lima, de junio del 2020


 Dr. JORGE LEONARDO JAVE NAKAYO
 DNI: 01066653
 Telf.: 94552085

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 1
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Benites Alfaro, Elmer
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente Universidad César Vallejo
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **FICHA DE CONGLOMERADO DE DATOS PM2.5**
 1.4. Autor(A) de Instrumento: *Joha Sydney Sara Herrera / Luis Walter Escobar Cab*

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												95%	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												95%	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												95%	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												95%	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												95%	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												95%	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												95%	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												95%	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												95%	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												90%	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

 SI

Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

Lima, 12 de junio del 2020


 Dr. Elmer G. Benites Alfaro,
 CIP: 71998
 ORCID ID: 0000-0003-1504-2089
 Scopus ID de autor: 57216176765
 Web of Science Researcher ID: AAI-8644-2020

DNI No 07867259.

Telf.: 987212209

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 2
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Benites Alfaro, Elmer**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente Universidad César Vallejo**
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **FICHA DE CONGLOMERADO DE DATOS PMI**
 1.4. Autor(A) de Instrumento: **Joha Sydney Sara Herrera / Luis Walter Escobar Cabrera**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												95%	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												95%	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												95%	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												95%	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												95%	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												95%	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												95%	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												95%	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												95%	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												95%	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
 Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95%

Lima, 12 de junio del 2020



Dr. Elmer G. Benites Alfaro,
 CIP. 71998
 ORCID ID: 0000-0003-1504-2089
 Scopus ID de autor: 57216176765
 Web of Science Researcher ID: AAI-8644-2020

DNI No 07867259.

Telf.: 987212209

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 3

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Benites Alfaro, Elmer
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente Universidad César Vallejo
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **BASE DE DATOS METEOROLÓGICA CARABAYLLO**
 1.4. Autor(A) de Instrumento: *Joha Sydney Sara Herrera / Luis Walter Escobar Cabrera*

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												95%	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												95%	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												95%	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												95%	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												95%	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												95%	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												95%	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												95%	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												95%	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												95%	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
 Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95%

Lima, 12 de junio del 2020



Dr. Elmer G. Benites Alfaro,
CIP. 71998

ORCID ID: 0000-0003-1504-2089

Scopus ID de autor: 57216176765

Web of Science Researcher ID: AAI-8644-2020

DNI No 07867259.

Telf.: 987212209

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 1
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Ordoñez Galvez, Juan Julio
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente Universidad César Vallejo
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **FICHA DE CONGLOMERADO DE DATOS PM2.5**
 1.4. Autor(A) de Instrumento: *Joha Sydney Sara Herrera / Luis Walter Escobar Cabrera*

I. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
 Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

SI

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, de junio del 2020

Atentamente,

 Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308

DNI: 08447308
 Telf.: 5281648

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 2
II. DATOS GENERALES

1.5. Apellidos y Nombres:

Dr. Ordoñez Galvez, Juan Julio

1.6. Cargo e institución donde labora:

Docente Universidad César Vallejo

1.7. Nombre del instrumento motivo de evaluación:

FICHA DE CONGLOMERADO DE DATOS PM10

1.8. Autor(A) de Instrumento:

Joha Sydney Sara Herrera / Luis Walter Escobar Cabrera
III. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

SI

V. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, de junio del 2020

Atentamente,



DNI: 08447308

 DNI: 08447308
 Telf.: 5281648

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 3

VI. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Ordoñez Galvez, Juan Julio
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente Universidad César Vallejo
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **BASE DE DATOS METEOROLÓGICA CARABAYLLO**
 1.4. Autor(A) de Instrumento: *Joha Sydney Sara Herrera / Luis Walter Escobar Cabrera*

VII. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

VIII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
 Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

SI

IX. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, de junio del 2020

Atentamente,

 Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308

DNI: 08447308
 Telf.: 5281648

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN-CERTIFICACIÓN

Nombre Compañía:	SENAMHI	Número Serie:	P5577
Fabricante	THERMO ELECTRON	Procedencia:	Estados Unidos
Modelo:	G10557PM10-1	Día de Calibración:	15/Nov/18
Certificado Calibración:	CC-SN15112018-01	Lugar de Calibración:	INGEMASA EIRL

Revisión Instrumento		Entrega Instrumento:	
En Tolerancia:	SI	Procedimiento Usado:	EPA VOLUMETRICO
Fuera de Tolerancia:	NO	Calibrado Por:	Iván O. Huamán Ojeda

ESTADO DEL CUMPLIMIENTO DE LA CERTIFICACION CALIBRACION

INGEMASA EIRL certifica que este instrumento ha sido inspeccionado y calibrado por nuestros técnicos calificados y cumple o excede las especificaciones de calidad para la Norma EPA Método de Referencia Numero RFPs 1287-063, cuyos archivos y registros son mantenidos por la Empresa SENAMHI y una copia en nuestra compañía en Lima.
Este documento es la Certificación que el Tubo Venturi se encuentra dentro del Cumplimiento de la Norma ASTM EPA RFPs 1287-063 cuyo valor diferencial es $1.043\% < 3\%$

DATOS CALIBRACIÓN

TRAZABILIDAD

Se ha usado el Calibrador Modelo TE-5028A, con numero de serie 438320, trazable NIST y calibrado el 03/07/2018

Calibrado Por:

Aprobado por:



Iván O. Huamán Ojeda
INGEMASA EIRL



Cristian Arturo Farro Louy
INGENIERO AMBIENTAL
CIP 176194
INGEMASA EIRL

1. Cliente : SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ
2. Dirección : Jr. Cahuide Nro. 785, Jesús María – Lima

3. Datos del Instrumento

Instrumento de medición	: Muestreador de Partículas	Flujo de Trabajo	: 16,7 L/min
Marca	: Thermo Scientific	Serie	: 2000I204071310
Modelo	: Partisol 2000i	Resolución	: 0,1 L/min
Código Interno	: No indica	Precisión (±)	: 4% del valor seteado

4. Lugar de Calibración : Estación de Calidad de Aire - Carabaylo.

5. Fecha de Calibración : 2019-09-09

6. Condiciones Ambientales :

	Temperatura (°C)	Humedad relativa (% H.R.)	Presión atmosférica (mbar)
Inicial	22,6	56,2	999,0
Final	21,8	57,5	998,9

7. Patrones de referencia.

Patrón	Código Interno	Nº Certificado	F. Vencimiento
Medidor de flujo	GGP - 66	193151	2019-10-27
Termómetro	GGP-02	T-2053-2019	2021-06-13
Barómetro	GGP-02	P-2673-2019	2021-01-15

8. Método de Calibración.

La calibración se realizó por comparación del instrumento con patrones trazables según "PCG-005 Procedimiento para la Calibración de Medidores de Flujo - Green Group"

9. Resultado de Medición.

Patrón (L/min)	Instrumento (L/min)	Corrección (L/min)	Incertidumbre (L/min)
15,02	15,02	0,00	0,08
16,69	16,66	0,03	0,08
18,37	18,33	0,04	0,08

Verificación	Patrón		
	T (°C)	Instrumento	Corrección
Presión (mmHg)	749,3	749	0,3

10. Observaciones:

a) El instrumento se ajustó antes de la calibración.

- La Incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura $k=2$ de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.
- Los resultados emitidos son válidos solo para el instrumento y filtro adecuado, en el momento de la calibración.
- Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del instrumento.
- La incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimado siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.
- El certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firma y sellos carecen de validez.

Fecha de Emisión

2019-09-13



ISAÍAS CURÍ MELGAREJO
Jefe de Laboratorio de Calibración
GREEN GROUP PE S.A.C