

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL**



**“EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO
PM10 Y VARIABLES METEOROLÓGICAS DE LA AVENIDA PRÓCERES
DE LA INDEPENDENCIA DEL DISTRITO DE SAN JUAN DE
LURIGANCHO”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTADO POR EL BACHILLER

BENITES PERALTA, JUANA VANESSA

**Villa El Salvador
2018**

DEDICATORIA

A mi madre Charito por ser siempre el apoyo incondicional, a mi padre Armando por enseñarme que la vida no es fácil y nunca rendirme a las adversidades, a mi asesor por sus conocimientos que hicieron posible la realización de este trabajo, a mi casa de estudios que gracias a ella pude conocer personas que hicieron mi vida para mejor en base a conocimientos y sentimientos.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar deseo agradecer a Dios por darme la dicha de tener la familia que ahora tengo, infinitas gracias a mis padres que siempre estuvieron conmigo en todo momento, por darme la educación y permitirme llegar hasta donde estoy, por ser la fuerza que me motivo a continuar y nunca decaer, agradecer sus sabias palabras que me hicieron una mejor persona cada día. A mi hermano por enseñarme que para estudiar no hay una cronología, a mi querido sobrino Thadeo que me sumerge en su mundo de fantasía e inocencia.

Asimismo, agradezco a mi profesor Odón Sánchez por aceptar ser mi asesor y brindarme sus conocimientos y tiempo, el cual fue la clave principal para la motivarme a la realización del presente estudio y por generarme el espíritu de la investigación.

Agradecer también a mi universidad por ser los cimientos que me orientaron a realizarme como profesional, a todos los profesores que me brindaron conocimiento estos 5 años, a las grandes personas que conocí y que a pesar de muchas amanecidas generaron lindos recuerdos.

A todos los amigos que me acompañaron hasta este momento y me brindaron su amor y paciencia.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1. Descripción de la Realidad Problemática	2
1.2. Justificación del Problema	3
1.3. Delimitación del Proyecto:	4
1.3.1. Teórica.....	4
1.3.2. Temporal:.....	5
1.3.3. Espacial	5
1.4. Formulación del Problema.....	7
1.4.1. Problema General	7
1.4.2. Problema Específico:	7
1.5. Objetivos	7
1.5.1. Objetivo General	7
1.5.2. Objetivos Específicos.....	7
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	8
2.1. Antecedentes.....	8
2.1.1. Nacionales	8
2.1.2. Internacional:	9
2.2. Bases Teóricas	10
2.2.1. Equipo de alto volumen para Material Particulado	11

2.3. Definición de términos básicos	12
CAPITULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL.....	15
3.1. Modelo de solución propuesto.....	15
3.1.1. Estación de Monitoreo	15
3.1.2. Parámetros de monitoreo	15
3.1.3. Recursos a emplear.....	16
3.1.4. Metodología de ensayo.....	17
3.1.5. Procedimientos	17
3.2. Resultados: Registro meteorológico.....	18
3.2.1. Régimen de Vientos.....	18
3.2.2. Temperatura	19
3.2.3. Humedad Relativa	20
3.2.4. Presión Atmosférica.....	20
3.3. Cálculo de material particulado con diámetro menor o igual a 10 micras (PM10)	21
CONCLUSIONES.....	25
RECOMENDACIONES.....	26
BIBLIOGRAFÍA.....	27
ANEXOS	30

LISTADO DE FIGURAS

Contenido	Pág.
Figura 1. Avenida Próceres de la Independencia cuadra 17	6
Figura 2. Distribución de la velocidad del viento	18
Figura 3. Porcentaje de velocidad de viento.	19
Figura 4. Variación de la temperatura ambiental	19
Figura 5. Variación de la Humedad Relativa	20
Figura 6. Variación de la Presión Atmosférica.....	21
Figura 7. Concentración de material particulado PM10 en la estación CA-01	24

LISTADO DE TABLAS

Contenido	Pág.
<i>Tabla 1</i> Ventajas y desventajas de los muestreadores activos.....	11
<i>Tabla 2</i> Ubicación del punto de monitoreo	15
<i>Tabla 3</i> Parámetros de monitoreo	16
<i>Tabla 4</i> Método de Análisis.....	17
<i>Tabla 5</i> Datos obtenidos de la estación meteorológica.....	21
<i>Tabla 6</i> Pesajes de filtros de PM10.....	23
<i>Tabla 7</i> Concentración Material Particulado menor o igual a 10 micras (PM10).....	23

INTRODUCCIÓN

El presente informe constituye el trabajo de suficiencia profesional final titulado: “Evaluación de la concentración de Material Particulado PM10 y variables meteorológicas de la avenida Próceres de la Independencia del distrito de San Juan de Lurigancho”. Teniendo como objetivo general evaluar la concentración de material particulado PM10 y las variables meteorológicas de la avenida Próceres de la Independencia cuadra 17 del distrito de San Juan de Lurigancho. El distrito cuenta en la actualidad con 1 millón 128 mil habitantes y es el más poblado del Perú. La falta de monitoreo de calidad de aire en avenidas principales donde radica el tráfico intenso debido al parque automotor hace que sean zonas con mala calidad de aire y pueden afectar a la salud de las personas.

El monitoreo se llevó a cabo los días 24 y 25 de abril del 2018 con una duración de diecinueve horas con diez minutos debido a las condiciones climatológicas y por medidas de seguridad, los resultados obtenidos de la concentración de partículas en suspensión menores o igual a 10 micras (PM10) superan los límites establecidos por los ECA de aire (100 ug/m^3), y lo recomendado por la Organización Mundial de la Salud (50 ug/m^3) debido al tránsito vehicular de la Av. Próceres de la Independencia, obteniendo una concentración de 138.377 ug/m^3 .

Las variables meteorológicas obtenidas fue la velocidad del viento, el cual obtuvo un porcentaje de 77% de calma y 23% de movimiento. No hubo un dirección de viento predominante debido que hubo escaso flujo de aire y con un velocidad menor al 1.5 m/s., la temperatura promedio fue de 26.22°C , humedad relativa promedio de 64.21% y una presión atmosférica promedio de 765.98 mmHg.

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la Realidad Problemática

El Perú posee desde el año 2001 el Reglamento para los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del aire (D.S.N°074-2001-PCM) y con el paso del tiempo sufrió diversas modificaciones, teniendo vigencia el D.S.N°003-2017-MINAM en la actualidad, se puede concluir entonces que el Perú cuenta con las principales herramientas legales para el control de la contaminación del aire.

San Juan de Lurigancho es uno de los 43 distritos de la Provincia de Lima, en el Departamento de Lima, Perú. El distrito de San Juan de Lurigancho es considerado el más poblado del Perú con 1 millón 128 mil pobladores (INEI, 2017) que se encuentra distribuida de manera desordenada y el crecimiento del parque automotor son factores que intervienen en la contaminación del aire. Las fuentes móviles contribuyen con un 50 % o más en las concentraciones de material particulado en las áreas urbanas(OMS, 2004).

El estado mediante sus entidades como la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) del Ministerio de Salud, el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), entidad adscrita al MINAM, y el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) del Ministerio del Ambiente, realizan continuos monitoreos puntuales de calidad de aire en donde incluyen el análisis del parámetro de PM10, y siendo aún estas investigaciones deficientes en referencia al distrito de San Juan de Lurigancho.

El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) desde el año del 2010 comenzó implementar la Red de Vigilancia de Calidad del Aire en Lima Metropolitana en 5 distritos y recién en el año 2014 se implementa la estación automática de monitoreo de calidad de aire en el distrito de San Juan de Lurigancho, operando en abril de ese año la cual se ubica Av. Del Parque, cuadra 6 (Azotea de las Oficinas administrativas de la Universidad César Vallejo (Anexo A), encontrándose a cuatro cuadras aproximadamente equidistante de dos avenidas principales Próceres de la Independencia y Santa Rosa.

1.2. Justificación del Problema

La realización del presente trabajo tiene como finalidad medir de manera cualitativa y cuantitativa la concentración del material particulado menores o igual a 10 micras (PM10) presente en la avenida Próceres de la independencia y las variables meteorológicas.

San Juan de Lurigancho es el distrito más extenso del Perú, por lo cual se debe priorizar las evaluaciones de las avenidas principales, como la avenida “Próceres de la Independencia”, la cual posee cuatro carriles y varias vías de intercepción, por consecuencia presenta una alta circulación de vehículos particulares y transporte

público, la generación de tráfico, la gran cantidad de paraderos consecutivos, son factores que generan contaminación del aire especialmente de material particulado PM10, el cual puede afectar de manera significativa la salud de las personas que transitan y realizan comercio en la zona. Según la Organización Mundial de la Salud, las partículas con un diámetro de 10 micrones o menos (\leq PM10) pueden penetrar y alojarse profundamente dentro de los pulmones (OMS, 2018), los efectos que ocasiona a la salud es amplio, pero se producen en particular en los sistemas respiratorio y cardiovascular. (OMS, 2005), por tal motivo se debe informar a la población sobre los riesgos que se encuentran expuestos.

Que sirva de base para investigaciones posteriores, que el gobierno pueda realizar seguimientos continuos de monitoreos de calidad de aire para identificar dentro del distrito de San Juan de Lurigancho zonas que puedan estar afectadas con el material particulado PM10, y lo más importante a raíz de la información obtenida poder ayudar a la adopción de toma de decisiones para la disminución de la contaminación del aire.

1.3. Delimitación del Proyecto:

1.3.1. Teórica

La delimitación teórica del presente trabajo, estará determinado por una evaluación puntual de la concentración de material particulado igual o menor a 10 micrómetros (PM10) y las condiciones meteorológicas presente. La base la información en referencia en para muestreo el Protocolo de monitoreo de la Calidad del aire y gestión de los Datos (DIGESA, 2005), EPA Apéndice J de la parte 50: Método de referencia para la determinación de materia particulado como PM10 en la atmósfera, y la comparación con el marco normativo del Decreto Supremo N° 003-

2017-MINAM titulado “Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias” (Anexo B) y la 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 (Anexo C).

1.3.2. Temporal:

Debido a las investigaciones realizadas anteriormente por el SENAMHI demuestra una alta contaminación de material particulado a fines del mes de Abril en el distrito de San Juan de Lurigancho, por tal motivo el estudio está programado para los días 24 y 25 de Abril del año 2018, donde el tiempo de muestreo es de diecinueve horas con diez minutos consecutivos, debido a la precipitación suscitada a horas de la madrugada, lo cual impidió culminar el monitoreo de 24 horas, tanto para el high vol como la estación meteorológica.

1.3.3. Espacial

El espacio geográfico en el cual se realizará el presente trabajo pertenece al distrito de San Juan de Lurigancho, uno de los 43 distritos de la Provincia de Lima, Departamento de Lima, Perú. Se ubica al Noreste de Lima Metropolitana. Colindando con el norte con el distrito de Carabaylo, por el Sur con el Distrito de El Agustino y el Distrito de Lima, por el este con la Provincia de Huarochirí y el Distrito de Lurigancho y el Oeste con el Distrito del Rímac, el Distrito de Independencia y el Distrito de Comas (Municipalidad de S.J.L.,s.f., portal web).

El monitoreo se realizó en la cuadra diecisiete de la avenida próceres de la independencia, el cual posee en la actualidad una alta circulación del parque automotor el cual origina emisiones de partículas contaminantes que afectan a la

calidad del aire en el distrito de San Juan de Lurigancho, y por las condiciones geográficas y meteorológicas hacen propicio que sea uno de los distritos con alto índice de contaminantes atmosféricos según investigaciones realizada por el SENAMHI (2015).

La avenida próceres de la independencia se caracteriza por la gran demanda comercial, la cuadra 17 (Figura 1) posee puestos de ventas de repuestos, autopartes y talleres mecánicos.

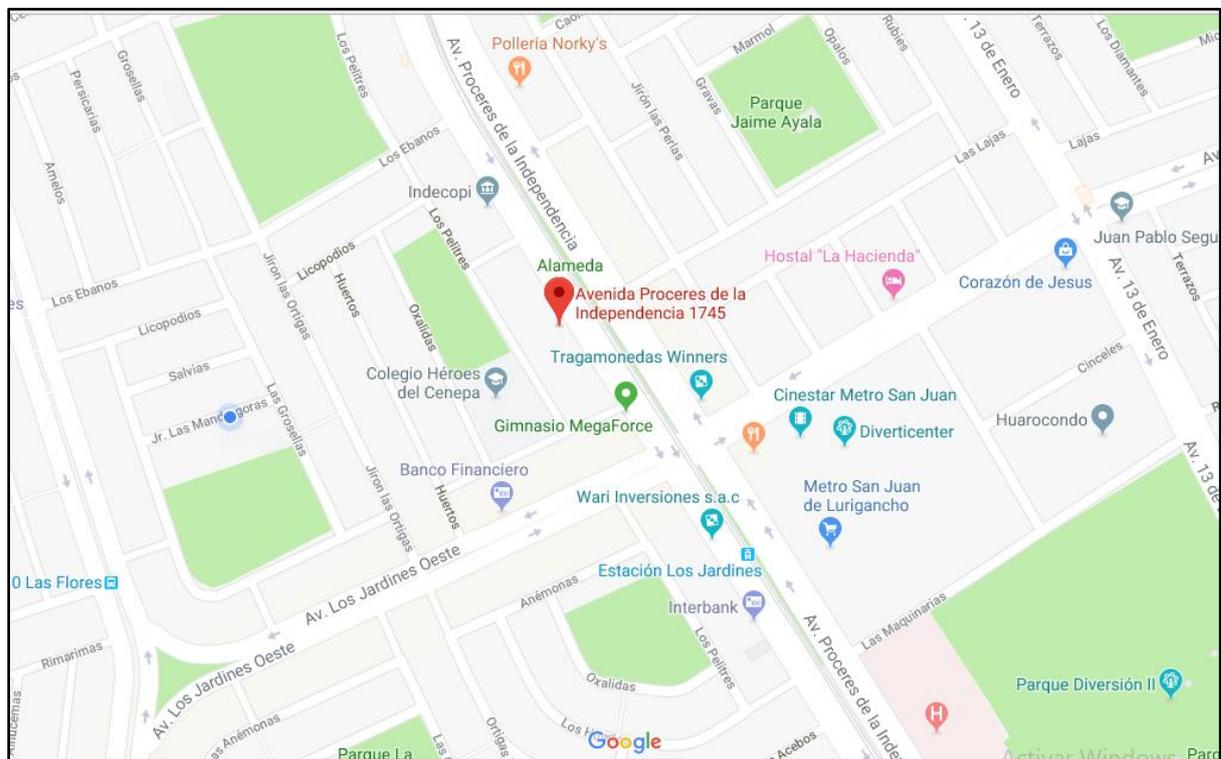


Figura 1. Avenida Próceres de la Independencia cuadra 17 (Fuente: Google Maps)

1.4. Formulación del Problema

1.4.1. Problema General

¿Cuál será la concentración de PM10 y las variables meteorológicas en la avenida Próceres de la Independencia cuadra 17 del distrito de San Juan de Lurigancho?

1.4.2. Problema Específico:

- ¿Cuál será la concentración de material particulado PM10 de la avenida Próceres de la Independencia cuadra 17 del distrito de San Juan de Lurigancho?
- ¿Cuáles serán las variables meteorológicas presentes de la avenida Próceres de la Independencia cuadra 17 del distrito de San Juan de Lurigancho?

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Evaluar la concentración de material particulado PM10 y las variables meteorológicas de la avenida Próceres de la Independencia cuadra 17 del distrito de San Juan de Lurigancho.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Medir la concentración de material particulado PM10 presente en la avenida Próceres de la Independencia cuadra 17 del distrito de San Juan de Lurigancho.
- Medir las variables meteorológicas presentes en la avenida Próceres de la Independencia cuadra 17 en el distrito de San Juan de Lurigancho.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Nacionales

- Sánchez O., Ordoñez C., Aliaga R., Ordoñez J. y Vega A. (2015) Revista interdisciplinaria de la Universidad Antonio Ruiz de Montoya titulada: Determinación cuantitativa de fuentes de material particulado en la atmosfera de la ciudad de Lima – Perú. La investigación presenta el muestreo del material particulado inhalable PM10 en el distrito de Villa María del Triunfo, donde obtuvieron, mediante un método de Plasma Acoplado Inductivo, la concentración de 25 elementos traza en la atmosfera, también identificaron seis fuentes locales que son: resuspensión del suelo, emisiones industriales, quema de aceite de combustibles, emisiones vehiculares, aerosol marino y aerosol secundario (sulfato y nitrato).
- Senamhi (2015). Informe titulado: Evaluación de la Calidad del Aire en Lima Metropolitana 2015. El informe presenta la caracterización de la contaminación del aire en Lima Metropolitana causada por aerosoles atmosféricos, ozono troposférico, monóxido de carbono, dióxido de azufre,

dióxido de nitrógeno, PM10 y PM2.5. Además de variables meteorológicas: altura de inversión térmica, temperatura del aire, humedad relativa y velocidad del viento. Concluyendo que el distrito de San Juan de Lurigancho las concentraciones promedio diarias de PM10 en la estación alcanzaron $153.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ los días 22, 25 y 29 de abril del 2015. Registrando en cuatro oportunidades en el mes de Abril sobrepasar el ECA (Anexo D). De lunes a viernes las concentraciones mínimas horarias de PM10 se presentaron entre las 06:00 horas y los sábados y domingos a las 18:00 horas.(ANEXO E)

2.1.2. Internacional:

- Martín P. (2005) Tesis Doctoral de la Universidad de Buenos Aires titulado: Contaminación del aire por material particulado en la Ciudad de Buenos Aires. La tesis doctoral presenta las características de la concentración de fondo de material particulado en suspensión total y PM10 en la atmósfera y las estimaciones del depósito de material particulado en la Ciudad de Buenos Aires. Concluyendo que las máximas concentraciones mensuales de material particulado en suspensión pueden superar los $0.15\text{mg}/\text{m}^3$, principalmente en los meses invernales. Las concentraciones medias diarias de PM10 superaron los $0.15 \text{ mg}/\text{m}^3$ en Constitución, Retiro y en los alrededores del Aeroparque y la Autopista 25 de Mayo.

Otorgando grandes aportes a este trabajo como la conclusión de que las concentraciones de material particulado en aire, originadas por las emisiones vehiculares (automóviles particulares, camiones y camionetas) representan, en general, más del 60% de la concentración estimada y el

transporte público de pasajeros, puede representar, en algunas zonas algo más del 20% de la concentración estimada

- Da Rocha G., Vasconcellos P., Ávila S., Souza D., Reis E., Oliveira P. y Sánchez O. (2012), artículo de investigación titulado: Seasonal Distribution of Airborne Trace Elements and Water-Soluble Ions in São Paulo Megacity, Brazil. El artículo presenta la recolección de PM10 por un muestreador de alto volumen, colocado en un área abierta desde el mes de abril de 2003 a mayo de 2004 (n = 28) durante 24 h por filtración del aire ambiente a través de un filtro de fibra de cuarzo, para luego determinar la concentración de elementos traza y composición iónica de muestras de PM10. Los resultados de las concentraciones de PM10 variaron de 33 a 58 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para el verano 2003-2004, luego del análisis del PM10 mostro que para NH_4^+ y SO_4^{2-} , proceso secundario (conversión de gas a partícula) a través de la reacción entre sus precursores de vapor fue una fuente de iones relevante en PM10. El rocío de sal marina era una fuente menor para algunos iones (Cl^- , SO_4^{2-} , K^+ , Ca^{2+} y Mg^{2+}).). En cambio, otras fuentes fueron más importante, como natural (para Al, Fe, Ca y Mg) o antropogénico (Cl^- y SO_4^{2-} , vehicular). Algunas fuentes fueron predominantes para algunas especies: quema de combustible y quema de biomasa, conversión de gas a partícula y rocío de sal marina.

2.2. Bases Teóricas

El presente trabajo hará uso del método activo el cual consistente en “Capturar de las sustancias contaminantes en el aire que es bombeado a través de un medio de recolección física o química y después es analizada en un laboratorio del

material de recolección utilizado. Donde se realiza el cálculo a través de fórmulas matemáticas, de la concentración de contaminación en el aire.” (OEFA,s.f., p. 4)

Tabla 1
Ventajas y desventajas de los muestreadores activos

MÉTODO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Muestreadores Activos	<ul style="list-style-type: none"> - Economicos. - De fácil acceso. - Operación y rendimiento confiable. - Cuenta con base de datos historicos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Suministran promedios diarios. - Requieren mano de obra intensiva para la recolección y análisis de muestra. - Requieren análisis de laboratorio.

Fuente: DIGESA, 2005, p. 14

2.2.1. Equipo de alto volumen para Material Particulado

Cuyo funcionamiento consiste en aspirar aire del ambiente a flujo constante. El cabezal de muestreo PM10 muestrea partículas suspendidas en el aire en un rango de 1.13 m³/min a través de su entrada circular. Con su diseño simétrico, que asegura que no interfiera la dirección del viento durante el muestreo.

Las partículas son aceleradas a través de 9 boquillas de aceleración. Debido a su elevada inercia, las partículas con un tamaño aerodinámico mayor a 10 micras, impactan en una placa. El aire es absorbido en el cabezal, es evacuado de la cámara buffer a través de nueve boquillas aceleradoras a la cámara de impacto donde las partículas más grandes que 10 µm son impactadas a la cuña colección de grasa (OEFA, s.f., p. 7-14).

Para el análisis en laboratorio consiste de acondicionar el filtro antes y después del monitoreo a las siguientes condiciones:

- Rango de temperatura: 15 a 30 C.
- Control de temperatura: ± 3 C.
- Rango de humedad: 20% a 45% HR.
- Control de humedad: $\pm 5\%$ HR.

Luego se procede al pesaje mediante balanza analítica que debe ser adecuada para pesar el tipo y tamaño de filtros requeridos por la muestra. (EPA, 2014, p. 4)

2.3. Definición de términos básicos

- a. Aerosoles: Partículas de material, sólidas o líquidas, más grandes que una molécula pero lo suficientemente pequeñas para quedar suspendidas en la atmósfera. Las fuentes naturales de aerosoles incluyen partículas de sal provenientes del mar y partículas de arcilla de la erosión de las rocas. También se pueden tener aerosoles originados como resultado de la actividad humana y en este caso se les considera contaminantes. (SENAMHI, 2005, p. 178)
- b. Ambiente: Es el conjunto de elementos físicos, químicos y biológicos, de origen natural o antropogénico, que rodean a los seres vivos y determinan sus condiciones de existencia. (Dirección General de Políticas, 2009, p.45)
- c. Calidad Ambiental: Condición de equilibrio natural que describe el conjunto de procesos geoquímicos, biológicos y físicos, y sus diversas y complejas interacciones, que tienen lugar a través del tiempo, en un determinado espacio geográfico. La calidad ambiental se puede ver impactada, positiva

- o negativamente, por la acción humana; poniéndose en riesgo la integridad del ambiente así como la salud de las personas. (DGP, 2009, p.53)
- d. Contaminación del aire: Acción y estado que resulta de la introducción por el hombre de contaminantes al ambiente por encima de las cantidades y/o concentraciones máximas permitidas tomando en consideración el carácter acumulativo o sinérgico de los contaminantes en el ambiente. (DGP, 2009, p.61)
 - e. Estándar de Calidad Ambiental (ECA): Estándar ambiental que regula el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. (DGP, 2009, p.70)
 - f. Estándares de Calidad del Aire: Aquellos que consideran los niveles de concentración máxima de contaminantes del aire que en su condición de cuerpo receptor es recomendable no exceder para evitar riesgo a la salud humana, los que deberán alcanzarse a través de mecanismos y plazos detallados en la norma. (DGP, 2009, p.61)
 - g. Fuente: Cualquier proceso, actividad o mecanismo que se libera en la atmósfera como un gas de efecto invernadero, un aerosol o un precursor de un gas de efecto invernadero o de un aerosol. (SENAMHI, 2005, p. 181)
 - h. Material Particulado: Es una mezcla de partículas sólidas microscópicas y gotas líquidas suspendidas en el aire (aerosoles), el cual se clasifica de acuerdo a su tamaño, en partículas con diámetro menor a 10 micras, 2,5 micras y 1 micra. (MINAM, 2013-2014, pág. 17). Proviene en su mayoría del uso de combustibles fósiles que contienen azufre y de los oxidantes

- fotoquímicos formados en la atmósfera por reacciones químicas complejas entre los HC, óxidos de nitrógeno (NOx) y CO, todos relacionados con las emisiones vehiculares. (Gutiérrez, Romieu, Corey, & Fortoul, 1997, p. 452).
- i. Monitoreo ambiental: Comprende la recolección, el análisis, y la evaluación sistemática y comparable de muestras ambientales en un determinado espacio y tiempo; la misma que se realiza a efectos de medir la presencia y concentración de contaminantes en el ambiente. (DGP, 2009, p.87)
 - j. Muestreo: Recolección de una porción representativa para someterla a análisis y ensayos. (DIGESA, 2005)
 - k. Organismo de Evaluación y fiscalización Ambiental (OEFA): Es un organismo público técnico especializado, con personería jurídica de derecho público interno, que constituye un pliego presupuestal. Se encuentra adscrito al MINAM y se encarga de la fiscalización, supervisión, evaluación, control y sanción en materia ambiental, así como de la aplicación de los incentivos. (DGP, 2009, p.90)
 - l. Protocolo: Conjunto ordenado de reglas o procedimientos que se siguen para llevar a cabo una función determinada. (DIGESA, 2005).

CAPITULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

3.1. Modelo de solución propuesto

3.1.1. Estación de Monitoreo

Se estableció un (01) punto de monitoreo para evaluar el nivel de calidad del aire, cuyas características se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 2
Ubicación del punto de monitoreo

Estación	Agentes evaluados	Descripción	Coordenadas UTM		Altitud m.s.n.m.
			Este	Norte	
CA-01	PM10 y variables meteorológicas.	Cercana a la pista con vehículos en dirección al norte, cuadra 17 de la Av. Próceres de la Independencia.	0281484	8672116	231

Elaboración propia.

3.1.2. Parámetros de monitoreo

De acuerdo a la investigación y teniendo como referencia las normas ambientales vigentes, se han establecido los siguientes parámetros:

Tabla 3
Parámetros de monitoreo

Parámetro	Equipo
Material particulado menor o igual a 10 micras (PM10).	Medidor de alto volumen HI-VOL, PM10.
Velocidad de viento, Temperatura, Humedad Relativa, Presión barométrica.	Estación meteorological Marca Davis Instruments, Modelo: Vantage PRO 2.

Elaboración propia.

3.1.3. Recursos a emplear

Los recursos a emplear serán los siguientes:

- Muestreador de Alto Volumen PM10 (High Vol).
- Estación Meteorológica
- Brújula
- GPS
- Filtro de fibra de cuarzo
- Planos.

3.1.4. Metodología de ensayo

Tabla 4
Método de Análisis

Parámetro	Método de Muestreo	Tipo de Muestra
Material particulado menores de 10 micras en la Atmosfera (PM ₁₀)	Referenciado en CFR Title 40, Appendix J to Part 50, 1987. (Validado para pesaje de muestra). Reference Method for the Determination of Particulate Matter as PM10 in the Atmosphere.	Filtro de Fibra de Cuarzo

Fuente: Informe de ensayo N°122266 - 2018 (ANEXO F)

3.1.5. Procedimientos

La metodología aplicada en campo y los métodos de ensayo utilizados en laboratorio, se basan como referencia en las normas establecidas por el Protocolo del Monitoreo de la calidad de aire.

Se realizó la instalación del Hivol en la cuadra diecisiete de la avenida Próceres de la Independencia y se procedió a colocar el filtro (Anexo G), el cual fue proporcionado por el laboratorio. Después se efectuó el llenado de la cadena de custodia (Anexo H).

Luego se procedió a la instalación de la estación meteorológica el cual se instaló a unos 1.5 metros sobre el piso, recomendado por la DIGESA para estimar exposiciones potenciales del ser humano a situaciones de gran carga de tráfico vehicular. La estación meteorológica monitoreo la medición de velocidad y dirección del viento, humedad relativa, temperatura y presión atmosférica durante todo el tiempo de muestreo.

Se prendió el GPS para ver la localización (Anexo I) y colocar las coordenadas en la cadena. El monitoreo se suspendió a las 2:30 am del día 25 de abril por problemas climatológicos debido a la lluvia intensa y por la falta de seguridad en la zona. (Anexo J y K). Una vez culminado el monitoreo se procedió con el retiro del filtro el cual se llevó al laboratorio Servicios Analíticos Generales S.A.C. para su pesaje. (Anexo L). Se procesó la data obtenida en la estación meteorológica y se esperó 9 días hábiles para la obtención del resultado de laboratorio. En gabinete se realizó los cálculos convenientes para la obtención del resultado en $\mu\text{m}/\text{m}^3$ y poder compararlos con la norma nacional vigente y con la OMS.

3.2. Resultados: Registro meteorológico

3.2.1. Régimen de Vientos

En el siguiente Figura 2 se muestra el comportamiento horario de la velocidad del viento desde las 7:20 a.m. del día 24 de abril hasta las 2:30 a.m. del día 25 de abril, obteniendo una velocidad promedio de 0 m/s y con un porcentaje de calma de 77% y 23% de movimiento (Figura 3) donde la velocidad máxima es de 0.9 m/s y la menor de 0m/s. No hubo un dirección de viento predominante debido que hubo escaso flujo de aire y con un velocidad menor al 1.5 m/s.

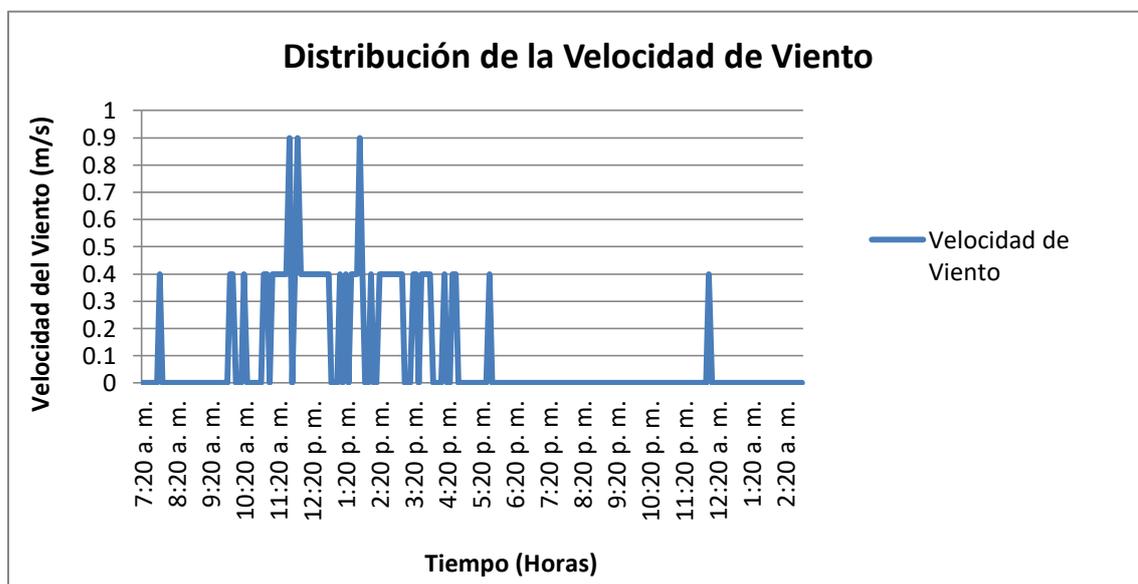


Figura 2. Distribución de la velocidad del viento. (Fuente: Elaboración Propia)

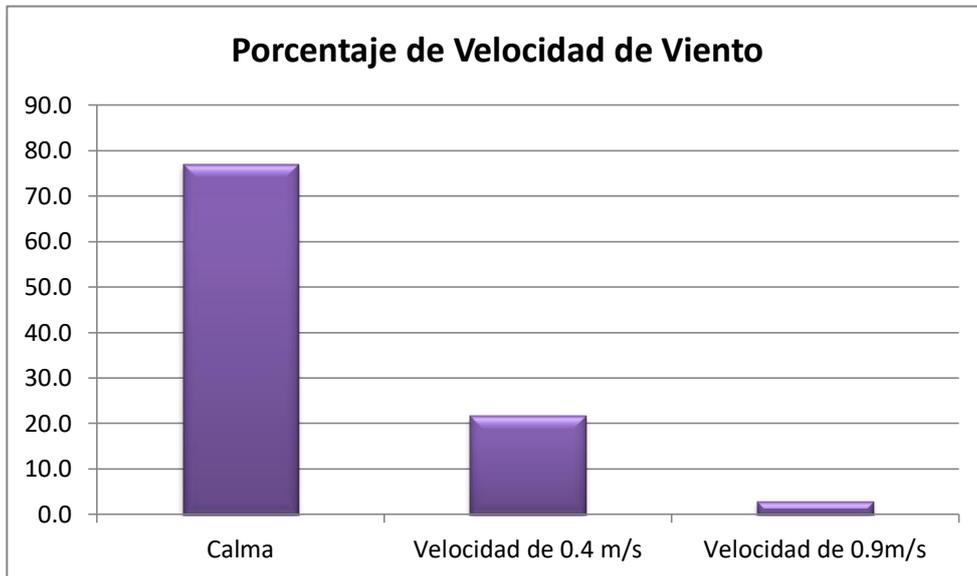


Figura 3. Porcentaje de velocidad de viento. (Fuente: Elaboración Propia)

3.2.2. Temperatura

En la figura 5 se muestra el comportamiento horario de la temperatura desde las 7:20 a.m. del día 24 de abril hasta las 2:30 a.m. del día 25 de abril siendo la temperatura promedio obtenida de 26.22°C, la máxima 31.5°C del día 24 de Abril a las 1:20 p.m. y la mínima 21.5°C del día 25 de Abril a las 2:30 a.m.

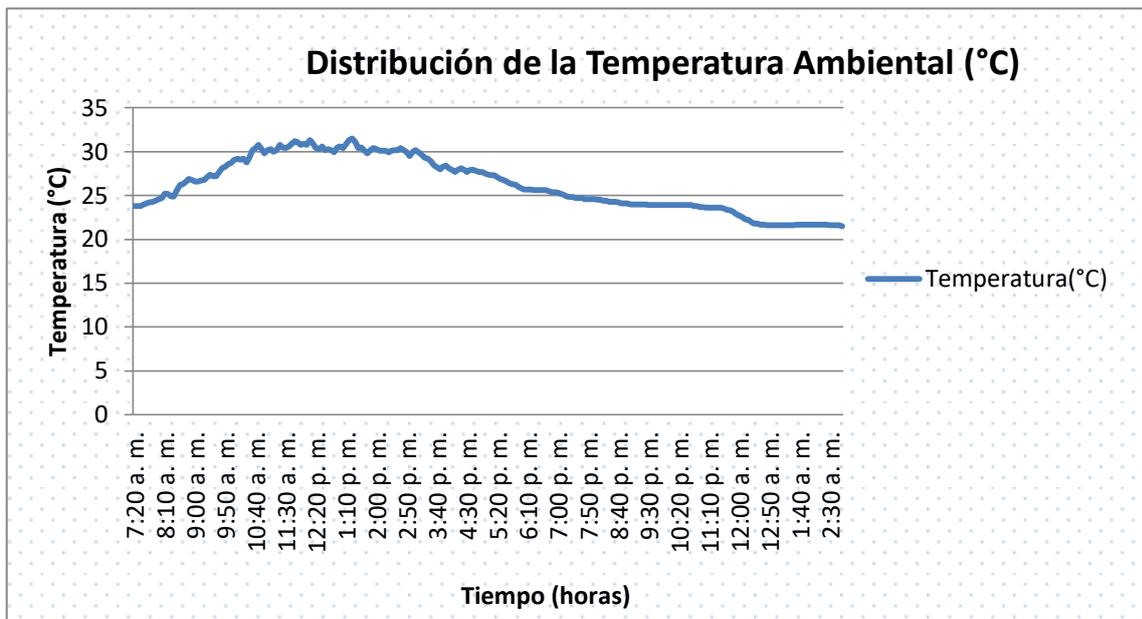


Figura 4. Variación de la temperatura ambiental (Fuente: Elaboración Propia)

3.2.3. Humedad Relativa

En la figura 6 se muestra el comportamiento horario de la Humedad relativa desde las 7:20 a.m. del día 24 de abril hasta las 2:30 a.m. del día 25 de abril siendo la humedad promedio obtenida de 64.21%. Registrando una máxima humedad de 86% el día 25 de Abril a las 2:30 a.m. y la mínima de 48% de humedad del día 24 de Abril 1:20 p.m.

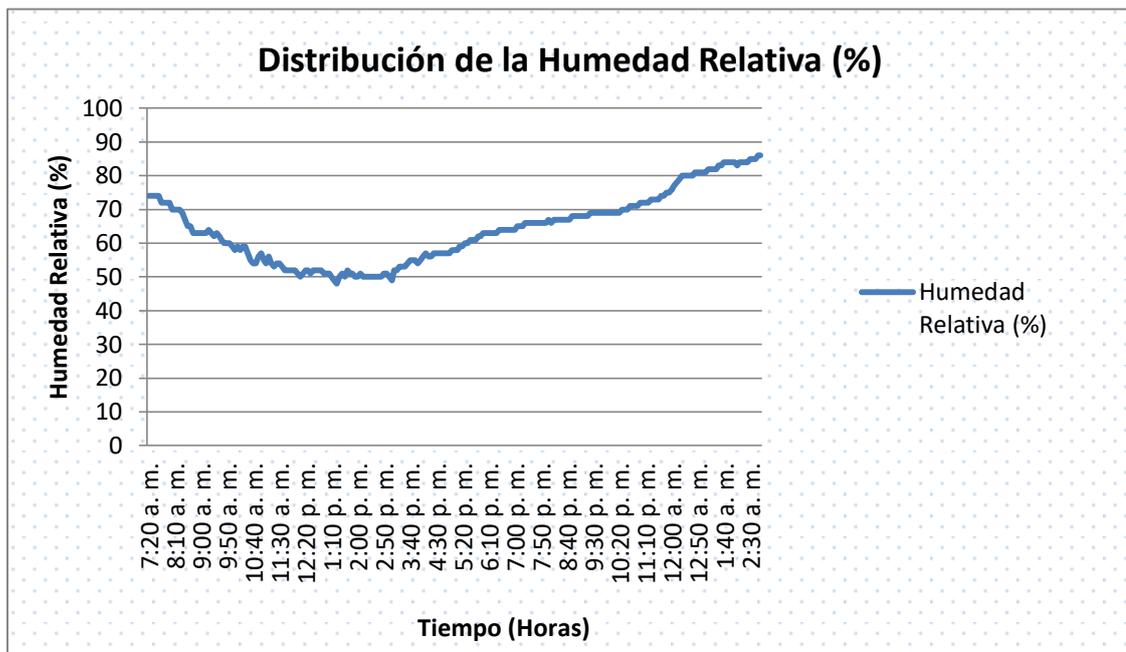


Figura 5. Variación de la Humedad Relativa (Fuente: Elaboración propia)

3.2.4. Presión Atmosférica

En la figura 7 se muestra el comportamiento horario de la Presión Atmosférica desde las 7:20 a.m. del día 24 de abril hasta las 2:30 a.m. del día 25 de abril. Obteniendo una presión atmosférica promedio de 765.98 mmHg y con una presión atmosférica máxima de 767 mmHg y una mínima de 764.7 mmHg ambas registradas en el día 24 de Abril.

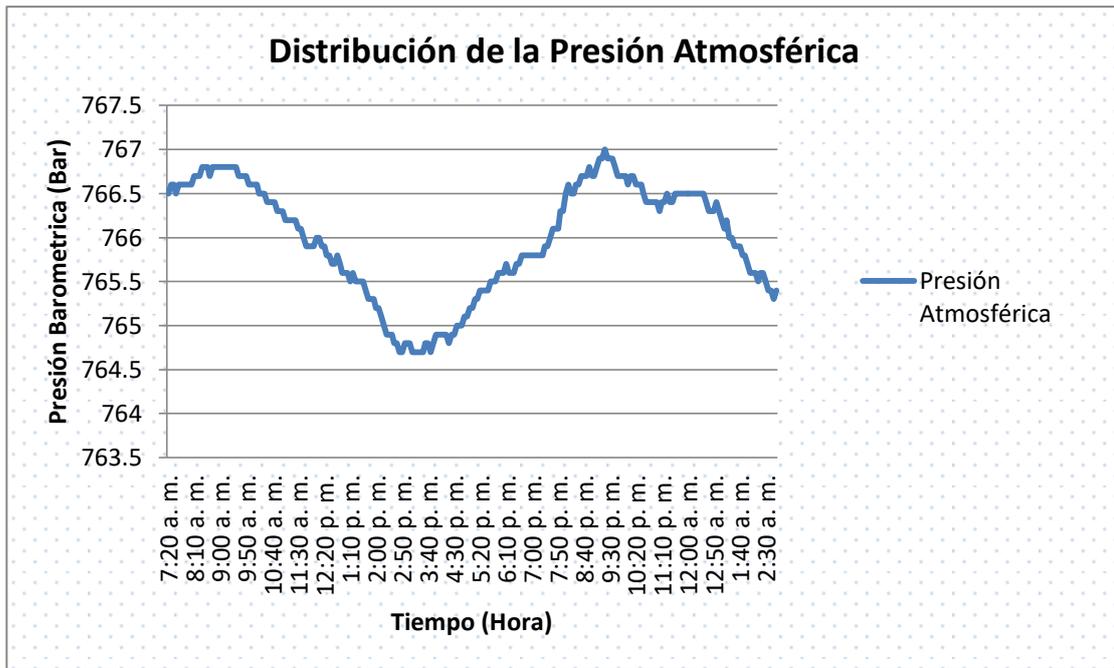


Figura 6. Variación de la Presión Atmosférica.

3.3. Cálculo de material particulado con diámetro menor o igual a 10 micras (PM10)

Cálculo de la concentración de material particulado respirable menor o igual a 10 micras (PM10) se muestran en la siguiente tabla 5.

Datos:

Tabla 5
Datos obtenidos de la estación meteorológica

Nombre	Abreviatura	Valor	Unidades
Flujo de High Vol	Q(a)	1.137	m ³ /min
Presión barométrica ambiente	P(a)	765.99	mmHg
Presión Estándar	P(std)	760	mmHg
Temperatura ambiente	T(a)	299.37	°K
Temperatura Estándar	T(std)	298.15	°K
Tiempo de muestreo	t	1150	min

Elaboración Propia

Tasa de flujo en unidades de Aire Estándar:

$$Q_{std} = Q_a \frac{P_a * T_{std}}{P_{std} * T_a}$$

Formula según el EPA appendix J to part 50—reference method for the determination of particulate matter as PM10 in the atmosphere

Reemplazar con los datos obtenidos:

$$Q_{std} = 1.137 \text{ m}^3/\text{min} * \frac{765.99 \text{ mmHg} * 298.15 \text{ }^\circ\text{K}}{760 \text{ mmHg} * 299.37 \text{ }^\circ\text{K}}$$

$$Q_{std} = 1.134 \text{ m}^3/\text{min}$$

Cálculo de volumen de muestreo estandarizado:

$$V_{std} = Q_{std} * t$$

Reemplazando:

$$V_{std} = 1.134 \text{ m}^3/\text{min} * 1150 \text{ min}$$

$$V_{std} = 1304.4 \text{ m}^3$$

Calculo de peso neto de filtro muestreado (Wn):

Datos:

Tabla 6
Pesaje de filtro de PM10

Pesaje inicial (Wi)	Pesaje final (Wf)	Peso de neto del filtro muestreado (Wn)
g	g	g
3.4939	3.6744	0.1805

Fuente de Información: Informe de Ensayo N° 122266-2018 (Anexo E)

Calculo de la concentración PM10 del filtro de muestreo:

$$PM_{10} = \frac{W_n * 10^6 \mu g}{V_{std}}$$

$$PM_{10} = \frac{0.1805 * 10^6 \mu g}{1304.4 \text{ std. m}^3}$$

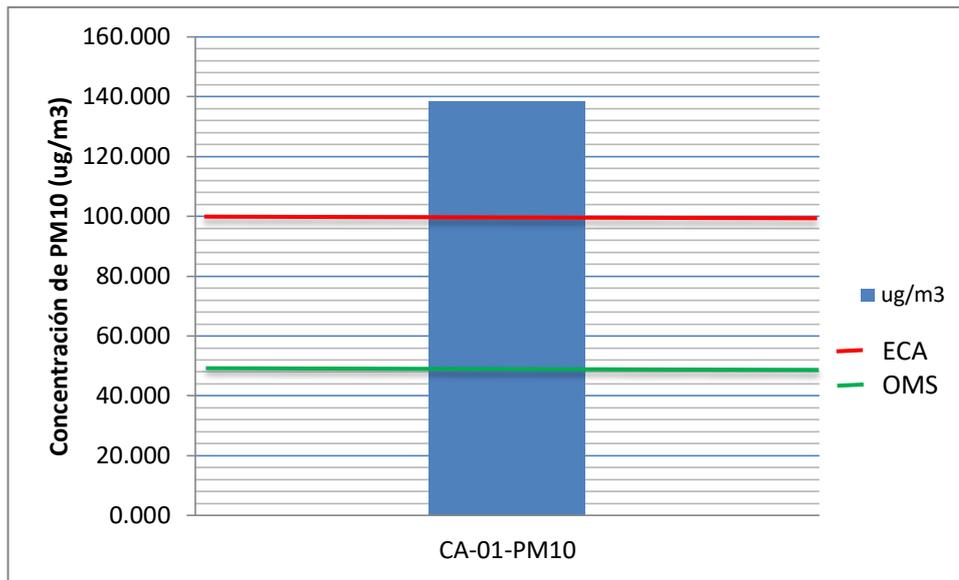
$$PM_{10} = 138.377 \mu g / \text{std. m}^3$$

Tabla 7
Concentración Material Particulado menor o igual a 10 micras (PM10)

Estación	Fecha de monitoreo	Concentración $\mu g/m^3$
CA-01-PM10	24-25/04/18	138.377

Fuente: Elaboración propia

Figura 7
Concentración de material particulado PM10 en la estación CA-01



Elaboración Propia

CONCLUSIONES:

- La concentración de material particulado PM10 presente en la avenida Próceres de la Independencia cuadra 17 del distrito de San Juan de Lurigancho es de 138.377 ug/m³. Lo cual sobrepasa el Estándar de Calidad Ambiental (100 ug/m³) y lo recomendado por la Organización Mundial de la Salud (50 ug/m³).
- Las variables meteorológicas mediadas en la avenida Próceres de la Independencia cuadra 17 en el distrito de San Juan de Lurigancho fueron:
 - La velocidad del viento, el cual obtuvo un porcentaje de 77% de calma y 23% de movimiento. No hubo un dirección de viento predominante debido que hubo escaso flujo de aire y con un velocidad menor al 1.5 m/s.
 - La temperatura promedio obtenida fue de 26.22°C, la máxima 31.5°C del día 24 de Abril a las 1:20 p.m. y la mínima 21.5°C del día 25 de Abril a las 2:30 a.m.
 - La humedad relativa (Hr) promedio obtenida fue de 64.21% ,la máxima 86% de Hr del día 25 de Abril y la mínima de 48% Hr del día 24 de Abril.
 - La presión atmosférica promedio obtenida fue de 765.98 mmHg, la máxima de 767 mmHg y la mínima de 764.7 mmHg ambas registras en el día 24 de Abril.

RECOMENDACIONES

Debido al alto grado de contaminación del PM10 y que es ocasionado en su totalidad por el parque automotor se recomienda:

- La utilización de combustibles más limpios que generen bajas emisiones, especialmente combustibles con bajo contenido de azufre.
- Incentivar y dar relevancia al uso de transporte público, implementar zonas para pistas de bicicletas.
- Implementar paraderos exclusivos para moto-taxis que no generen congestión en las vías principales.
- Realizaciones de monitoreo en las zonas aledañas a las avenidas principales, debido que el presente estudio demuestra una mala calidad de aire.

BIBLIOGRAFÍA

Dirección General de Salud Ambiental. (2005). *Protocolo de monitoreo de la calidad del aire y gestión de los datos*. Lima, Perú: División Política Administrativa.

Dirección General de Políticas, N. e. (2009). *Glosario de términos para la gestión ambiental peruana*. Lima, Perú.

Environmental Protection Agency (2014). Appendix j to part 50—reference method for the determination of particulate matter as. *En Title 40: Protection of Environment* (pág. 9).

Gutiérrez, H., Romieu, I., Corey, G., & Fortoul, T. (1997). *Contaminación del aire: riesgos para la salud*. Distrito Federal de México, Mexico. Recuperado de <http://search.bvsalud.org/cvsp/resource/pt/lil-241006>

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2017). *Lima tendría 9 millones 111 mil habitantes*. Lima, Perú. Recuperado de <https://www.inei.gob.pe/prensa/noticias/lima-tendria-9-millones-111-mil-habitantes-9531/>

Municipalidad de San Juan de Lurigancho. (s.f.). *San Juan de Lurigancho Cuna de emprendedores - Historia*. Recuperado de <http://munisjl.gob.pe/1/distrito/>

Ministerio del Ambiente. (2013-2014). *Informe nacional de la calidad del aire*. Lima, Perú: Ministerio del Ambiente.

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. (s.f.). *Equipos de medicion de la calidad del aire.Lima, Perú:* Recuperado de <http://sial.segat.gob.pe/download/file/fid/54411>.

Organizacion Mundial de la Salud. (2004). *World Health Organization*. Outdoor air pollution: assessing the environmental burden of disease at national and local levels. Recuperado de http://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/ebd5/en/

Organización Mundial de la Salud. (2005). *Guías de calidad del aire - actualización mundial.* Recuperado de http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/outdoorair_aqg/es/

Organizacion Mundial de la Salud. (2018). *Organizacion Mundial de la Salud*. Recuperado de [http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (2005). *Escenarios de Cambio Climático en el Perú al 2050: Cuenca Río Piura* (págs. 178-181).

Sánchez O., Ordoñez C., Aliaga R., Ordoñez J. y Vega A. (Enero - Junio 2015). Determinación cuantitativa de fuentes de material particulado en la atmosfera de la ciudad de Lima – Perú. *Silex Revista interdisciplinaria de la Universidad Antonio Ruiz de Montoya*. ISSN 2310 – 4244. (4), Pág. 109 – 121.

Martín P. (2005). *Contaminación del aire por material particulado en la Ciudad de Buenos Aires* (Tesis Doctoral). Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina. Recuperado de

http://digital.bl.fcen.uba.ar/gsd1282/cgi-bin/library.cgi?a=d&c=tesis&d=Tesis_3931_Martin.

Da Rocha G., Vasconcellos P., Ávila S., Souza D., Reis E., Oliveira P. y Sánchez O. (2012). Seasonal Distribution of Airborne Trace Elements and Water-Soluble Ions in São Paulo Megacity, Brazil. *J.Braz.Chem. Soc.*

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (2015). *Evaluación de la Calidad del Aire en Lima Metropolitana 2015*. Informe anual. Lima, Perú: Dirección General de Investigación y Asuntos Ambientales del SENAMHI.

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (2014). *Evaluación de la Calidad del Aire en Lima Metropolitana 2015*. Informe anual. Lima, Perú: Dirección General de Investigación y Asuntos Ambientales del SENAMHI.

Nikolova I., Cai X, Mohammed Salim Alam M, Zeraati-Rezaei², Jian Zhong¹, A. Rob MacKenzie. (2018). *The influence of particle composition upon the evolution of urban ultrafine diesel particles on the neighbourhood scale*. *Química y Física de la Atmósfera*. doi: DOI: 10.5194/acp-2017-1018

McDonald et al., Science (2018). *Volatile chemical products emerging as largest petrochemical source of urban organic emissions*. Pág. 359, 760–764.

Organización Mundial de la Salud. (2006). *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 27, Suiza: OMS.

ANEXOS

ANEXO A

Estación de monitoreo de San Juan de Lurigancho.



Fuente: SENAMHI, 2014

ANEXO B

Estándares de Calidad Ambiental para Aire

Parámetros	Período	Valor [µg/m³]	Criterios de evaluación	Método de análisis ^[1]
Benceno (C ₆ H ₆)	Anual	2	Media aritmética anual	Cromatografía de gases
Dióxido de Azufre (SO ₂)	24 horas	250	NE más de 7 veces al año	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	1 hora	200	NE más de 24 veces al año	Quimioluminiscencia (Método automático)
	Anual	100	Media aritmética anual	
Material Particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM _{2,5})	24 horas	50	NE más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	Anual	25	Media aritmética anual	
Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM ₁₀)	24 horas	100	NE más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	Anual	50	Media aritmética anual	
Mercurio Gaseoso Total (Hg) ^[2]	24 horas	2	No exceder	Espectrometría de absorción atómica de vapor frío (CVAAS) o Espectrometría de fluorescencia atómica de vapor frío (CVAFS) o Espectrometría de absorción atómica Zeeman. (Métodos automáticos)
Monóxido de Carbono (CO)	1 hora	30000	NE más de 1 vez al año	Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (Método automático)
	8 horas	10000	Media aritmética móvil	
Ozono (O ₃)	8 horas	100	Máxima media diaria NE más de 24 veces al año	Fotometría de absorción ultravioleta (Método automático)
Plomo (Pb) en PM ₁₀	Mensual	1,5	NE más de 4 veces al año	Método para PM ₁₀ (Espectrofotometría de absorción atómica)
	Anual	0,5	Media aritmética de los valores mensuales	
Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S)	24 horas	150	Media aritmética	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)

NE: No Exceder.

^[1] o método equivalente aprobado.

^[2] El estándar de calidad ambiental para Mercurio Gaseoso Total entrará en vigencia al día siguiente de la publicación del Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire, de conformidad con lo establecido en la Séptima Disposición Complementaria Final del presente Decreto Supremo.

Fuente: DECRETO SUPREMO N° 003-2017-MINAM

ANEXO C

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

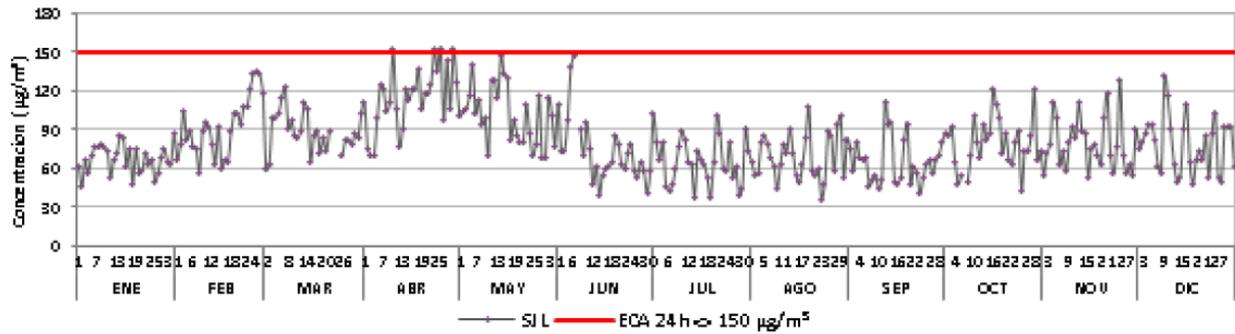
Guías

MP_{2,5}:	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, media anual 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, media de 24 horas
MP₁₀:	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, media anual 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, media de 24 horas

Fuente: OMS, 2005 p. 9

ANEXO D

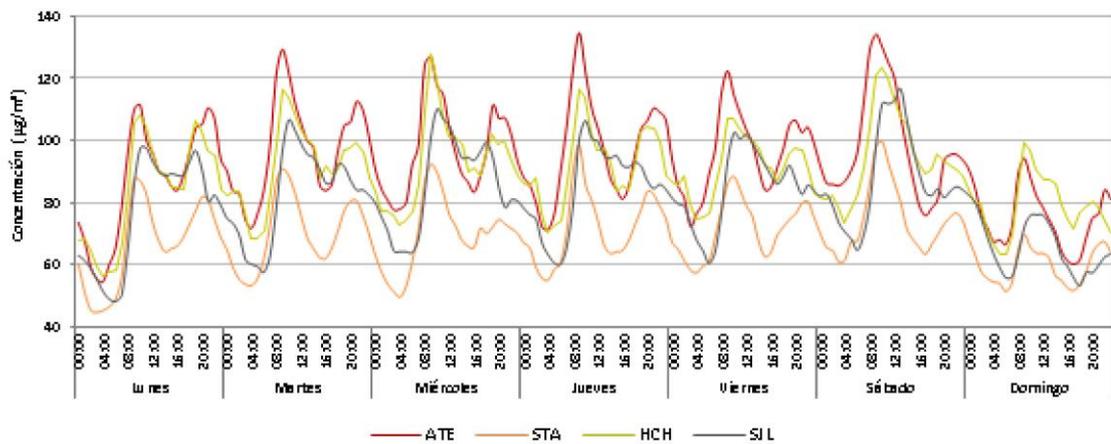
Evolución diaria del PM10 en la estación de San Juan de Lurigancho



Fuente: Senamhi, 2015

ANEXO E

Evolución horaria del PM10 en los días de la semana - zona este



Fuente: Senamhi, 2015

ANEXO F

Informe de Ensayo N°122266-2018



INFORME DE ENSAYO N° 122266-2018

RAZÓN SOCIAL	: BENITES PERALTA JUANA VANESSA
DOMICILIO LEGAL	: LAS BELLOTITAS N°1023 URB. LAS FLORES - SAN JUAN DE LURIGANCHO
SOLICITADO POR	: BENITES PERALTA JUANA VANESSA
REFERENCIA	: EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO PM10 Y VARIABLES METEOROLÓGICAS DE LA AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA - SAN JUAN DE LURIGANCHO
PROCEDENCIA	: AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA N° 1745
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS	: 2018-04-30
FECHA DE INICIO DE ENSAYOS	: 2018-04-30
MUESTREO POR	: EL CLIENTE

I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	L.C.	Unidades
Determinación de peso de material particulado y peso de filtro: Filtros PM10 Alto Volumen	Referenciado en CFR Title 40, Appendix J to Part 50, 1987. (Validado para pesaje de muestra). Reference Method for the Determination of Particulate Matter as PM10 in the Atmosphere (EXCEPTO MUESTREO). 2018.	----	g

L.C.: Límite de cuantificación.

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Calidad de Aire	
Matriz analizada	Filtro PM10 Alto Volumen	
Fecha de muestreo	2018-04-24/25	
Hora de inicio de muestreo (h)	07:30	
Coordenadas UTM WGS 84	0281484E	
	8672116N	
Altitud (msnm)	231	
Condiciones de la muestra	Conservada	
Descripción del punto de muestreo	Av. Proceres de la Independencia N° 1745 - San Juan de Lurigancho.	
Código del Cliente	CA-1	
Código del Laboratorio	18042276	
Ensayos	Unidades	Resultados
Determinación de pesaje inicial: filtro PM10 alto volumen	g	3.4939
Determinación de pesaje final: filtro PM10 alto volumen	g	3.6744
Determinación de peso material particulado PM10 alto volumen	g	0.1805

Lima, 10 de Mayo del 2018


 Quim. Belbeth Y. Fajardo León
 C.Q.P. N° 648
 Asesor Técnico Químico

Página 1 de 1

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. (SMEWW) -APHA-AWWA-WEF. 22nd Edition 2012. EPA: U.S. Environmental Protection Agency. ASTM: American Society for Testing and Materials - NTP: Norma Técnica Peruana
OBSERVACIONES: Está prohibido la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. Sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio.

NOTA: Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Cod: FI01 AV. Naciones Unidas N°1565 Chacra Rios Norte - Lima 01 - Peru Central Telefonica: 511 425 7227 / 425 6885 RPC: 994976442 Nextel: 98-109*1133
 Version: 08 Website: www.sagperu.com E-mail: sagperu@sagperu.com, laboratorio@sagperu.com
 F.E: 08/2016

ANEXO G

Colocación del filtro en el Equipo de Alto Volumen



ANEXO I

Obteniendo coordenadas del GPS



ANEXO J

Monitoreo Ambiental diario



Fuente: [Fotografía de María Peralta]. (Avenida Próceres de la Independencia cuadra). Distrito de San Juan de Lurigancho, Lima, Perú.

ANEXO K

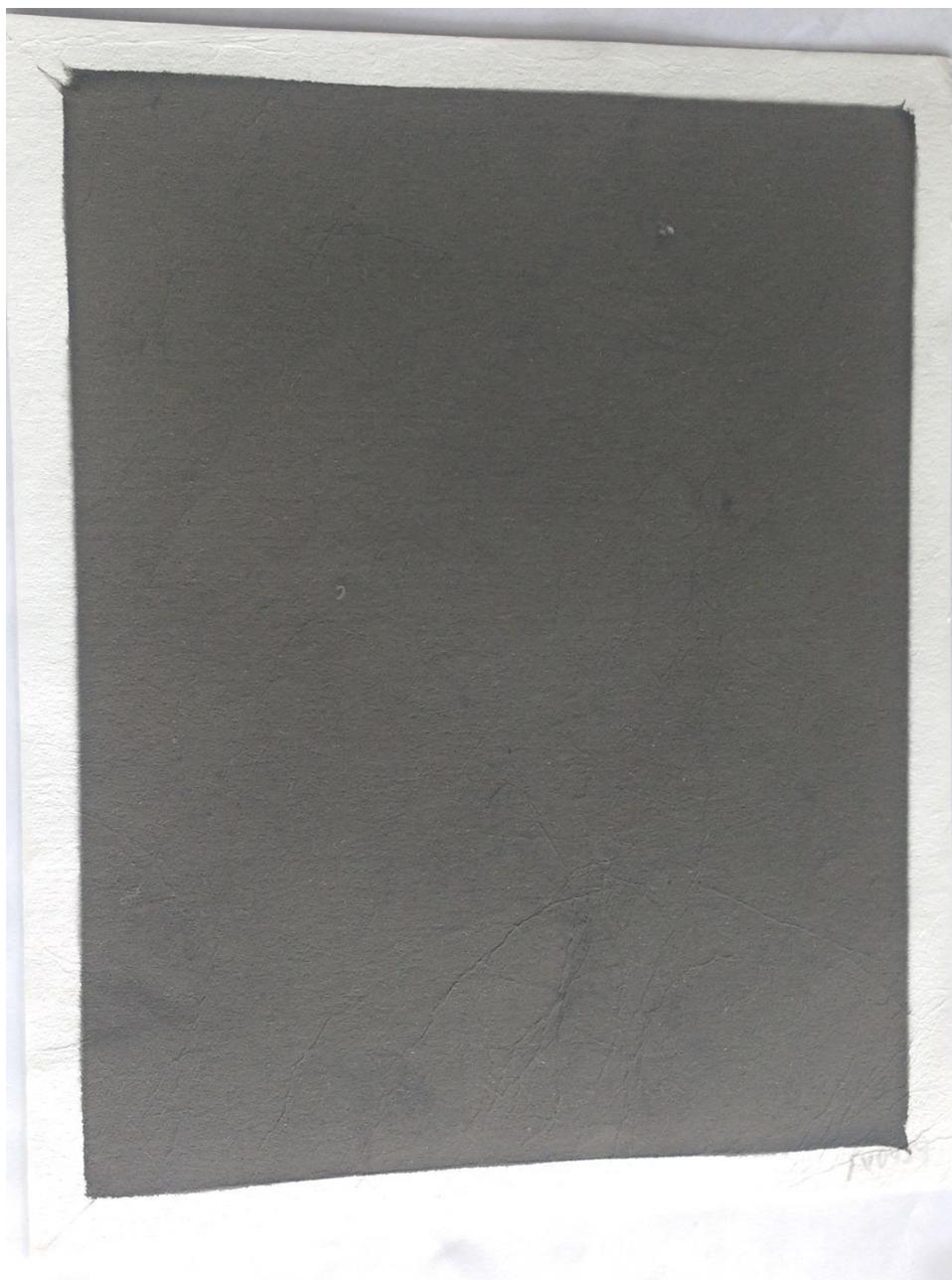
Monitoreo Ambiental Nocturno



Fuente: [Fotografía de Vanessa Benites]. (Avenida Próceres de la Independencia cuadra). Distrito de San Juan de Lurigancho, Lima, Perú.

ANEXO L

Filtro después del monitoreo ambiental



Fuente: [Fotografía de Vanessa Benites]. (Filtro después del monitoreo). Distrito de San Juan de Lurigancho, Lima, Perú.