

**UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**“CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO RESPIRABLE  
(PM10) EN AV. NAUTA - CALLAO”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

Para optar el Título Profesional de

**INGENIERO AMBIENTAL**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER**

CANTURIN QUINTANA, ERIKA AYLIN

**Villa El Salvador  
2019**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de sustentación profesional en primer lugar a Dios, por permitirme alcanzar mis sueños.

A mis padres por todo el esfuerzo y dedicación en formarme en una persona de bien y darme la oportunidad de ser una profesional.

A mi familia por sus buenos consejos y motivarme a ser mejor cada día y luchar por mis sueños.

A mis maestros que aportaron todos sus conocimientos y experiencias laborales en mi formación profesional.

Erika Aylin Canturin Quintana

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco de todo corazón a mi asesor de tesis por su dedicación, paciencia y apoyo día a día.

Por su tiempo y dedicación al estar siempre trabajando conjunto conmigo para ver las mejoras en mi trabajo.

Por el aporte de sus conocimientos y experiencia laboral para el desarrollo de mi tesis.

## INDICE

<b>INTRODUCCION</b> .....	1
<b>CAPITULO I</b> .....	2
PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO.....	2
1.1 Descripción de la Realidad Problemática.....	2
1.2 Justificación del Problema.....	2
1.3 Delimitación del Proyecto.....	3
1.3.1 Teórica.....	3
1.3.2 Temporal.....	3
1.3.3 Espacial.....	4
1.4 Formulación del Problema.....	4
1.4.1 Problema General.....	5
1.4.2 Problemas Específicos.....	5
1.5 Objetivos.....	5
1.5.1 Objetivo General.....	5
1.5.2 Objetivos Específicos.....	5
<b>CAPITULO II</b> .....	6
MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 Antecedentes.....	6
2.2 Bases Teóricas.....	13
2.2.1 Marco Legal.....	13
2.2.1.1 Decreto Supremo N° 003- 2017- MINAM “Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire”.....	13
2.2.1.2 Estado de Alerta – D.S. N° 009 -2003 -SA.....	14
2.2.1.3 ÍNDICE DE CALIDAD DEL AIRE.....	16
2.2.2 Marco Conceptual.....	19
2.2.2.1 Monitoreo Atmosférico.....	19
2.2.2.2 HI – VOL PARA PM 10.....	19
2.2.2.2.1 Instalación de Hi -Vol PM10.....	20
2.2.2.3 Estación Metereológica.....	20
2.2.2.4 Rosa de los Vientos.....	22
2.2.2.5 Protocolo de Monitoreo de Calidad de Aire.....	23
2.2.2.5.1 Contaminación Atmosférica.....	24
2.2.2.5.1.1 Contaminantes Primarios.....	24

2.2.2.5.1.2	Contaminantes Secundarios.....	24
2.2.2.6	Consecuencias por Contaminación del Aire .....	24
2.2.2.6.1	Consecuencias para la Salud.....	25
2.3	Definición de Términos Básicos.....	26
<b>CAPITULO III</b> .....		29
DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL.....		29
3.1	Modelo de Solución Propuesto .....	29
3.1.1	Equipos de Monitoreo .....	29
3.1.1.1	Muestreador “Hi -Vol” (PM10).....	29
3.1.1.2	Monitoreo Metereológico.....	30
3.1.2	Aseguramiento y Control de Calidad.....	30
3.2	Resultados.....	31
3.2.1	Recolección de los Resultados .....	31
3.2.1.1	Datos del Laboratorio.....	31
3.2.1.2	Data del Monitoreo (PM10).....	33
3.2.1.3	Data Metereológica .....	38
3.2.1.4	Evaluación de la Temperatura por un día en la Av. Nauta -Callao. ....	39
3.2.1.5	Evaluación de la Humedad (%) por un día en la Av. Nauta -Callao.....	39
3.2.1.6	Evaluación de la Presión (mmHg) por un día en la Av. Nauta -Callao. ....	40
3.2.1.7	Rosa de Vientos. ....	41
<b>CONCLUSIONES</b> .....		42
<b>RECOMENDACIONES</b> .....		44
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....		45
<b>ANEXOS</b> .....		48

## LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del Punto de Monitoreo.....	4
Figura 2. Concentración de Material Particulado (PM10) por zonas - verano e invierno 2011.....	7
Figura 3. Concentración de Material Particulado (PM 2.5) por zonas - verano e invierno 2011.....	7
Figura 4. Evolución mensual de (PM10) por estaciones.....	9
Figura 5. Evolución mensual de (PM 2.5) por estaciones. ....	9
Figura 6. Ubicación del Colegio María Reiche junto a depósitos de plomo (Perubar).....	11
Figura 7. Portada del diario El Comercio sobre Niveles de Plomo en el Callao. ....	12
Figura 8. Muestreador Hi -Vol PM10.....	20
Figura 9. Estación Metereológica .....	21
Figura 10. La Rosa de los Vientos en Cartografía .....	22
Figura 11. Efectos de los Contaminantes del Aire .....	25
Figura 12. Ecuación para el cálculo de PM10 .....	33
Figura 13. Informe de Ensayo para PM10.....	34
Figura 14. Informe de Métodos y Resultados para PM10 .....	35
Figura 15. Comparación de Resultados con el ECA aire. ....	36
Figura 16. Comparación del Resultado de Monitoreo con el INCA.....	37
Figura 17. Gráfico de Temperatura (°C) del aire horaria. ....	39
Figura 18. Gráfico de Humedad Relativa (%) del aire horaria. ....	40
Figura 19. Gráfico de Presión (mmHg) del aire horaria. ....	40
Figura 20. Rosa de Viento .....	41

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Definición de las 5 zonas con sus distritos .....	6
Tabla 2. Definición de las 4 zonas con sus distritos - estaciones.....	8
Tabla 3. Estándares de Calidad Ambiental para Aire .....	13
Tabla 4. Niveles de Alerta - Contaminantes Críticos .....	15
Tabla 5. Anexo Referencial: Efectos sobre la Salud de los Contaminantes .....	15
Tabla 6. Valores del INCA.....	17
Tabla 7. Índice de Calidad de Aire para PM10. ....	17
Tabla 8. Clasificación del Estado de la Calidad del Aire. ....	18
Tabla 9. Rango de las Direcciones usadas en el IMN de Costa Rica.....	23
Tabla 10. Resultado del Filtro en Blanco .....	31
Tabla 11. Resultados del Filtro de la Muestra.....	31
Tabla 12. Volumen Estándar.....	32
Tabla 13. Cuadro de los Resultados Meteorológicos .....	38
Tabla 14. Cuadro de Correlaciones .....	43

## **INTRODUCCION**

Las actividades industriales realizadas por los seres humanos generan grandes emisiones de partículas, las cuales sean a altas o bajas concentraciones tienen un efecto en la salud, deteriorándola con el tiempo hasta causándole la muerte del mismo.

Estas emisiones de partículas ya sea de 2.5 y de 10 micras tienen efectos tanto a la salud como al medio ambiente afectando a todo ser vivo. Tal como se muestra en los estudios realizados por DIGESA, DIRESA, SENAMHI, etc.

El presente trabajo tiene como objetivo realizar un monitoreo de calidad de aire en la Av. Nauta – Callao con la finalidad de analizar los resultados y las concentraciones de PM10 presentes en la zona, la cual nos ayudará a determinar la calidad de aire presente.



# CAPITULO I

## PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO

### 1.1 Descripción de la Realidad Problemática

En la actualidad la contaminación ambiental es un problema global debido a las altas concentraciones de material particulado provenientes principalmente de vehículos automotores y actividad industrial. Debido a la realización de esas actividades las condiciones naturales del aire van cambiando con el pasar del tiempo debido a la variación de las concentraciones de material particulado emitido a la atmósfera.

Por ello en el presente trabajo se realizó un monitoreo de la calidad de Aire en el Callao fuera de las instalaciones de los depósitos de Perubar para analizar la concentración de Material Particulado en la cual los pobladores están expuestos y verificar si existe contaminación en la zona. Y para ello se empleará la normativa ambiental vigente para evitar que se genere un impacto negativo a la población y al ambiente.

### 1.2 Justificación del Problema

Un monitoreo de la calidad del aire es una caracterización de los contaminantes en el tiempo, evaluando los parámetros que pueden ocasionar un cambio al ambiente de forma positiva o negativa. Es muy importante realizar un monitoreo de la calidad del aire para estimar los efectos, informar a la población y tomar medidas al respecto ya que según los estudios realizados por DIGESA en el año 2011 se evidencio presencia de (PM 10) y plomo en los pobladores de los asentamientos cercanos a zonas industriales y depósitos minerales.

Además, se tiene conocimiento que en el Callao se desarrollan actividades ligadas a la fabricación de sustancias químicas, fundición de metales no ferrosos, hierro y acero; es por ello la realización de un monitoreo de calidad de aire para determinar la concentración de (PM

10) presentes en la cual los pobladores de la Av. Nauta están expuestos a diario. Un monitoreo de la calidad de aire es amigable con el medio ambiente y eficiente.

### 1.3 Delimitación del Proyecto

El presente trabajo de investigación abarca el desarrollo de un monitoreo de calidad de aire en la provincia constitucional el Callao y el análisis de la muestra en un laboratorio acreditado por INACAL.

Dicho monitoreo se llevó a cabo el día 13 de marzo del 2019 en la Av. Nauta, frente a las instalaciones de los Depósitos de Perubar, con la finalidad de determinar la concentración de material particulado presente y determinar si existe un impacto negativo en la zona del monitoreo. Para ello se contratará los servicios de monitoreo de Calidad del Aire al Laboratorio ALAB (Analytical Laboratory E.I.R.L) para la medición de Material Particulado (PM 10).

#### 1.3.1 Teórica

Para el análisis de los resultados obtenidos del monitoreo de calidad de aire se empleará la comparación con los Estándares de Calidad Ambiental para Aire según DECRETO SUPREMO N°003-2017-MINAM y con el índice de Calidad de Aire para (PM10) según la Resolución Ministerial 112-2015-MINAM.

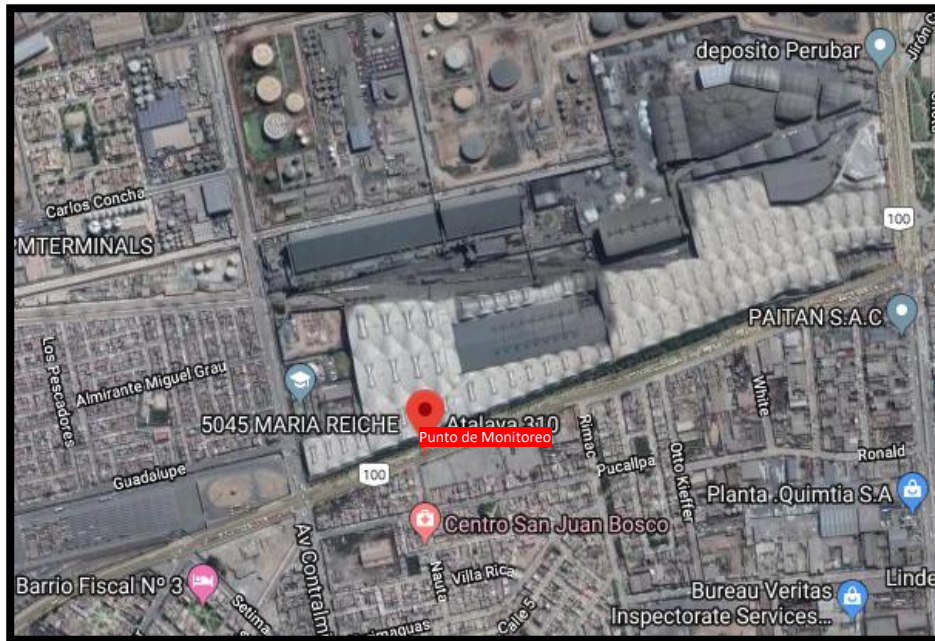
Se toma como base los estudios realizados desde el año 2011 por la Dirección Regional del Callao en la cual se evidencio altas concentraciones de material particulado y plomo en los pobladores del Callao.

#### 1.3.2 Temporal

La realización del monitoreo será por 24 horas, posterior a ello una a dos semanas para el análisis de la muestra al laboratorio.

### 1.3.3 Espacial

El presente trabajo será de gran utilidad para estudios realizados a la calidad de aire, la cual está orientado a los estudiantes de la UNTELS que cursen la carrera de Ing. Ambiental.



Fuente: Google Maps.

*Figura 1. Ubicación del Punto de Monitoreo*

### 1.4 Formulación del Problema

La contaminación del aire es un problema global que en la actualidad viene afectando a la salud y bienestar de las personas, debido a las posibles altas concentraciones de los contaminantes en la atmosfera por las actividades industriales que se realizan en la Av. Nauta – Callao, al existir altas concentraciones de material particulado presente en la atmosfera incide en una contaminación del aire.

Es necesario la realización de un monitoreo de la calidad de aire sobre las concentraciones de PM 10 presente en la Av. Nauta para mejorar la calidad de vida de los pobladores y de las generaciones futuras.

#### 1.4.1 Problema General

- ¿Cómo determinar si existe contaminación de material particulado respirable (PM10) y las variables meteorológicas en la Av. Nauta -Callao?

#### 1.4.2 Problemas Específicos

- ¿Con qué equipo se realizará el monitoreo de PM10 en Av. Nauta -Callao?
- ¿Cómo se analizará los resultados obtenidos de la concentración de PM10 presente en la zona?
- ¿Cómo se realiza el monitoreo de las variables meteorológicas?

### 1.5 Objetivos

#### 1.5.1 Objetivo General

- Determinar la concentración de Material Particulado Respirable (PM10) presente en la Av. Nauta -Callao.

#### 1.5.2 Objetivos Específicos

- Realizar un monitoreo de calidad de aire (PM 10) utilizando HI – VOL el día 13 de marzo del 2019 en Av. Nauta -Callao.
- Analizar y Comparar los resultados obtenidos de la concentración de PM 10 presente en la zona con DECRETO SUPREMO N°003-2017-MINAM y Resolución Ministerial 112-2015-MINAM.
- Realizar el monitoreo de las variables meteorológicas (temperatura del aire, humedad relativa, presión atmosférica y velocidad y dirección del viento) mediante una estación Meteorológica.

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes

Ministerio de Salud - Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) realizó un Estudio de Saturación Lima Metropolitana y Callao año 2011, que consistió en un monitoreo de la calidad de aire empleando equipos y dispositivos de distinta metodología realizándose en los meses de verano e invierno en los 32 distritos representativos de Lima Metropolitana y el Callao obteniendo los resultados de las 50 estaciones de monitoreo. La metodología empleada fue un muestreador de alto volumen (PM 10) y bajo volumen (PM 2.5).

Este estudio determinó que el principal contaminante presente en Lima y Callao, sigue siendo el material particulado, PM10 y PM2.5 el mismo que se dispersa de sur a nor-este por acción de los vientos, lo que podría contribuir al incremento de enfermedades respiratorias de la población expuesta en los distritos ubicados en esas zonas. (DIGESA, p.64)

*Tabla 1. Definición de las 5 zonas con sus distritos*

ZONAS	GRUPO	DISTRITOS
ZONA I	CALLAO	Carmen de la Legua Reynoso, Bellavista, La Punta, La Perla, Callao, Ventanilla.
ZONA II	LIMA SUR	Pachacamac, Villa María del Triunfo, Villa el Salvador, Lurín, San Juan de Miraflores, Santiago de Surco, Barranco, Chorrillos, Santa María del Mar, San Bartolo, Punta Negra, Punta Hermosa, Pucusana
ZONA III	LIMA NORTE	Ancón, Santa Rosa, Puente Piedra, Carabayllo, Comas, San Martín de Porres, los Olivos, Independencia
ZONA IV	LIMA- ESTE	Cieneguilla, San Juan de Lurigancho, Lurigancho de Chosica, Ate - Vitarte, El Agustino, Santa Anita, La Molina, Miraflores, Surquillo, Santiago de Surco, La Molina.
ZONA V	LIMA CENTRO	Cercado de Lima, Rímac, Breña, Pueblo Libre, Jesús María, La Victoria, San Luis, Lince, San Miguel, Magdalena del Mar, San Isidro, San Borja, Miraflores, Surquillo.

Fuente: DIGESA

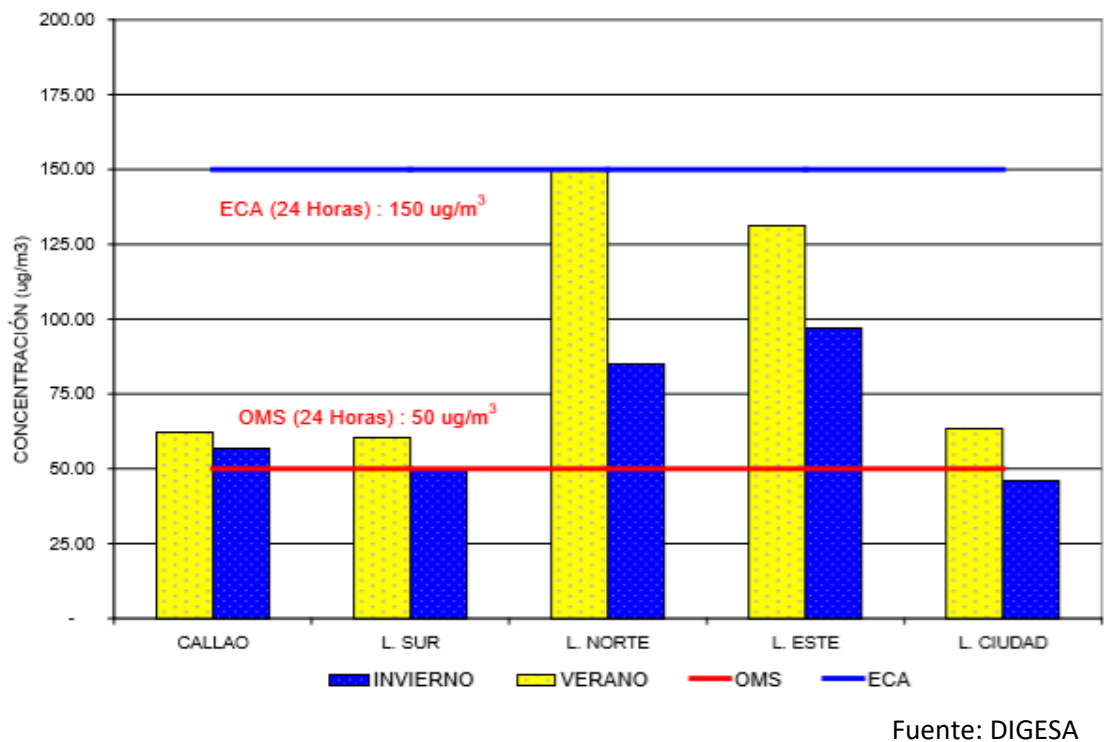


Figura 2. Concentración de Material Particulado (PM10) por zonas - verano e invierno 2011.

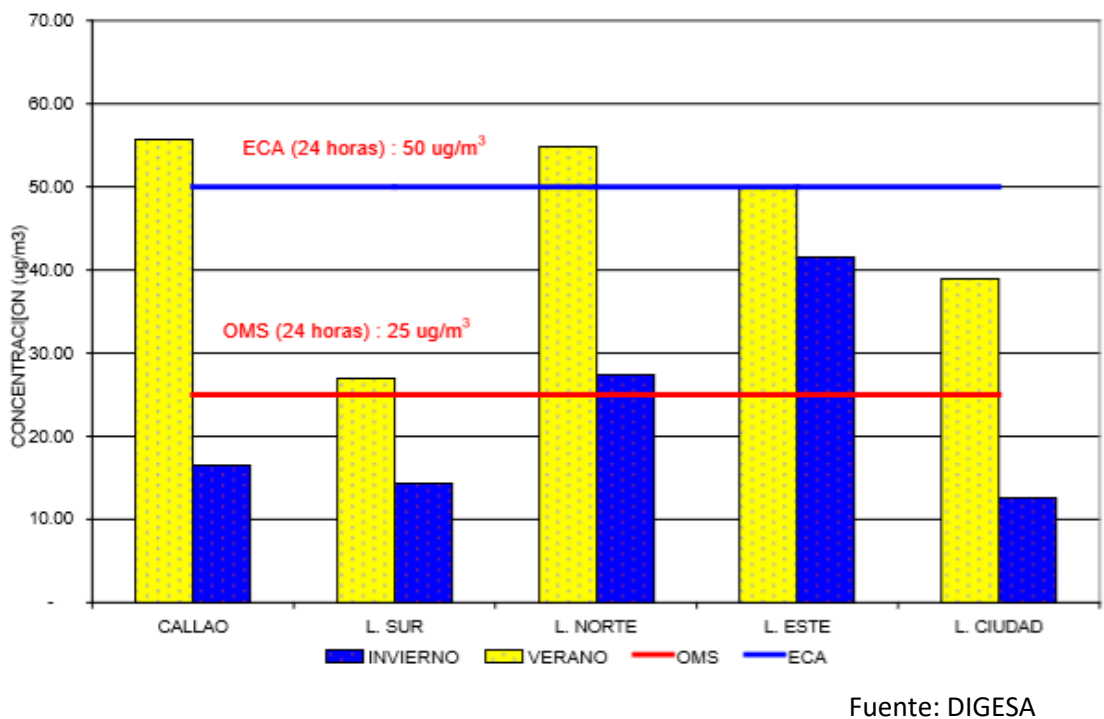


Figura 3. Concentración de Material Particulado (PM 2.5) por zonas - verano e invierno 2011.

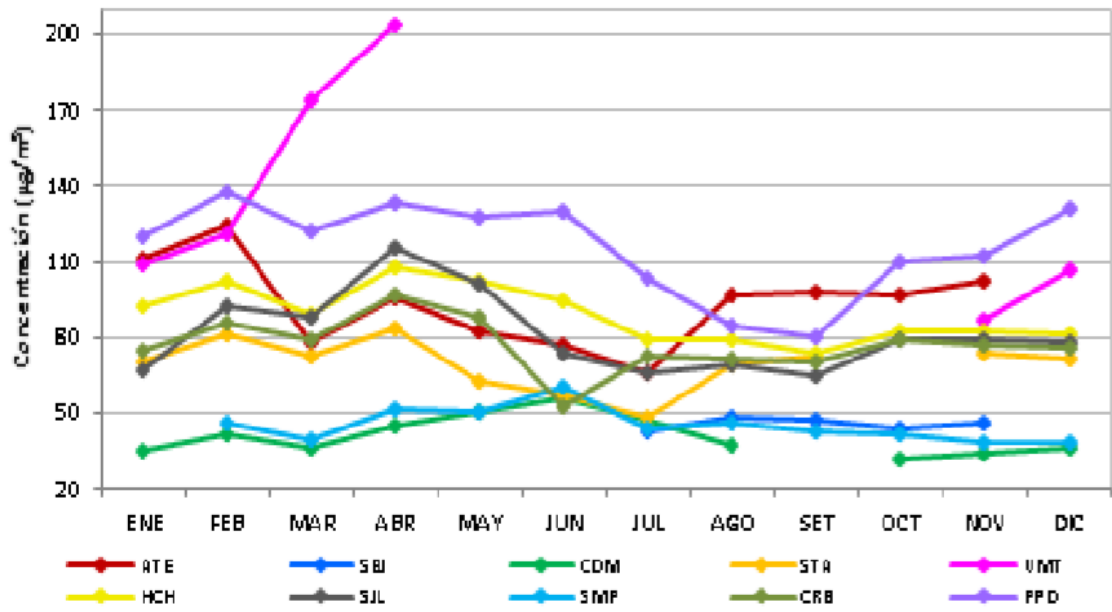
Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) efectuó una Evaluación de la Calidad del Aire en Lima Metropolitana (2015), que consistía en caracterizar la contaminación del aire en Lima Metropolitana mediante la obtención de valores horarios, diarios, semanales, mensuales y anuales, tomando en cuenta la medición de PM 10 y PM 2.5 junto una estación meteorológica para analizar las variables meteorológicas.

En Lima metropolitana, la capa de inversión térmica más baja ocurrió en el mes de abril del 2015 con 374 metros y la altura máxima, en el mes de junio del 2015 con 996 metros. Cuando la capa límite planetaria es más baja no permite la dispersión de los contaminantes, lo cual coincide con las altas concentraciones de PM10 y PM2.5 registradas. (SENAMHI, p.84).

*Tabla 2.* Definición de las 4 zonas con sus distritos - estaciones.

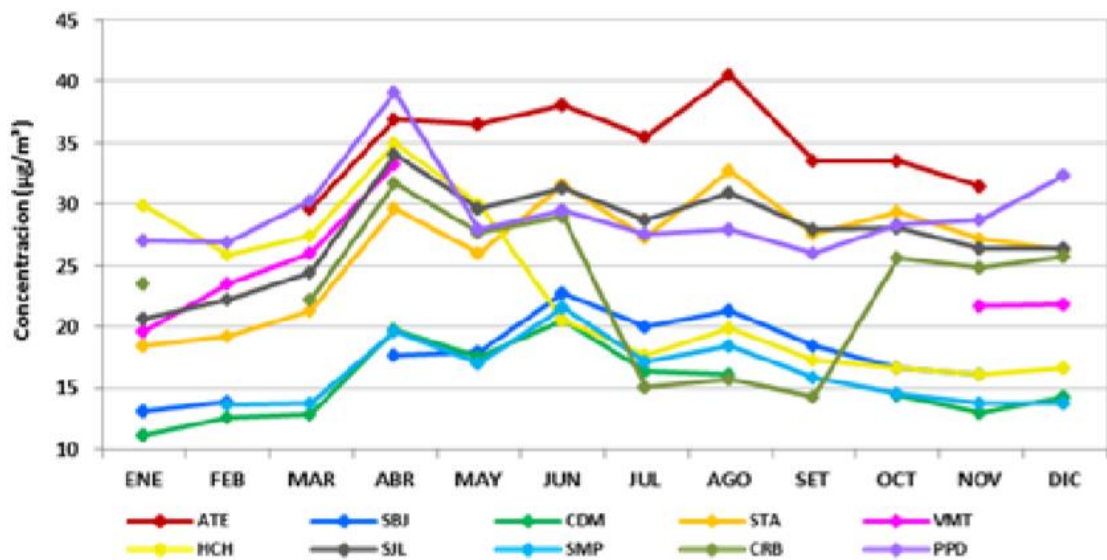
<b>Estaciones por zona</b>	
<b>ZONA NORTE</b>	<b>Puente Piedra</b>
	<b>Carabayllo</b>
	<b>San Martín de Porres</b>
	<b>San Borja</b>
<b>ZONA SUR</b>	<b>Villa María del Triunfo</b>
<b>ZONA CENTRO</b>	<b>Jesús María (Campo de Marte)</b>
<b>ZONA ESTE</b>	<b>Ate</b>
	<b>Santa Anita</b>
	<b>Huachipa</b>
	<b>San Juan de Lurigancho</b>

Fuente: Elaboración propia



Fuente: SENAMHI

Figura 4. Evolución mensual de (PM10) por estaciones.



Fuente: SENAMHI

Figura 5. Evolución mensual de (PM 2.5) por estaciones.

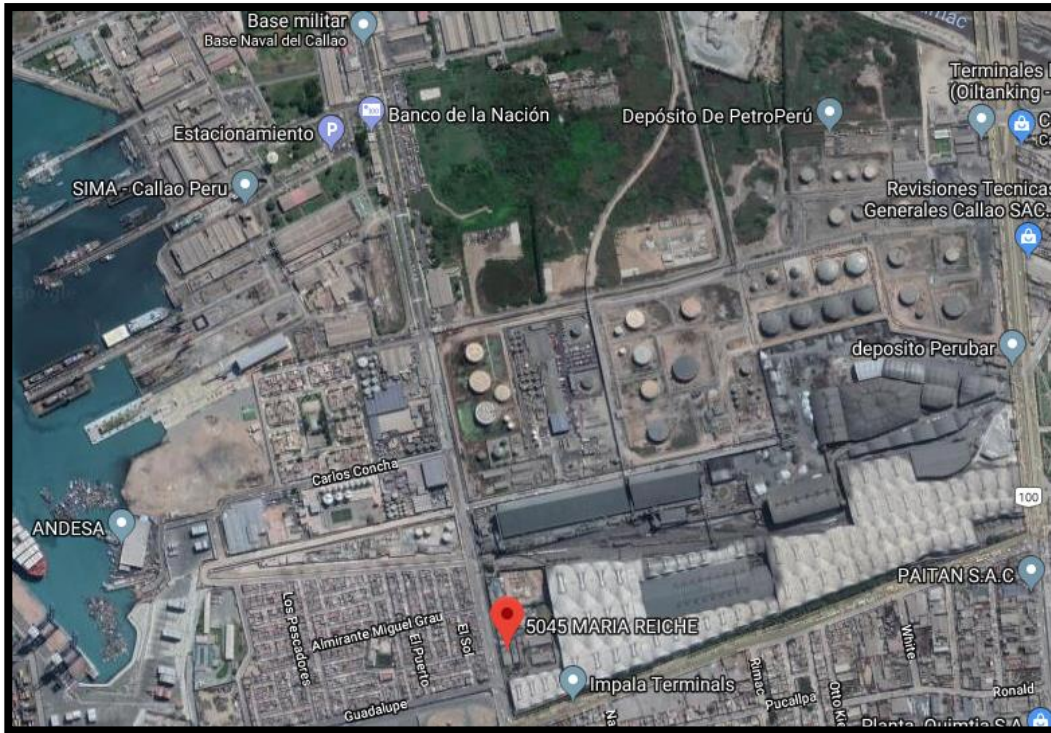


Dirección Regional de Salud del Callao (DIRESA) realizó un Análisis de Situación de Salud Regional Del Callo 2011 para la determinación de prioridades sanitarias como base del planteamiento estratégico en Salud.

Dentro de los Riesgos Físicos Ambientales se identificó Exposición Plúmbica. Las evidencias de los estudios toxicológicos, epidemiológicos, bioquímicos y fisiológicos, demuestran que el plomo tiene efectos adversos en la salud humana, sobre todo en los trabajadores expuesto directamente a este metal; no debe dejarse de lado la contaminación que ocurre en la población que habita las zonas aledañas donde se produce o transporta el plomo.

Este es el caso de la población del asentamiento humano “Puerto Nuevo” en el Callao, donde se ha demostrado un alto contenido de plomo en la sangre de los niños de esta zona debido a que por ese lugar se transporta plomo sin los cuidados debidos. (DIRESA, P. 41)

De acuerdo a la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) los niños que acuden a los colegios Guadalupe y María Reiche (ubicados cerca de una extensa área de almacenamiento de minerales) registraron una media de plomo en sangre de 40.7mg/dL, mientras que en los niños de otras escuelas el nivel fue 7.5 mg/dL. Observaron que el vivir o estudiar cerca a los depósitos de plomo aumenta en casi 18 veces el riesgo de tener valores elevados de plomo en sangre (DIRESA, p. 41-42).



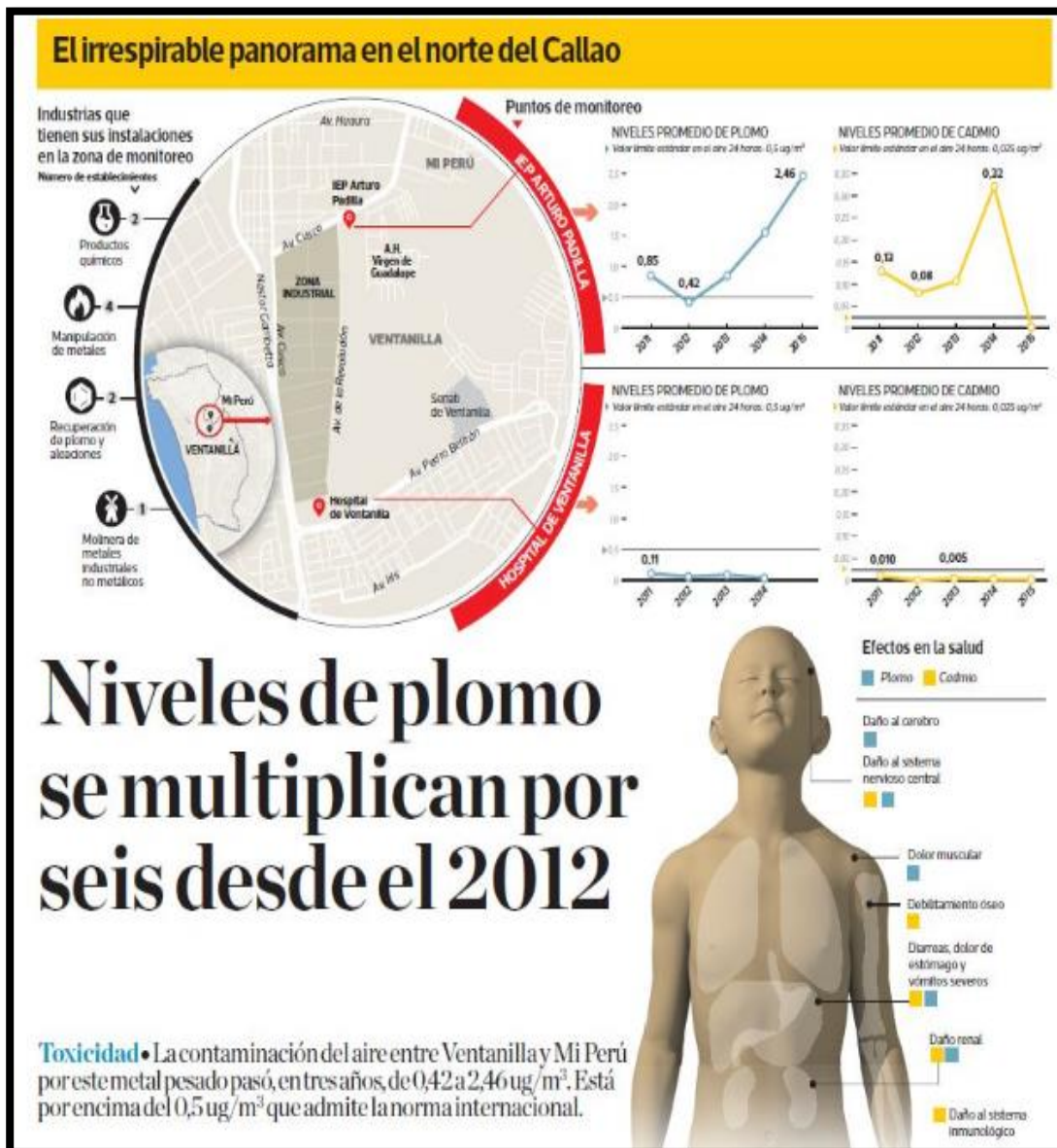
Fuente: Google Maps

*Figura 6.* Ubicación del Colegio María Reiche junto a depósitos de plomo (Perubar).

En el artículo que Paz publicó en el 2016 nos da a conocer que en el asentamiento humano (Virgen de Guadalupe), en el límite entre Ventanilla y Mi Perú la cantidad de plomo en el aire ha ido en ascenso. Las mediciones de la Dirección Regional de Salud (Diresa) del Callao encontraron en el 2012 que en cada metro cúbico de aire había 0,42 microgramos de plomo. En el 2015, se llegó al nivel histórico más alto: 2,46  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Quiere decir que en ese tiempo la cantidad de ese metal en el aire se multiplicó por seis y está por encima del 0,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  que permite la norma internacional. (Paz,2016, párr.2)

En setiembre de dicho año, la Diresa estudió la cantidad de plomo en la sangre a 338 escolares del colegio Virgen de Guadalupe, de los cuales 248 categoría I y 90 con problemas más serios. (Paz, 2016, párr.4)

Según la OMS, más de tres cuartas partes del consumo mundial de plomo corresponden a la fabricación de baterías de plomo-ácido para vehículos de motor. Este producto también se usa en pinturas, material de soldadura, municiones, tuberías, artículos de joyería y otros. (Paz, 2016, párr.16)



Fuente: El Comercio

Figura 7. Portada del diario El Comercio sobre Niveles de Plomo en el Callao.

## 2.2 Bases Teóricas

### 2.2.1 Marco Legal

#### 2.2.1.1 Decreto Supremo N° 003- 2017- MINAM “Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire”

Fue aprobada el 7 de junio de 2017 publicada en la página web del Ministerio del Ambiente y mediante el Diario el Peruano. En el cual se establece los valores de estándares nacionales de calidad ambiental del aire para cada contaminante, además de los lineamientos de estrategia para alcanzarlos progresivamente.

Tabla 3. Estándares de Calidad Ambiental para Aire

Parámetros	Periodo	Valor [µg/m <sup>3</sup> ]	Criterios de evaluación	Método de análisis <sup>[1]</sup>
Benceno (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> )	Anual	2	Media aritmética anual	Cromatografía de gases
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	24 horas	250	NE más de 7 veces al año	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	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 <sub>2,5</sub> )	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 <sub>10</sub> )	24 horas	100	NE más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	Anual	50	Media aritmética anual	
Mercurio Gaseoso Total (Hg) <sup>[2]</sup>	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 <sub>3</sub> )	8 horas	100	Máxima media diaria NE más de 24 veces al año	Fotometría de absorción ultravioleta (Método automático)
Plomo (Pb) en PM <sub>10</sub>	Mensual	1,5	NE más de 4 veces al año	Método para PM <sub>10</sub> (Espectrofotometría de absorción atómica)
	Anual	0,5	Media aritmética de los valores mensuales	
Sulfuro de Hidrógeno (H <sub>2</sub> S)	24 horas	150	Media aritmética	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)

NE: No Exceder.

<sup>[1]</sup> o método equivalente aprobado.

<sup>[2]</sup> 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: D.S N°003-2017-MINAM

#### 2.2.1.2 Estado de Alerta – D.S. N° 009 -2003 -SA

Los estados de alerta deberán ser declarados por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) del Ministerio de Salud, con la información que proporcione un modelo de pronóstico de los niveles de concentración de los contaminantes del aire.

El análisis para la declaración del estado de alerta será día por día de forma independiente. En dicho análisis las concentraciones alcanzadas el día anterior no afectarán la determinación del estado correspondiente para el día analizado. (D.S. N° 009-2003-SA, Art.4).

En el presente decreto se define los siguientes tipos de estados de alerta:

- **Estado de Cuidado:** Estado en que el nivel de concentración del contaminante puede comenzar a causar efectos en la salud de cualquier persona y efectos serios en miembros de grupos sensibles, tales como los niños, ancianos, madres gestantes, personas con enfermedades respiratorias obstructivas crónicas (asma, bronquitis crónica, enfisema, entre otras) y enfermedades cardiovasculares.
- **Estado de Peligro:** Estado en que el nivel de concentración del contaminante genera riesgo de causar efectos serios en la salud de cualquier persona.
- **Estado de Emergencia:** Estado en que el nivel de concentración del contaminante genera un alto riesgo de afectar seriamente la salud de toda la población. (D.S. N° 009-2003-SA, Art.1).

Tabla 4. Niveles de Alerta - Contaminantes Críticos

TIPOS DE ALERTA	Material Particulado (PM10)	Dióxido de Azufre (SO2)	Monóxido de Carbono (CO)	Sulfuro de Hidrógeno (H2S)
Cuidado	>250 ug/m3 prom. aritmético 24 horas	>500 ug/m3 prom. móvil 3 horas	>15 000 ug/m3 prom. móvil 8 horas	>1 500 ug/m3 prom. aritmético 24 horas
Peligro	>350 ug/m3 prom. aritmético 24 horas	>1 500 ug/m3 prom. móvil 3 horas	>20 000 ug/m3 prom. móvil 8 horas	>3 000 ug/m3 prom. aritmético 24 horas
Emergencia	>420 ug/m3 prom. aritmético 24 horas	>2 500 ug/m3 prom. móvil 3 horas	>35 000 ug/m3 prom. móvil 8 horas	>5 000 ug/m3 prom. aritmético 24 horas"

Fuente: D.S. N° 009– 2003- SA

Tabla 5. Anexo Referencial: Efectos sobre la Salud de los Contaminantes

Contaminante	Cuadro clínico (de leve a grave)	Concentración
Dióxido de azufre	Broncoconstricción en asmáticos / Malestar torácico.	0.28 ppm
Dióxido de Nitrógeno	20% de riesgo adicional de enfermedad respiratoria (niños)/ Disminución de defensas ante infecciones pulmonares.	15 ppb
PM10	1% de aumento de mortalidad diaria	Por cada 10mg/m3
PM 2.5	Daño alveolar	No determinada
Monóxido de carbono	Cefalea / deterioro en habilidad motora y percepción auditiva y/o visual Alteraciones en la percepción visual, audición, actividad motora y sensimotora, vigilancia y otras mediciones de actividad neuroconductual.	6.5 ppm adicional a niveles ambientales medios de CO concentración de carboxihemoglobina de 5 a 20%

Ozono	Pérdida de función pulmonar / Irritación de mucosas, cansancio y náusea Disminución en la función pulmonar, aumento síntomas respiratorios, aumento en respuesta de vías respiratorias.	>0.04 ppm (anual)  >0.12 (1-3hrs)
Plomo	Deterioro del coeficiente de inteligencia en 2.5 puntos (niños) / Efectos cardiovasculares (hipertensión).	>10µd/dl
Sulfuro de Hidrógeno	Irritación ocular/ Intoxicación, Edema pulmonar.	20 pm

Fuente: D.S. N° 009– 2003- SA

### 2.2.1.3 ÍNDICE DE CALIDAD DEL AIRE

El índice de calidad del aire (INCA) está basado en valores establecidos por los estándares nacionales de calidad ambiental del aire los niveles de alerta nacional de contaminantes del aire. (SENAMHI, p.10)

Para un mejor entendimiento el INCA se divide en 4 niveles de cuidado para la salud:

- La banda de color Verde comprende valor del INCA de 0 a 50 y significa que la calidad del aire es buena.
- La banda de color Amarillo comprende valores de 51 a 100 e indica una calidad moderada de aire.
- La banda de color Anaranjado comprende valores de 101 a 167 que nos indica que la calidad de aire es mala.
- Finalmente, la banda de color rojo nos indica que la calidad del aire se encuentra en el umbral de cuidado, el cual corresponde a la aplicación de los estados de alerta por parte de la autoridad de salud. (Resolución Ministerial 112-2015-MINAM).

Tabla 6. Valores del INCA

CALIFICACIÓN	VALORES DEL INCA	COLORES
Buena	0-50	Verde
Moderada	51-100	Amarillo
Mala	101-valor umbral de contaminante	Anaranjado
Umbral de cuidado	>valor umbral de contaminante	Rojo

Fuente: Resolución Ministerial 112-2015-MINAM

Para establecer la categoría global de cada estación se utiliza el índice más elevado de los contaminantes monitoreados en la **Tabla 7**.

De acuerdo con lo señalado por el INCA, las personas pueden orientarse y entender mejor el estado de la calidad del aire que respiran; asimismo. Se les indica los riesgos que implican y las recomendaciones que deben tomar **Tabla 8**. (SENAMHI, p.10)

Tabla 7. Índice de Calidad de Aire para PM<sub>10</sub>.

Índice de calidad del aire	PM <sub>10</sub>	
		(µg/m <sup>3</sup> )
0 - 50	0 - 75	
51 - 100	76-150	
101 - 167	151-250	
>167	>250	

Fuente: Resolución Ministerial 112-2015-MINAM



Tabla 8. Clasificación del Estado de la Calidad del Aire.

	Estado de la calidad del aire	Riesgo	Recomendaciones
	BUENA	La calidad del aire se considera satisfactoria y no representa ningún riesgo.	La calidad del aire es aceptable y cumple con el ECA para el aire. Puede realizar actividades al aire libre.
	MODERADA	Las personas de los grupos sensibles (niños, tercera edad, embarazadas, personas con enfermedades respiratorias y cardiovasculares crónicas) podrían experimentar algunos síntomas respiratorios adversos.	La calidad del aire es aceptable y cumple con el ECA de aire. Puede realizar actividades al aire libre con ciertas restricciones para los grupos vulnerables.
	MALA	Las personas de los grupos sensibles podrían experimentar daños a la 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.
	UMBRAL DE CUIDADO	Toda la población puede verse afectada en la salud.	Implementar estados de alerta.

Fuente: Resolución Ministerial 112-2015-MINAM

## 2.2.2 Marco Conceptual

### 2.2.2.1 Monitoreo Atmosférico

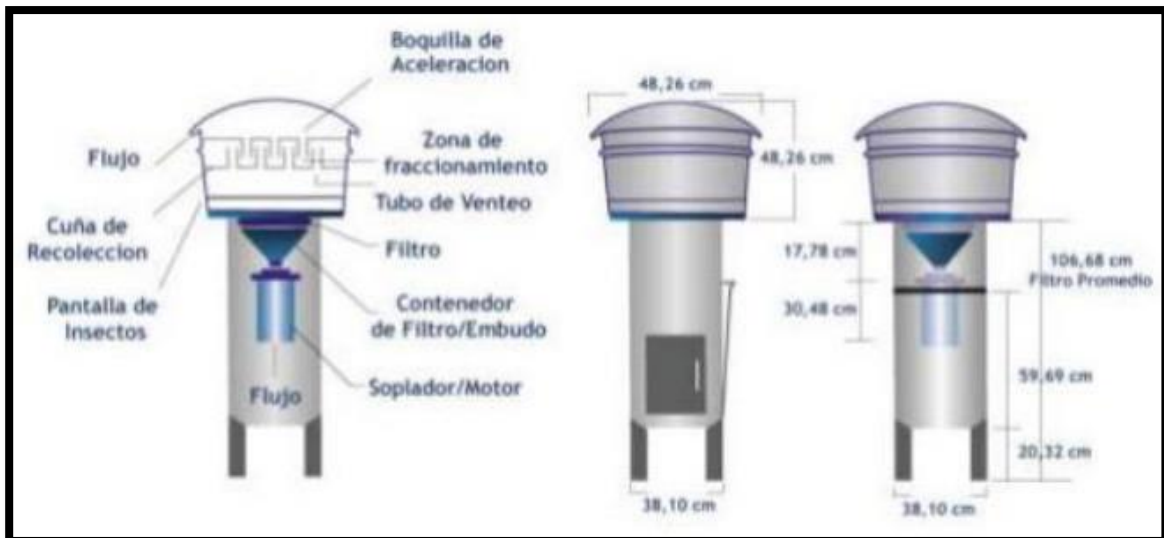
Se define como monitoreo atmosférico a todas las metodologías diseñadas para muestrear, analizar y procesar en forma continua las concentraciones de sustancias o de contaminantes presentes en el aire en un lugar establecido y durante un tiempo determinado. (Martínez, A. & Romieu, I, p.7).

#### Objetivos del Monitoreo

- Establecer bases científicas para políticas de desarrollo.
- Determinar la congruencia con las normas y los criterios legales.
- Estimar los efectos en la población y en el ambiente.
- Informar al público acerca de la calidad del aire.
- Proporcionar información de fuentes y riesgos de contaminación.
- Llevar a cabo evaluaciones de tendencias a largo plazo.
- Medir los efectos de las medidas de control en la calidad del aire.
- Estudiar las reacciones químicas de los contaminantes en la atmósfera.
- Calibrar y evaluar modelos de dispersión de contaminantes en la atmósfera. (Martínez, A. & Romieu, I, p.9)

### 2.2.2.2 HI – VOL PARA PM 10

Un muestreador de alto volumen (muestreador activo) es un equipo que succiona una cantidad medible de aire ambiente hacia una caja de muestreo a través de un filtro durante un periodo de tiempo conocido, generalmente 24horas (UNIVERSIDAD DE LA SALLE, 2017).



Fuente: UNIVERSIDAD DE LA SALLE

Figura 8. Muestreador Hi -Vol PM10.

#### 2.2.2.2.1 Instalación de Hi -Vol PM10.

Para el montaje del equipo son necesarios cinco factores más al instalar los muestreadores de PM10:

- La protección de la Conexión eléctrica.
  - El voltaje disponible en la toma (asegurando 110 voltios).
  - Verificar que el equipo se encuentre bien nivelado
  - Armar el equipo con guaya para evitar robos o caídas del equipo por ráfagas de viento o algún agente externo.
  - Conectar correctamente el equipo para su funcionamiento.
- (Universidad de la Salle, 2017).

#### 2.2.2.3 Estación Meteorológica

Una estación meteorológica es un lugar escogido adecuadamente para colocar los diferentes instrumentos que permiten medir las distintas variables que afectan al estado de la atmósfera. Es decir, es un lugar que nos permite la observación de los fenómenos atmosféricos y donde hay aparatos que miden las variables atmosféricas. Muchos de estos han de estar al aire libre, pero otros, aunque también han de estar al aire

libre, deben estar protegidos de las radiaciones solares para que estas no les alteren los datos, el aire debe circular por dicho interior. Los que han de estar protegidos de las inclemencias del tiempo, se encuentran dentro de una garita meteorológica. (BECERRA, p.6)

#### Instrumentos de Medición y Variables de Medida

- Termómetro: Instrumento que mide la temperatura a diversas horas del día.
- Termógrafo: Registra automáticamente las fluctuaciones de la temperatura.
- Barómetro: Mide la presión atmosférica en la superficie.
- Psicrómetro o higrómetro: Medida de la humedad relativa del aire y la temperatura del punto de rocío.
- Anemómetro: Medida de la Velocidad del Viento.
- Veleta: Instrumento que indica la velocidad del viento. (BECERRA, p.7).



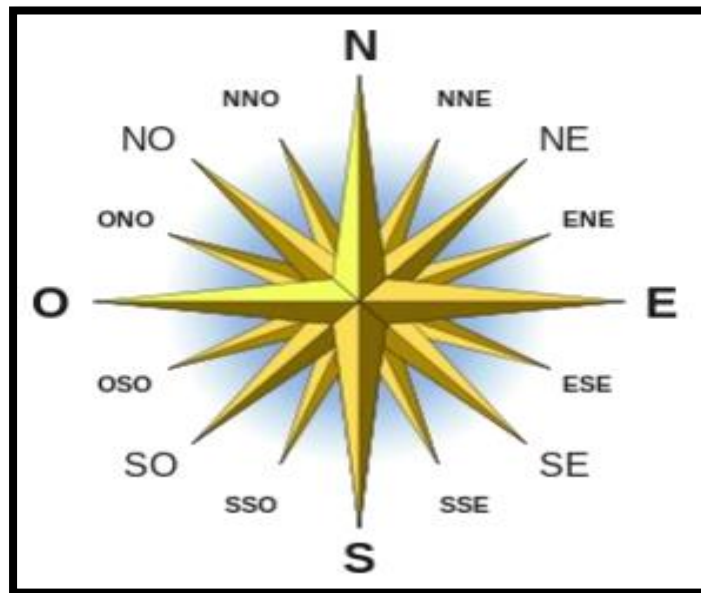
Fuente: ALAB

*Figura 9.* Estación Metereológica

#### 2.2.2.4 Rosa de los Vientos

La rosa de los vientos, también llamada rosa náutica, es una representación de la circunferencia del horizonte en la cual se indican los rumbos en que se divide, mediante el uso de rombos unidos por sus extremos. Su origen está en las cartas de navegación y en ocasiones se puede ver en ella la flor de lis para representar el norte.

En meteorología el método de la rosa de los vientos permite representar los datos de dirección de los vientos de un lugar y de un período de tiempo dado y, usualmente, también se indican los rangos de velocidad para cada dirección. (IMN de Costa Rica).



Fuente: IMN -Costa Rica

*Figura 10.* La Rosa de los Vientos en Cartografía

En la **Tabla 9** muestra los rangos de los grados sexagesimales ( $0^\circ$  -  $360^\circ$ ) y su correspondencia con las ocho direcciones primarias, a partir del Norte geográfico ( $0^\circ$ ) y en sentido de las agujas del reloj.

Tabla 9. Rango de las Direcciones usadas en el IMN de Costa Rica.

Rango de direcciones usadas en el IMN		
Dirección	Símbolo	Rango
Norte	N	de 337,5° a 22,5°
Noreste	NE	de 22,5° a 67,5°
Este	E	de 67,5° a 112,5°
Sureste	SE	de 112,5° a 157,5°
Sur	S	de 157,5° a 202,5°
Suroeste	SO	de 202,5° a 247,5°
Oeste	O	de 247,5° a 292,5°
Noroeste	NO	de 292,5° a 337,5°

Fuente: IMN -Costa Rica

#### 2.2.2.5 Protocolo de Monitoreo de Calidad de Aire

El propósito de este protocolo es ser una herramienta para el aseguramiento de la calidad para la operación y tratamiento de los datos generados, a disposición de los operadores de redes de monitoreo de la calidad del aire, de modo que asegure que el monitoreo se realice correctamente, sea consistente, eficiente y genere la información necesaria con el mínimo de recursos. (DIGESA, p.6).

#### Objetivos del Protocolo

- Determinar concentraciones representativas en áreas de alta densidad de población para evaluar el impacto en salud de la exposición de la población a los contaminantes atmosféricos.
- Evaluar el cumplimiento del Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire.
- Aplicar el Reglamento de los Niveles de Estados de Alerta por contaminación del aire, donde corresponda.
- Validar y calibrar los inventarios de emisiones y modelos de dispersión de contaminantes para el pronóstico de la calidad del aire.

- Determinar la ubicación de las estaciones de monitoreo con fines de pronóstico. (DIGESA, p.8).

#### 2.2.2.5.1 Contaminación Atmosférica

Se describe como la presencia de material o formas energéticas en el aire, haciendo que en esta superficie se cree una amplia posibilidad de riesgos; daños y también molestias aplicadas a la conservación saludable del entorno natural, tanto de acuerdo con la presencia, la visibilidad e inclusive malos olores. (Cumbre Pueblos, párr. 2).

##### 2.2.2.5.1.1 Contaminantes Primarios

Pertencen a aquellos tipos de contaminantes que son emitidos de manera directa por la atmósfera; en esta clase se describe al dióxido de azufre; el cual además de ser irritante para la vegetación de todos los ambientes, también suelen ser irritantes para los pulmones y todo su funcionamiento. (Cumbre Pueblos, párr. 6).

##### 2.2.2.5.1.2 Contaminantes Secundarios

Este tipo de contaminantes pertenecen a aquellas sustancias originarias de procedimientos químicos que actúan en conjunto con los contaminantes primarios y dejan múltiples secuelas en la atmósfera. (Cumbre Pueblos, párr. 7).

#### 2.2.2.6 Consecuencias por Contaminación del Aire

Se debe saber que la contaminación atmosférica; es una de las responsables de manera importante del calentamiento global y de todos los cambios climáticos que hasta el momento se suceden y dejan muchas secuelas en el ecosistema. (Cumbre Pueblos, párr. 15)

- Deforestación e Incendios de bosques.
- Contaminación de las aguas del planeta.

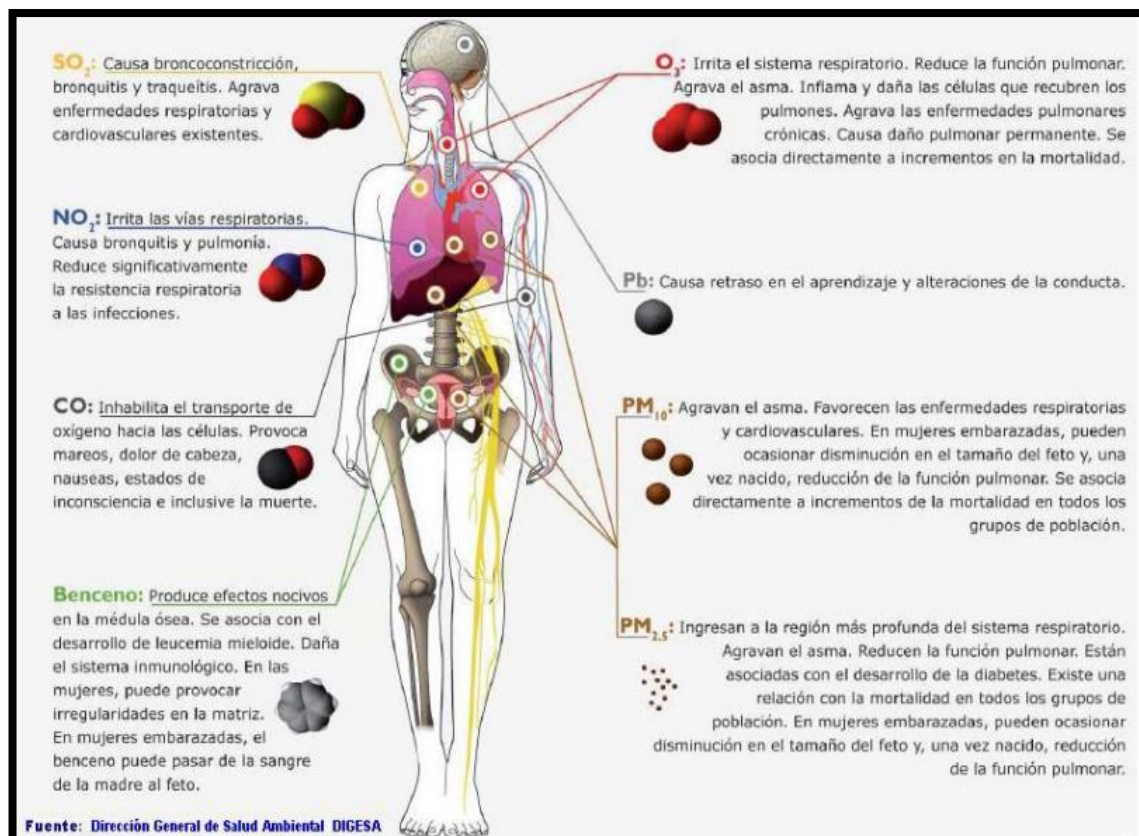
- Basureros no cubiertos o a cielo abierto.
- Destrucción de flora y fauna.

### 2.2.2.6.1 Consecuencias para la Salud

Anualmente, 3,8 millones de personas mueren prematuramente por enfermedades atribuibles a la contaminación del aire interior causada por el uso de combustibles sólidos ineficientes (datos de 2012) para cocinar.

Entre esas defunciones:

- 27% se deben a neumonía
- 18% a accidente cerebrovascular
- 27% a cardiopatía isquémica
- 20% a neumopatía obstructiva crónica, y
- 8% a cáncer de pulmón. (OMS,2018)



Fuente: DIGESA

Figura 11. Efectos de los Contaminantes del Aire



### 2.3 Definición de Términos Básicos

- Contaminante: Cualquier sustancia química que no pertenece a la naturaleza del medio en que se encuentra o cuya concentración excede los niveles permisibles, y es susceptible de causar efectos nocivos para la salud de las personas o en el ambiente. (OEFA, 2015).
- Contaminante del Aire: Sustancia o elemento que en determinados niveles de concentración en el aire genera riesgos a la salud y al bienestar humano. (OEFA, 2015).
- Índice de Calidad de Aire (INCA): Califica el estado de la calidad del aire de una determinada zona. Presenta la información de calidad del aire en números y colores facilitando que las personas tomen conocimiento de los niveles de exposición a determinados contaminantes. (Resolución Ministerial 112-2015-MINAM).
- Análisis: Determinación directa de la presencia y/o concentración de contaminantes (gases o material particulado) en la muestra de aire que se hace pasar por el equipo; el análisis puede ser de tipo químico u óptico y permite conocer valores in situ y en tiempo real. (MAVDT, 2008).
- Estación de Punto Crítico: Puntos donde se encuentran posibles concentraciones altas por exposición directa (Hot Spot). (MAVDT,2008).
- Monitoreo: Acción de medir y obtener datos en forma programada de los parámetros que inciden o modifican la calidad del entorno. (MINAM,2011).
- Monitoreo ambiental: El monitoreo es una de las herramientas de vital importancia para la fiscalización ambiental. Se realiza para verificar la presencia y medir la concentración de contaminantes en el ambiente en un determinado periodo de tiempo. (OEFA, 2015).
- Material Particulado: También denominado “partículas en suspensión”. Son fragmentos sólidos o gotas de líquido de tamaño

pequeño que pueden tener composición química diversa. La concentración de partículas en aire se expresa en mg o  $\mu\text{g}$  (miligramo o microgramo) de partículas por  $\text{m}^3$  de aire (OEFA, 2015).

- Exposición: Contacto entre una sustancia o agente tóxico y un sistema biológico. Se expresa como la cantidad de sustancia o agente disponible que puede ser absorbido por un sistema biológico determinado. (OEFA, 2015).
- Calidad Ambiental: Es el conjunto de características del ambiente, en función a la disponibilidad y facilidad de acceso a los recursos naturales y a la ausencia o presencia de agentes nocivos. Todo esto necesario para el mantenimiento y crecimiento de la calidad de vida de los seres humanos. (MINAM, 2011).
- PM 10: Son partículas contaminantes gruesas que constan de un elemento natural por lo cual se clasifica dentro de los contaminantes primarios. Estas sustancias se van generando posterior a procesos de evaporación resultando en minerales locales, aerosoles, restos vegetales; así como asfalto erosionado y restos de neumáticos. (Cumbre Pueblos, párr. 11).
- Protocolo: Es un documento guía que contiene pautas, instrucciones, directivas y procedimientos establecidos para desarrollar una actividad específica. (OEFA, 2015).
- Estándar de Calidad Ambiental (ECA): Es la medida que establece el nivel de concentración o del 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. Según el parámetro en particular a que se refiera, la concentración o grado podrá ser expresada en máximos, mínimos o rangos. (LEY GENERAL DEL AMBIENTE – N° 28611, Art.31).
- Laboratorio acreditado: Un laboratorio acreditado es un Organismo de Evaluación de la Conformidad (OEC) que cuenta

con competencia técnica reconocida por el Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (Indecopi) para llevar a cabo tareas específicas de la evaluación de conformidad. Por tanto, sus resultados tienen un mayor grado de confiabilidad, no solo en relación con el análisis efectuado, sino también en relación con el sistema de gestión que todo laboratorio acreditado debe tener implementado. (OEFA, 2015).

- **Humedad Relativa:** Es la humedad que contiene una masa de aire, en relación con la máxima humedad absoluta que podría admitir sin producirse condensación, conservando las mismas condiciones de temperatura y presión atmosférica. Es la relación entre la masa de vapor de agua que tiene una determinada masa de aire y la que tendría si estuviese saturada en la misma temperatura. Esta relación se expresa en porcentaje. (BECERRA, p.8).
- **Estación Meteorológica:** Es una instalación destinada a medir, registrar, regularmente diversas variables meteorológicas estos datos se utilizan tanto para la elaboración de predicciones meteorológicas a partir de modelos numéricos como para estudios climáticos. (UNC, 2016).
- **Cadena de Custodia:** Procedimiento documentado de la obtención de muestras, su transporte, conservación y entrega al laboratorio para la realización de pruebas de análisis físico – químico, realizado por el personal responsable. (SENACE, 2015).

## CAPITULO III

### DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

#### 3.1 Modelo de Solución Propuesto

##### 3.1.1 Equipos de Monitoreo

###### 3.1.1.1 Muestreador “Hi -Vol” (PM10)

La determinación de partículas menores a 10 micras, se realiza mediante de grandes volúmenes adaptado con una toma de entrada que permite seleccionar a las partículas por su tamaño, el cual consta de una cubierta anodinada de aluminio, una portafiltro plástico, un motor/ ventilador y un programador de tiempo. (PROTOCOLO DE MONITOREO DE AIRE, p.11)

Proceso de preparación de filtro:

- Ingresan al área de Recepción e Inspección de Muestras y es registrado en el formato del laboratorio ALAB denominado FC-DIR-28.2. R02 (Distribución de Trabajo de Laboratorio).
- Se les asigna un Código e Laboratorio, (Código Interno de la Muestra / M-03045 / M-03046).
- Los sobres conteniendo los filtros ya codificados se le entrega al analista para ser acondicionados según las especificaciones de la metodología.
- Se deja acondicionar en el desecador, controlando su Temperatura (De 20 a 23°C) y la Humedad Relativa (<40 HR%).
- Se procede a Verificar la Balanza (RL-LAB-02) y se registra en el formato FC-DIR-25.2.2 (Registro de Verificación de Balanza).
- En seguida se procede al pesaje de las muestras y registrado Enel formato, FC-LAB-20.2 (Registro de

Condiciones Ambientales) cada 24 horas por tres días consecutivos.

- Para finalmente obtener un Peso Inicial y un Peso Final del Filtro. (LABORATORIO ALAB)

#### 3.1.1.2 Monitoreo Meteorológico

Es altamente recomendable que el monitoreo de la calidad del aire esté acompañado por un apropiado monitoreo meteorológico, considerando que el clima tiene una fuerte influencia en la dispersión y concentración de los contaminantes. En algunos casos, los datos de una estación de monitoreo meteorológico cercana pueden estar disponibles, pero en otros casos las mediciones son colectadas en el mismo sitio de monitoreo de la calidad del aire. Con relación al monitoreo meteorológico existen una serie de recomendaciones para su mejor desempeño, las más usuales mediciones requeridas son las siguientes:

- Velocidad del viento
- Dirección del viento
- Temperatura del aire
- Presión Atmosférica
- Humedad Relativa.

(PROTOCOLO DE MONITOREO DE AIRE, p.13)

#### 3.1.2 Aseguramiento y Control de Calidad

Corresponde a las actividades de garantía y control de calidad a adoptar para validar los resultados (calibración de equipos, registro de calibración de los equipos, capacitación constante en los procedimientos e instructivos, evaluación y retroalimentación de los mismos). Los medios de control puestos en marcha tienen el objetivo de asegurar y respetar los elementos críticos de las mediciones. (PROTOCOLO DE MONITOREO DE AIRE, p.13)

## 3.2 Resultados

### 3.2.1 Recolección de los Resultados

Los resultados obtenidos del Monitoreo de Calidad del Aire realizado el día 13 de marzo del 2019 en la Av. Nauta – Callao, serán evaluados y analizados por el Laboratorio Analytical Laboratory E.I.R.L, siendo reportados a mi persona mediante un informe de ensayo de las muestras de PM10 y datos de la estación Metereológica.

#### 3.2.1.1 Datos del Laboratorio

Se obtuvieron los resultados del filtro en blanco, peso inicial y final de dicho filtro.

*Tabla 10. Resultado del Filtro en Blanco*

Muestra	Código Filtro	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)	Resultado ( ug/stdm3 )
M-3046 (BC CA- ER)	19-0168	3.6699	3.6698	0.00

Fuente: ALAB

Resultados del filtro de la muestra monitoreada, registrándose el peso inicial y final del filtro.

*Tabla 11. Resultados del Filtro de la Muestra*

Muestra	Código Filtro	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)	Resultado ( ug/stdm3 )
M-3045 (CA-ER)	19-0167	3.6610	3.6860	14.89

Fuente: ALAB

Reporte de Volumen estándar del Monitoreo realizado por 24 horas.

Tabla 12. Volumen Estándar

ALAB		ANALYTICAL LABORATORY S.R.L.		I.: FC-OPE-27.2.4R. :		02I. V.: 2017-Jul-18				
REPORTE DE VOLUMEN ESTÁNDAR										
Nota: Temperatura de Muestreo (°K): (T °C) + (273.15) Para Caudal de muestreo: Aplicar FC-OPE-27.2.6										
Código de Laboratorio	Caudal de Muestreo (L/min)	Tiempo de Muestreo (min)	Volumen de Muestreo (m <sup>3</sup> )	Temperatura de Muestreo (°C)	Temperatura de Muestreo (°K)	Temperatura Estándar (°K)	Presión de Muestreo (mmHg)	Presión Estándar (mmHg)	Volumen Estándar (m <sup>3</sup> )	Parámetros
M-3045	1168.0	1440	1681.920	23.3	296.45	298	755.6	760.0	1681.014	PM10 HV

Fuente: ALAB

A continuación, se muestran otros datos del Monitoreo de PM10 -HV, datos obtenidos por parte de los servicios del laboratorio ALAB.

- **Presión manómetro al inicio de muestreo, 13 marzo a las 11:45 a.m.**, obteniéndose 16.5 según cadena de custodia.
- **Presión manómetro al final de muestreo, 14 marzo a las 11:45 a.m.**, obteniéndose 15.5 según cadena de custodia.
- **Flujo Hi -Vol, esto es, caudal de entrada al sistema (m3/min)**, como resultado se obtuvo 1.1680m3/min.
- **Corrección del Caudal**, obteniéndose 1681.014 m3.

(LABORATORIO ALAB)

Ecuación para el cálculo de Reporte de Material Particulado PM10 (Hi-Vol).

$$PM_{10HV}, \mu g / STDm^3 = ((\text{Promedio Peso final}) - (\text{Promedio Peso inicial})) * 10^6 / \text{Volumen estándar}$$

Fuente: ALAB

*Figura 12.* Ecuación para el cálculo de PM10

Cálculo:

- Promedio de Peso Inicial = 3.6610
- Promedio de Peso Final = 3.6860
- Factor =  $10^6$
- Volumen Estándar ( $m^3$ ) = 1681.014
- Resultado = 14.89  $\mu g / stdm^3$

(LABORATORIO ALAB)

### 3.2.1.2 Data del Monitoreo (PM10)

Los resultados del monitoreo realizado el día 13 al 14 de marzo se registraron en un reporte elaborado por parte del laboratorio Analytical Laboratory E.I.R.L. (ALAB).




## INFORME DE ENSAYO N°: IE-19-1289

### I.- DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL	: ERIKA CANTURIN
2.-DIRECCIÓN	: NO INDICA
3.-PROYECTO	: CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO RESPIRABLE (PM10) Y PLOMO
4.-PROCEDENCIA	: AV. NAUTA - CALLAO
5.-SOLICITANTE	: ERIKA CANTURIN
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: OS-19-0393
7.-PLAN DE MONITOREO	: PM-19-0158
8.-MUESTREO POR	: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2019-03-25

### II.-DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-MATRIZ	: AIRE
2.-NÚMERO ESTACIONES	: 1
3.-FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	: 2019-03-14
4.-PERÍODO DE ENSAYO	: 2019-03-14 al 2019-03-25

  
**José Luis Chipana Chipana**  
Director Técnico

Prolongación Zarumilla Mz 2D lote 3 Bellavista - Callao  
Telf. +51 7130636 / 453 1389 / 940 598 588  
Email. ventas@alab.com.pe  
[www.alab.com.pe](http://www.alab.com.pe)

Página 1 de 5

Fuente: ALAB

Figura 13. Informe de Ensayo para PM10

III.-METODOS Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
Material particulado PM 10 Alto volumen <sup>(1)</sup>	EPA-Compendium Method IO - 2.1-1999	Sampling of Ambient Air for Total Suspended Particulate Matter (SMP) and PM10 Using High Volume (HV) Sampler.
Plomo <sup>(1)</sup>	EPA Compendium Method IO-3.2 1999	Determination of Metals in Ambient Particulate Matter using Atomic Absorption (AA) Spectroscopy

"EPA" : U. S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemicals Analysis

<sup>(1)</sup> Ensayos han sido acreditados por el INACAL - DA

IV. RESULTADOS

ITEM	1		
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-03045		
CÓDIGO DEL CLIENTE:	CA-ER		
COORDENADAS:	E: 0267754		
UTM WGS 84:	N: 8667332		
MATRIZ:	AIRE		
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	IC-OPE-27.2		
INICIO DE MUESTREO	FECHA:	2019-03-13	
	HORA:	11:45	
FIN DE MUESTREO	FECHA:	2019-03-14	
	HORA:	11:45	
ENSAYO	UNIDAD	L.C.M	RESULTADOS
Material particulado PM 10 Alto volumen	ug/m <sup>3</sup>	0.9	14.89
Plomo	ug/m <sup>3</sup>	0.0111	<0.0111

L.C.M.: Limite de cuantificación de método

Los resultados contenidos en el presente documento sólo estan relacionados con los items ensayados.

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L.

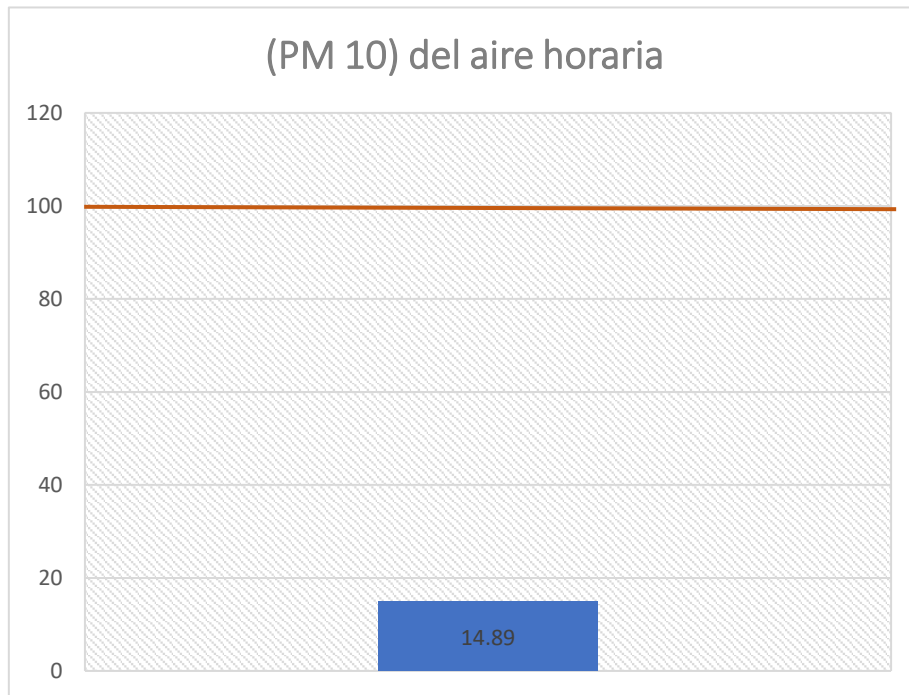
Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

"FIN DE DOCUMENTO"

Fuente: ALAB

Figura 14. Informe de Métodos y Resultados para PM10

El valor de PM10 muestreado por 24 horas obtenido fue de 14.89 ug/m<sup>3</sup> el cual será comparado con los ECA de aire establecidos en el DECRETO SUPREMO N°003-2017-MINAM. Según dicho decreto supremo, para el parámetro Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM10) por un periodo de 24 horas se establece un valor de 100 ug/m<sup>3</sup>.

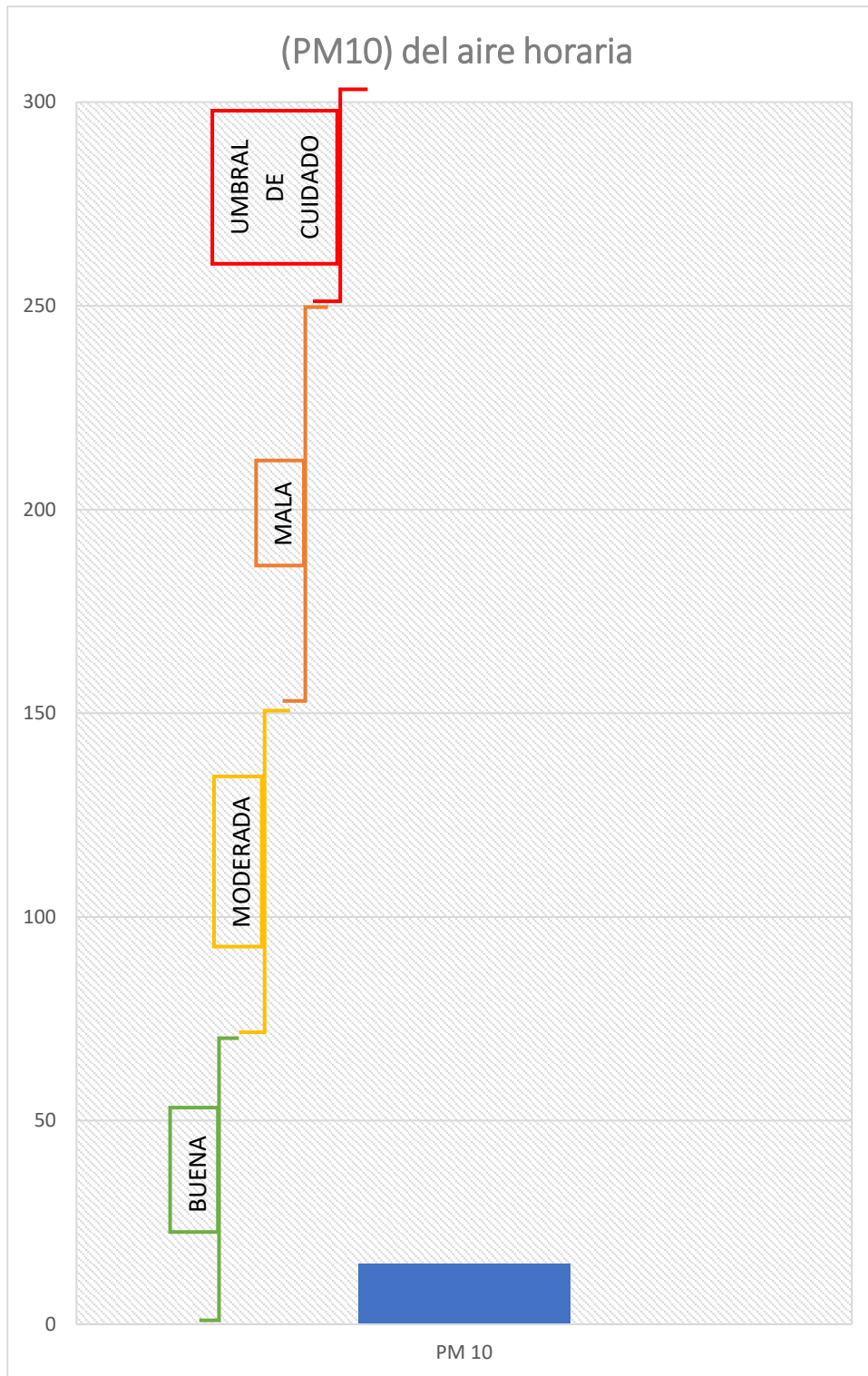


Fuente: Elaboración propia

*Figura 15.* Comparación de Resultados con el ECA aire.

Del mismo modo dicho resultado del monitoreo obtenido lo comparamos con el INCA para PM10.

Nuestro resultado del monitoreo de PM 10 fue de (14.89 ug/m<sup>3</sup>), según la **Tabla 7.** Índice de Calidad de Aire para PM10 y **Tabla 8.** Clasificación del Estado de la Calidad del Aire, está dentro del rango de PM10 de (0-75 ug/m<sup>3</sup>). Por lo tanto, pertenece a un índice de calidad del aire (0-50) determinándolo como un Estado Buena de la Calidad del Aire.



Fuente: Elaboración propia

Figura 16. Comparación del Resultado de Monitoreo con el INCA.

### 3.2.1.3 Data Meteorológica

Tabla 13. Cuadro de los Resultados Meteorológicos

METEOROLOGICOS (*)						
ESTACIÓN DE MUESTREO			CA-ER			
COORDENADAS - UTM WGS 84			E: 0267754			
			N: 8667332			
Fecha	Hora de Registro	Temperatura (°C)	Humedad (%)	Velocidad del viento (m/s)	Dirección del Viento (puntos cardinales)	Presión (mmHg)
13/03/2019	11:00 a.m.	25.6	75	1.8	SSE	754.9
13/03/2019	12:00 p.m.	25.2	74	1.8	SSE	754.9
13/03/2019	01:00 p.m.	25.6	75	1.8	SSE	754.3
13/03/2019	02:00 p.m.	27.6	66	1.3	SSE	753.9
13/03/2019	03:00 p.m.	24.3	78	2.7	NE	753.8
13/03/2019	04:00 p.m.	23.6	82	2.7	NNE	753.8
13/03/2019	05:00 p.m.	22.8	85	2.7	NNE	754.4
13/03/2019	06:00 p.m.	22.6	87	2.7	NNE	754.9
13/03/2019	07:00 p.m.	22.3	87	2.7	NNE	755.5
13/03/2019	08:00 p.m.	21.9	88	2.2	NNE	755.9
13/03/2019	09:00 p.m.	21.7	89	2.2	NNE	756.4
13/03/2019	10:00 p.m.	21.6	89	1.3	NNE	756.6
13/03/2019	11:00 p.m.	21.4	89	1.3	NNE	756.5
14/03/2019	12:00 a.m.	21.2	89	0.9	NE	756.2
14/03/2019	01:00 a.m.	21.1	90	0.9	NE	755.9
14/03/2019	02:00 a.m.	20.9	90	1.3	NE	755.5
14/03/2019	03:00 a.m.	20.9	90	0.9	NE	755.5
14/03/2019	04:00 a.m.	21.1	91	0.9	NNE	755.8
14/03/2019	05:00 a.m.	21.0	91	0.9	NNE	756.0
14/03/2019	06:00 a.m.	21.7	89	0.9	N	756.4
14/03/2019	07:00 a.m.	22.7	86	0.9	NE	756.9
14/03/2019	08:00 a.m.	26.7	69	0.4	NNE	756.6
14/03/2019	09:00 a.m.	27.5	69	0.9	NE	756.3
14/03/2019	10:00 a.m.	27.6	69	0.9	NE	756.4
<b>Promedio</b>		<b>23.3</b>	<b>82.8</b>	<b>1.5</b>	<b>WSW</b>	<b>755.6</b>

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL- DA

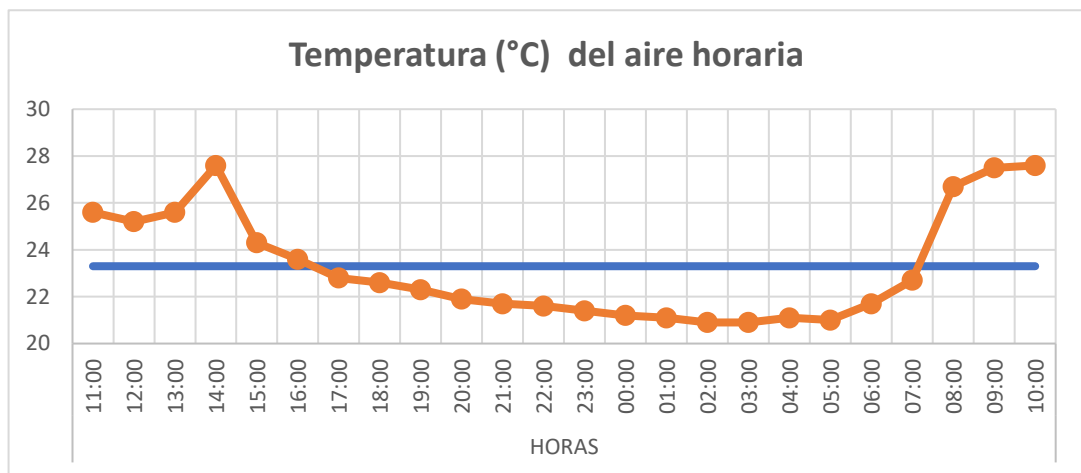
No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L.

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.

Fuente: ALAB

### 3.2.1.4 Evaluación de la Temperatura por un día en la Av. Nauta -Callao.

El gráfico muestra los datos de temperatura del monitoreo por 24 horas en el punto de monitoreo (Av. Nauta – Callao). Se registra un promedio de 23.3 °C de temperatura, en la cual se observa que a las 14:00 pm y 10:00 am se evidencia una temperatura alta en ambas horas de 27.6 °C. Por otro lado, se registró la temperatura más baja de 20.9 °C en la madrugada de 02:00 am a 03:00 am.



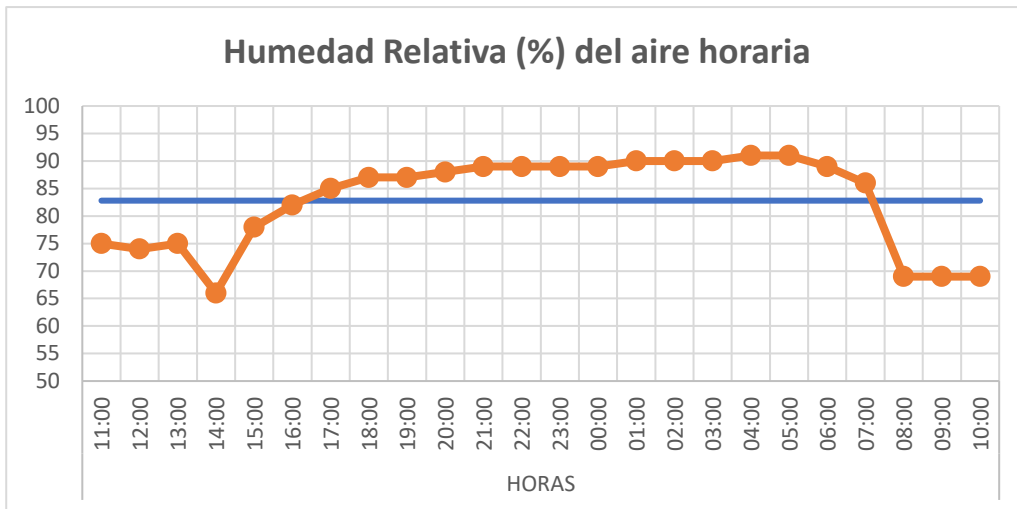
Fuente: Elaboración Propia

Figura 17. Gráfico de Temperatura (°C) del aire horaria.

### 3.2.1.5 Evaluación de la Humedad (%) por un día en la Av. Nauta -Callao.

La figura muestra los resultados de Humedad (%) del monitoreo por 24 horas en el punto de monitoreo (Av. Nauta – Callao). Donde se registró un promedio de 82.8 % de humedad.

En la cual se observa que a partir de las 04:00 am hasta las 05:00 am se registró la mayor humedad de 91 %. Asimismo, la humedad más baja registrada fue de 66% a las 14:00 pm.

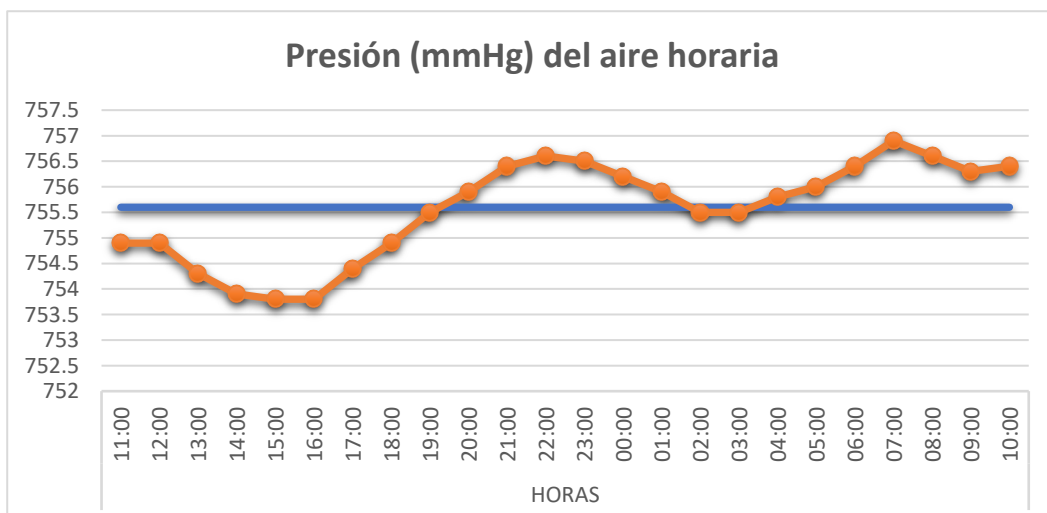


Fuente: Elaboración Propia

Figura 18. Gráfico de Humedad Relativa (%) del aire horaria.

### 3.2.1.6 Evaluación de la Presión (mmHg) por un día en la Av. Nauta -Callao.

El gráfico muestra los datos de Presión (mmHg) del monitoreo realizado por 24 horas en (Av. Nauta – Callao). Obteniéndose un valor promedio de 755.6 mmHg, registrándose una presión alta de 756.9 mmHg a las 07:00 am y la presión más baja de 753.8 mmHg a las 15:00 pm y 16:00 pm.

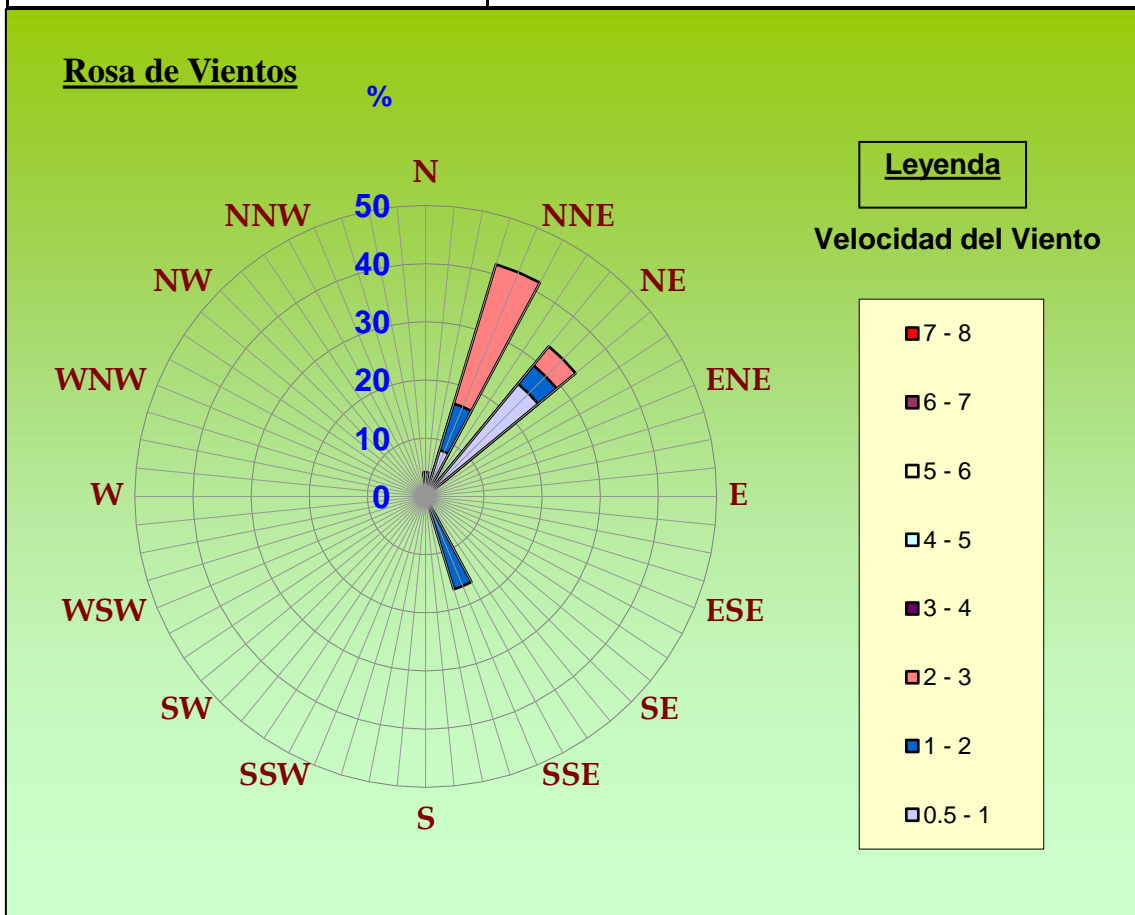


Fuente: Elaboración Propia

Figura 19. Gráfico de Presión (mmHg) del aire horaria.

### 3.2.1.7 Rosa de Vientos.

ESTACIÓN DE MUESTREO	CA-ER
COORDENADAS - UTM WGS 84	E: 0267754 N: 8667332



<b>DIRECCIÓN PREDOMINANTE DEL VIENTO</b>	
<b>NNE</b>	<b>41.67 %</b>

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL- DA

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L.

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.

Fuente: ALAB

Figura 20. Rosa de Viento



## CONCLUSIONES

- La concentración de material particulado (PM10) para el día 13 de marzo del 2019 en la Av. Nauta, frente a las instalaciones de los Depósitos de Perubar en el Callao fue de 14.89 ug/stdm3, lo cual es menor al ECA del aire de 24-horas de PM10 de 100 µg/m3 y según el Índice de Calidad de Aire para PM10 (14.89 ug/stdm3) varía entre 0- 75 (ug/stdm3) está clasificado según el estado de la Calidad de Aire como Estado Buena.
- Con respecto a la correlación de las variables Metereológicos con el resultado de PM 10 (14.89 ug/stdm3), existe una correlación positiva de 0,01 (2 colas), la velocidad del viento y la humedad relativa siendo parámetros con mayor incidencia sobre las concentraciones de PM10. Debido a que altas velocidades de viento, favorecen la dispersión de los contaminantes y por lo tanto reducen las concentraciones de PM10.
- El resultado del monitoreo de PM 10 fue de (14.89 ug/stdm3) en la Av. Nauta -Callao, concentración baja, con respecto a los estudios de monitoreo previo realizados por DIGESA y DIRESA en el año 2011, la diferencia se debe a la mejoría en las condiciones del transporte de metales y la situación actual de las inmediaciones alrededor de los depósitos de Perubar (construcción de carreteras, etc.).

Tabla 14. Cuadro de Correlaciones

		<b>Correlaciones</b>				
		Temperatura (°C)	Humedad (%)	Velocidad del viento (m/s)	Presión (mmHg)	PM10
Temperatura (°C)	Correlación de Pearson	1	-,992**	-.041	-.278	.083
	Sig. (bilateral)		.000	.850	.189	.701
	N	24	24	24	24	24
Humedad (%)	Correlación de Pearson	-,992**	1	.069	.301	-.035
	Sig. (bilateral)	.000		.750	.152	.871
	N	24	24	24	24	24
Velocidad del viento (m/s)	Correlación de Pearson	-.041	.069	1	-,646**	-.187
	Sig. (bilateral)	.850	.750		.001	.382
	N	24	24	24	24	24
Presión (mmHg)	Correlación de Pearson	-.278	.301	-,646**	1	.252
	Sig. (bilateral)	.189	.152	.001		.234
	N	24	24	24	24	24
PM10	Correlación de Pearson	.083	-.035	-.187	.252	1
	Sig. (bilateral)	.701	.871	.382	.234	
	N	24	24	24	24	24

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

Fuente: Elaboración propia

## **RECOMENDACIONES**

- Realizar muestreo de PM2.5, determinando los metales pesados.
- Realizar un Monitoreo sobre la Concentración de Plomo.
- Realizar el estudio de influencia de las partículas de PM10 y PM2.5 en la salud humana.

## BIBLIOGRAFÍA

- Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA). Estudio de Saturación Lima Metropolitana y Callao. (2011). 2da ed. Lima: Ministerio de Salud. Disponible en: [http://www.digesa.minsa.gob.pe/depa/informes\\_tecnicos/Estudio%20de%20Saturacion%202012.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/depa/informes_tecnicos/Estudio%20de%20Saturacion%202012.pdf) [Recuperado 24 Ene. 2019].
- Dirección Regional de Salud del Callao (DIRESA). Análisis de Situación de Salud (ASIS) Regional del Callao. (2011). Lima: Oficina de Epidemiología de la DIRESA Callao, p.41-42. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/documentosdigitales/bvsde/texcom/ASIS-regiones/callao/Callao2011.pdf> [Recuperado 24 Ene. 2019].
- Paz, Óscar. (13 noviembre del 2016 / 9:14 am). Callao: Niveles de Plomo se multiplican por seis desde el 2012. El Comercio. Recuperado de: <https://elcomercio.pe/lima/callao-niveles-plomo-multiplican-seis-2012-148172> [Recuperado 24 Ene. 2019].
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA). Instrumentos básicos para la Fiscalización Ambiental (2015). Disponible en: [https://www.oefa.gob.pe/?wpfb\\_dl=13978](https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=13978) [Recuperado 24 Ene. 2019].
- Ley General del Ambiente N°28611. Disponible en: [http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/ley\\_n-28611.pdf](http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/ley_n-28611.pdf) [Recuperado 25 Ene. 2019].
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). Evaluación de la Calidad del Aire en Lima Metropolitana 2015. (2016). Lima: Ministerio del Ambiente. Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01403SENA-7.pdf> [Recuperado 25 Ene. 2019].
- Decreto Supremo N°003 – 2017- MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias. Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-003-2017-minam/> [Recuperado 25 Ene. 2019].
- Decreto Supremo 009- 2003- SA. Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA). Aprueban el Reglamento de los Niveles de Estados de Alerta

Nacionales para Contaminantes del Aire. Disponible en: [http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma\\_consulta/DS-009-2003-SA.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma_consulta/DS-009-2003-SA.pdf)

[Recuperado 25 Ene. 2019].

- Martínez, A. & Romieu, I. (2012). *Introducción al monitoreo atmosférico*. 2da ed. México: CEPIS/OPS, p.7-9. Disponible en: <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsci/e/fulltext/intromon/intromon.html> [Recuperado 25 Ene. 2019].
- Ministerio del Ambiente (2011). Compendio de la Legislación Ambiental Peruana. Volumen V – Calidad Ambiental. Lima: Dirección General de Políticas, Normas. Disponible en: [http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/10/compendio\\_05\\_-\\_calidad\\_ambiental\\_2.pdf](http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/10/compendio_05_-_calidad_ambiental_2.pdf) [Recuperado 25 Ene. 2019].
- Cumbre Pueblos. (26 de octubre de 2017). Contaminación Atmosférica. Disponible en: <https://cumbrepuebloscop20.org/medio-ambiente/contaminacion/atmosferica/> [Recuperado 26 Ene. 2019].
- Organización Mundial de la Salud. (8 de mayo de 2018). Contaminación del aire de interiores y salud. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/household-air-pollution-and-health> [Recuperado 26 Ene. 2019].
- Resolución Jefatural N° 112- 2015- SENACE /J. (31 de diciembre de 2015). Lima: República del Perú. Disponible en: <https://www.senace.gob.pe/wp-content/uploads/2016/10/Resolucion-Jefatural-SENACE-112-2015-1.pdf> [Recuperado 26 Ene. 2019].
- MAVDT. Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire. Manual de Operación de Sistemas de Vigilancia de Calidad del Aire. (febrero, 2008). Bogotá: Consultor K-2 Ingeniería. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/documents/51310/527391/Protocolo+para+el+Monitoreo+y+seguimiento+de+la+calidad+del+aire.pdf/6b2f53c8-6a8d-4f3d-b210-011a45f3ee88> [Recuperado 26 Ene. 2019].
- Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA). Protocolo de Monitoreo de la Calidad de Aire y Gestión de los Datos (2005). Disponible en : [http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma\\_consulta/Protocolo-de-Calidad-del-Aire.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma_consulta/Protocolo-de-Calidad-del-Aire.pdf) [Recuperado 29 Ene. 2019].

- Universidad de LA SALLE & CLIMA Centro Lasallista de Investigación y Modelación Ambiental (2017). Descripción Manejo de HI -VOL y LOW -VOL. Disponible en: [http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/22401/41122127\\_2017\\_P5.pdf?sequence=5&isAllowed=y](http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/22401/41122127_2017_P5.pdf?sequence=5&isAllowed=y) [Recuperado 1 Abril 2019].
- Resolución Ministerial 112-2015-MINAM. (14 de mayo 2015). Lima: República del Perú. Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2015/05/RM-N%C2%B0-112-2015-MINAM1.pdf> [Recuperado 1 Abril 2019].
- PROTOCOLO DE MONITOREO DE AIRE. Laboratorio de Calidad Ambiental (Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo”). Disponible en: [https://biorem.univie.ac.at/fileadmin/user\\_upload/p\\_biorem/education/research/protocols/Protocolo\\_Aire.pdf](https://biorem.univie.ac.at/fileadmin/user_upload/p_biorem/education/research/protocols/Protocolo_Aire.pdf) [Recuperado 2 Abril 2019].
- Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica (IMN). ESTACIONES METEOROLOGICAS E INSTRUMENTOS DE MAS USO EN COSTA RICA. Disponible en: <https://www.imn.ac.cr/documents/10179/28035/Cat%C3%A1logo+B%C3%A1sico+de+Instrumentos+Meteorol%C3%B3gicos/3701f150-452d-44d3-9c58-19d94a01f28d> [Recuperado 3 Abril 2019].
- BECERRA, José. Estación Meteorológica “Augusto Weberbauer”. Universidad Nacional de Cajamarca- Facultad de Ingeniería (EAPC) Hidrología Superficial. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/354738875/Estacion-Meteorologica-Augusto-Weberbauer> [Recuperado 3 abril 2019].
- Universidad Nacional de Cajamarca (UNC) – Hidrología, Ingeniería. (21 de mayo de 2016). Primer informe estación Meteorológica, Guías, Proyectos, Investigaciones de Hidrología. Disponible en: <https://www.docsity.com/es/primer-informe-estacion-metereologica/701550/> [Recuperado 3 abril 2019].
- **ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L. (LABORATORIO ALAB).** INFORME DE ENSAYO IE-19-1289 / OS-19-0393. Lima: Callao.

## **ANEXOS**

## LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Certificado de Acreditación de ALAB. ....	50
Anexo 2. Proforma de Servicio de Monitoreo .....	51
Anexo 3. Plan de Monitoreo (1/2) .....	52
Anexo 4. Plan de Monitoreo (2/2) .....	53
Anexo 5. Certificado de Calibración de Estación Metereológica .....	54
Anexo 6. Resultados de la Calibración de la Estación Metereológica.....	55
Anexo 7. Certificado de Calibración del Muestreador de Partículas .....	56
Anexo 8. Verificación de Flujo Hi -Vol PM10 y PM2.5.....	57
Anexo 9. Carta de Flujo (Monitoreo 24 horas).....	58
Anexo 10. Cadena de Custodia .....	59
Anexo 11. Check List de Equipos de Monitoreo.....	60
Anexo 12. Estación Metereológica y Muestreador de PM10.....	61
Anexo 13. Fotografía Panorámica del Monitoreo .....	62
Anexo 14. Depósitos de Perubar (CALLAO).....	63
Anexo 15. Colocación del Filtro PM10.....	64
Anexo 16. Filtro PM10. ....	65
Anexo 17. Suministro de Energía .....	65



# Certificado



La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en ejercicio de las atribuciones conferidas por Ley N° 30224, Ley de Creación del INACAL, y conforme al Reglamento de Organización y Funciones del INACAL, aprobado por DS N° 004-2015-PRODUCE y modificado por DS N° 008-2015-PRODUCE, **OTORGA** la presente Acreditación a:

## **ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.**

En su calidad de **Laboratorio de Ensayo**

Con base en el cumplimiento de los requisitos establecidos en la norma NTP-ISO/IEC 17025:2006 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración, para el alcance de la acreditación contenido en el formato DA-acr-OSP-17F, facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Valor Oficial.

**Sede Acreditada:** Domicilio Prolongación Zarumilla, Mz. D2 Lote 3, Asociación Daniel Alcides Carrión, distrito de Bellavista, provincia constitucional del Callao y departamento de Lima.

Fecha de Acreditación: 25 de julio de 2016  
Fecha de Vencimiento: 25 de julio de 2019

Registro N° LE - 096  
Fecha de emisión: 12 de agosto de 2016  
DA-acr-01P-02M Ver. 00

**Augusto Mello Romero**  
Director - Dirección de Acreditación

The signature of Augusto Mello Romero is written in black ink over a circular official stamp. The stamp contains the text 'DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN' and 'INACAL'.

Fuente: ALAB

*Anexo 1. Certificado de Acreditación de ALAB.*

**PROFORMA DE SERVICIO**

PROFORMA N° : P-19-  Versión:  Fecha:

**ANALYTICAL LABORATORY E. I. R. L.**

Somos un Laboratorio que brinda Servicios Ambientales de Monitoreo y Análisis en Matriz Aire, Emisiones, Aguas, Salud Ocupacional incluye plaqueo ambiental, superficies vivas e inertes, Suelos y Sedimentos, entre otros servicios ambientales que se coordinen. Contamos con acreditación NTP-ISO/IEC 17025:2006 con Registro LE 096 y alcance de acreditación descrito en [www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe)  
Presentamos nuestra Proforma:

**DATOS DEL CLIENTE:**

Razón Social	Erika Canturin	Teléfono/Celular	
Dirección		e-mail	<a href="mailto:erikacanturin@gmail.com">erikacanturin@gmail.com</a>
Contacto	Erika Canturin	RUC	
Facturar a			
Referencia / Procedencia	Callao (Av.Nauta)		

**MATRIZ: < AIRE >**

ANÁLISIS	METODOLOGÍA	LÍMITE DE DETECCIÓN	UNIDAD	N° MUESTRAS	PRECIO UNITARIO < S/. >	PRECIO SUB TOTAL
Material particulado PM10. (Alto volumen)	EPA-Corpendium Method IO-2.1	2.30	µg/Slidm <sup>3</sup>	1		
Pbomo-HV	EPA-Corpendium Method IO-3.2	0.0111	µg/m <sup>3</sup>	1		
Dirección del viento(*)	ASTM 4480-93 (Mediciones Meteorologicas)	-	-	1		
Velocidad del viento(*)		-	m/s			
Temperatura(*)		-	°C			
Presión atmosférica(*)		-	mbar			
Humedad relativa (*)		-	%			
<b>SUB-TOTAL - 1 :</b>						

Se identifica Parametros Acreditados ante INACAL-DA

Se identifica Parametros Acreditados ante IAS (entidad conformante de ILAC, reconocida por INACAL)

LCM:Limite de Cuantificación del Metodo

(\*)Los metodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

(\*\*)Parámetro Subcontratado otro laboratorio acreditado ante INACAL-DA

A=Ausencia (-)

P=Presencia (+)

**GASTOS OPERATIVOS**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO < S/. >	PRECIO SUB TOTAL
1 Un analista por un dos dias de monitoreo	2		
2 Gastos operativos y logísticos asumidos por ALAB	1		
3 Alquiler de grupo electrogeno incluido combustible	1		
4 Seguridad por un punto de monitoreo	2		
<b>SUB-TOTAL - 2 :</b>			

**GASTOS ADMINISTRATIVOS**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO < S/. >	PRECIO SUB TOTAL
1 Cliente recoger informe y factura	0	0	0
<b>SUB-TOTAL - 3 :</b>			0

**SUB-TOTAL GENERAL SIN IGV (1+2+3+4+5+6+7+.....n)**

IGV 18%	
<b>TOTAL SERVICIO - CON IGV :</b>	

**Observaciones / Comentarios :**

La energia electrica es proporcionada por el cliente.

Fuente: ALAB

**Anexo 2. Proforma de Servicio de Monitoreo**

**PLAN DE MONITOREO**

**I.- DE LA ORDEN DE SERVICIO**

N° Orden de Servicio (OS): OS-19-0393

**II.- DEL PLAN DE MONITOREO:**

N° de Plan de Monitoreo: PM-19-0158 Elaborado por: FRANCISCO HUAMANÍ

Fecha de Elaboración: 13/03/2019 Cargo: ANALISTA DE CAMPO

Personal Asignado al Servicio: FRANCISCO HUAMANÍ

**III.- DEL SERVICIO:**

Nombre del Cliente (Razón Social): ERIKA CANTURIN Nombre de Contacto: ERIKA CANTURIN

Lugar del Muestreo: CALLAO

Fecha Ejecución del Muestreo: Del: 13/03/2019 Al: 14/03/2019

Nota: Adicionar filas, tantas como sean necesarias

**IV.- DATOS PARA EL INFORME DE ENSAYO:**

Razón Social para Informe de Ensayo: ERIKA CANTURIN

Nombre del Proyecto: CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO RESPIRABLE (PM10) Y PLOMO EN AV. NAUTA - CALLAO

Nota: Adicionar en el formato tantas filas sean necesarias para generación del registro

**V.- MATRIZ Y N° DE MUESTRAS / PUNTOS A REALIZAR EN EL SERVICIO**

Ítem	Matríz (Grupo)	Sub Grupo	N° de Muestras / Puntos	Parámetros / Ensayos	Observaciones / Comentarios
1	AIRE	---	01	PM10 HÍVOL, PLOMO	---
2	METEOROLOGÍA	---	01	DV, VV, T, PA, HR	---

**VI.- DESCRIPCIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO**

Ítem	Código (Si aplicase)	Descripción ó Ubicación	Coordenadas (UTM - WG 84)	
			E	N
1	CA-ER (AIRE)	AV. NAUTA	0267754	8667332
2	CA-ER (METEOROLOGÍA)	AV. NAUTA	0267754	8667332

**VII.- DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A REALIZAR** (Verificación de Equipos, EPPs, Consideraciones para la ejecución del servicio, Control de Residuos Generados, Aseguramiento y Control de la Calidad.)

**7.1 Verificación de los Equipos según:**

FC-OPE-27.2.1 Check List de Equipos para Monitoreo de Aire \_\_\_\_\_

**7.2 EPP (Equipo de Protección Personal)**

Casco de Seguridad \_\_\_\_\_ Chaleco de Seguridad \_\_\_\_\_

Guantes de Seguridad \_\_\_\_\_ Zapatos de Seguridad \_\_\_\_\_

**7.3 Consideraciones para la ejecución del servicio**

El cliente asume todos los gastos logísticos y operativos. \_\_\_\_\_

Fuente: ALAB

*Anexo 3. Plan de Monitoreo (1/2)*

**PLAN DE MONITOREO**

**I.- DE LA ORDEN DE SERVICIO**

N° Orden de Servicio (OS): OS-19-0393

**II.- DEL PLAN DE MONITOREO:**

N° de Plan de Monitoreo: PM-19-0158 Elaborado por: FRANCISCO HUAMANÍ

Fecha de Elaboración: 13/03/2019 Cargo: ANALISTA DE CAMPO

Personal Asignado al Servicio: FRANCISCO HUAMANÍ

**7.4 Control de Residuos Generados**

Todos los residuos líquidos y sólidos generados serán depositados y almacenados en recipientes y envases herméticamente cerrados para su posterior eliminación.

**7.5 Aseguramiento y Control de Calidad**

Ítem	Matriz	Controles de Campo			Observaciones / Comentarios
		Duplicado	Blnco Viajero (BV)	Blanco de Campo (BC)	
1	AIRE	---	---	X	APLICA A FILTRO PM10 HÍVOL

**VIII.- INSTRUCTIVOS DE MUESTREO Y FORMATOS RELACIONADOS**

Ítem	Título del Documento	Ítem	Título del Documento
1	FC-OPE-27.2.5 Cadena de Custodia Matriz Aire	3	IC-OPE-27.2 Muestreo de Aire

**IX.- EQUIPOS Y MATERIALES**

**a. Equipos**

Ítem	Equipos		Comentarios / Observación
	Cantidad	Descripción*	
1	01	GPS	EM-OPE-297
4	01	MUESTREADOR HI VOL	EM-OPE-151
5	01	ESTACIÓN METEOROLÓGICA	EM-OPE-133

\* Los códigos de identificación de los equipos se contemplan en los Check list de equipos relacionados

**b. Materiales e insumos**

Ítem	Materiales e Insumos		Comentarios / Observación
	Cantidad	Descripción*	
1	02	FILTROS PARA MATERIAL PARTICULADO	---

**X.- REQUERIMIENTO DE DOCUMENTOS, REQUISITOS Y/O TRÁMITES PARA REALIZAR EL SERVICIO**

DNI, SCTR SALUD, SCTR PENSIÓN.

**XI.- COMENTARIOS / OBSERVACIONES (Requerimientos adicionales u otros)**

SIN COMENTARIOS U OBSERVACIONES.

Fuente: ALAB

*Anexo 4. Plan de Monitoreo (2/2)*

## Certificado de Calibración

### CYVLM0027-210119

**1.- SOLICITANTE**

**Expediente** : 19312

**Razón social** : ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.

**Dirección** : Zarumilla Mz. 02 Lt. 3 - Bellavista - Callao

Este certificado de Calibración documenta la trazabilidad a los patrones Nacionales ( INACAL) e internacionales.

CyVlab cuenta con patrones trazables a Instituto Nacional de Calidad así como a Laboratorios Internacionales; custodia, conserva y mantiene sus patrones en áreas con condiciones ambientales controladas , realiza mediciones y certificaciones metrologicas a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrologia en el país y contribuye a la difusión del sistema legal de unidades del medida del Perú.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario debe tener un control de mantenimiento y recalibraciones apropiadas para cada instrumento.

**2.- INSTRUMENTO DE MEDICIÓN:**

ESTACIÓN METEOROLOGICA

**Marca** : DAVIS      **Rango** : 0° C a 60° C / 3 km/h a 322 km/h /  
**Modelo** : Vantage Pro 2      **Resolución** : 1% a 100% / 540 mb a 1100 mb  
**N° de Serie** : AP150113019      **Procedencia** : U.S.A.  
**Código** : EM-OPE-133

**3.- METODO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se realizó tomando como referencia el:

- Temperatura: PC-017 "PROCEDIMIENTO PARA LA CALIBRACIÓN DE TERMOMETROS DIGITALES" del SNM-INDECOPI
- Velocidad de viento: Metodo de Comparación directa según el "CUP ANEMOMETER CALIBRATION PROCEDURE" del Network of European Measuring Institutes
- Humedad Relativa: Comparación directa usando camaras de humedad y temperaturas controladas
- Barómetro: Determinación del error por medio de comparación directa.

**4.- FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN**

- \* El instrumento fue calibrado el 21/01/2019
- \* La calibración se realizó en el laboratorio de CyVlab

**5.- PATRONES DE REFERENCIA**

N° de Certificado	Equipo	Marca	Modelo	Número de Serie
LT-163-2018	Barotermohigrometro	Extech	50700	A.022919
294269WPM060008	Anemómetro	3M	Air Probe	WPM060008
120315TV10091	Túnel de viento	TDA	TV-100	012934

**6.- CONDICIONES AMBIENTALES**

	Temperatura	Humedad Relativa	Presión Atmosférica
INICIO	21,6 °C	74,3 %	1000 mbar
TERMINO	21,4 °C	74,5 %	1000,2 mbar

Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos y/o modificaciones requieren la autorización del Laboratorio de Metrología CYVLAB  
 Certificado sin firma y sello carecen de validez.

Sello



Técnico Metrólogo

Roger Chavez Figueroa

Jefe de laboratorio

Juan Arribasplata Huaman

Fuente: ALAB

*Anexo 5. Certificado de Calibración de Estación Meteorológica*

## Certificado de Calibración CYVLM0027-210119

### 7.- RESULTADOS

#### 7.1.- Temperatura

Indicación de Termómetro (°C)	Temperatura Convencionalmente Verdadera (°C)	Corrección (°C)	Incertidumbre (°C)
10,1	9,8	-0,3	0,31
21,2	21,0	-0,2	0,31
35,4	34,9	-0,5	0,36
49,4	48,6	-0,8	0,39

#### 7.2.- Humedad Relativa

Indicación del Higrómetro (%)	Valor Convencionalmente Verdadero (%)	Corrección (%)	Incertidumbre (%)
55	55	0	1,9
65	64	-1	2,0
80	79	-1	2,0

#### 7.3.- Velocidad de Viento

Valor Nominal (km/h)	Valor Encontrado (km/h)	Desviación (km/h)	Incertidumbre (km/h)
5	5	0	0,14
14	15	-1	0,14
21	21	0	0,19

#### 7.4.- Presión Atmosférica

Valor Nominal (mbar)	Valor Encontrado (mbar)	Desviación (mbar)	Incertidumbre (mbar)
980,6	981,1	-0,5	0,19
994,3	994,2	0,1	0,14
996,8	996,5	0,3	0,14
999,9	1000,1	-0,2	0,19

#### 7.5.- NOTA

- \* Los datos obtenidos son el resultado del promedio de 10 mediciones por punto de calibración
- \* La incertidumbre a sido determinada con un factor de cobertura  $k=2$  para un nivel de confianza del 95 %
- \* Se colocó una etiqueta en el equipo indicando la fecha de calibración
- \* La periodicidad de la calibración esta en función al uso y mantenimiento del equipo de medición

Fuente: ALAB

*Anexo 6. Resultados de la Calibración de la Estación Metereológica*

**CERTIFICADO DE CALIBRACION  
 N° CALPM1028032018**
**Cliente :** ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L

<b>Instrumento :</b>	Muestreador de partículas	<b>Especificación del Instrumento</b>
<b>Marca :</b>	Thermo	Flujo: 1.13 m3/min
<b>Modelo :</b>	VFC	Operación con cabezales PM10 y PM2.5
<b>Serie :</b>	P9424x	Motor 1 Hp/ 220V/60Hz/BA
<b>Código :</b>	EM-CPE-40	
<b>Condición :</b>	Usado	

**Lugar de Calibración :** ENVIROGROUP S.R.L  
**Fecha de Calibración :** 28 de Marzo del 2018  
**Próxima Calibración :** 28 de Marzo del 2019

**Condiciones Ambientales**
**Temperatura:** 24.9-26.0 °C      **Humedad relativa:** 67-69%      **Presión:** 999-1004 mbar

**Procedimientos Utilizados**

La calibración fue realizada de acuerdo al EPA Compendium Method 10-2.1.

**Patrones Utilizados:**

Descripción	Marca/Modelo	Serie o Lote	Vencimiento
Calibrador Varioflow	TISCH	336N	08/2019
Barómetro	Vantage Pro2	AM140204005	03/2019
Termohigrómetro	Control Company	150451968	01/2019

**Resultados**

Ta(k°):	29.9	Presión(In Hg):	29.9	Slope:	1.1325
Ta(C°):	26	Pa(mm Hg):	758.9	Int:	0.0214

Run	Calibrador	Qa	Muestreador	Pf		Look Up - Qa	% off
Number	"H2O	m3/min	"H2O	mm Hg	Po/Pa	m3/min	Diff
1	4.85	1.202	10.75	20.062	0.974	1.199	0.226
2	4.75	1.189	14.50	27.061	0.964	1.186	0.258
3	4.65	1.176	18.50	34.526	0.955	1.175	-0.109
4	4.55	1.163	23.55	43.951	0.942	1.158	-0.461
5	4.40	1.144	28.50	53.189	0.930	1.142	0.149

**Observaciones**

El método de referencia establece que los flujos deben tener un % de diferencia máximo de +/- 3%

**Realizado por:**
  
 Carlos Hernández  
 Jefe de Mantenimiento

**Fecha:** 28/03/2018

 Calle Las Olivas 4125 - Urb. Las Olivas - Los Olivos  
 Mail: [logistica@envirogrouptech.com](mailto:logistica@envirogrouptech.com) / web: [www.envirogrouptech.com](http://www.envirogrouptech.com) / Cel: RPC: 961768828

Fuente: ALAB

Anexo 7. Certificado de Calibración del Muestreador de Partículas

**Verificación de Flujo Hivol  
PM10 y PM2.5**

Plan de Monitoreo		Fecha	11/03/2019
Orden de Servicio	10-0303	Hora Inicio	11:00
Razón Social de Cliente	ERKA CANTURIN	Hora Final	11:20
Lugar	Calleo (Av. Nauta)		

Datos del equipo	
Código Equipo	EM-OPE-40
Marca	Thermo
Modelo	VFC
Ventilador	P9424X

Datos de parámetros meteorológicos	
Código Equipo	EM-OPE-15
Marca	DAVIS
Modelo	Vantage Pro2
Serie	AM140204006

Datos del Calibrador	
Código Equipo	EM-OPE-323
Marca	TISCH
no	0.0420
bc	-0.01889

Condiciones Ambientales	
Ta (°C)	24.7
Pa (mm Hg)	756.8

Verificación de flujo									
N° Medición	Calibrador APLD (in)	Qa (m³/min)	Sampler APLD (in)	PI (mm Hg)	$\frac{Q_a}{P_a}$	Sampler - Qac (m³/min)	% Diff ±%	C/WC	
1	2.9	1.125	27.50	51.32	0.932	1.145	-1.815	C	
2	2.95	1.134	25.00	48.52	0.936	1.150	-1.404	C	
3	3.00	1.143	24.50	45.72	0.940	1.155	-1.007	C	

Si el WDR es mayor, puede haber ocurrido una fuga durante la calibración y se deberá calibrar nuevamente.  
C: Conforme / NC: No Conforme

Ecuación del calibrador	$Q = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (P_i - K) \sqrt{P_i}$
Ecuación del muestreador	$Q = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (P_i - K) \sqrt{P_i}$
Conversiones	$mmHg = \frac{mmHg}{133.322}$ $K = ^\circ C + 273.15$ $mmHg = 1.33322 \text{ inchHg}$
Ratio de presión	$\frac{P_a}{P_c} = \left( \frac{Q_a}{Q_c} \right)^2$

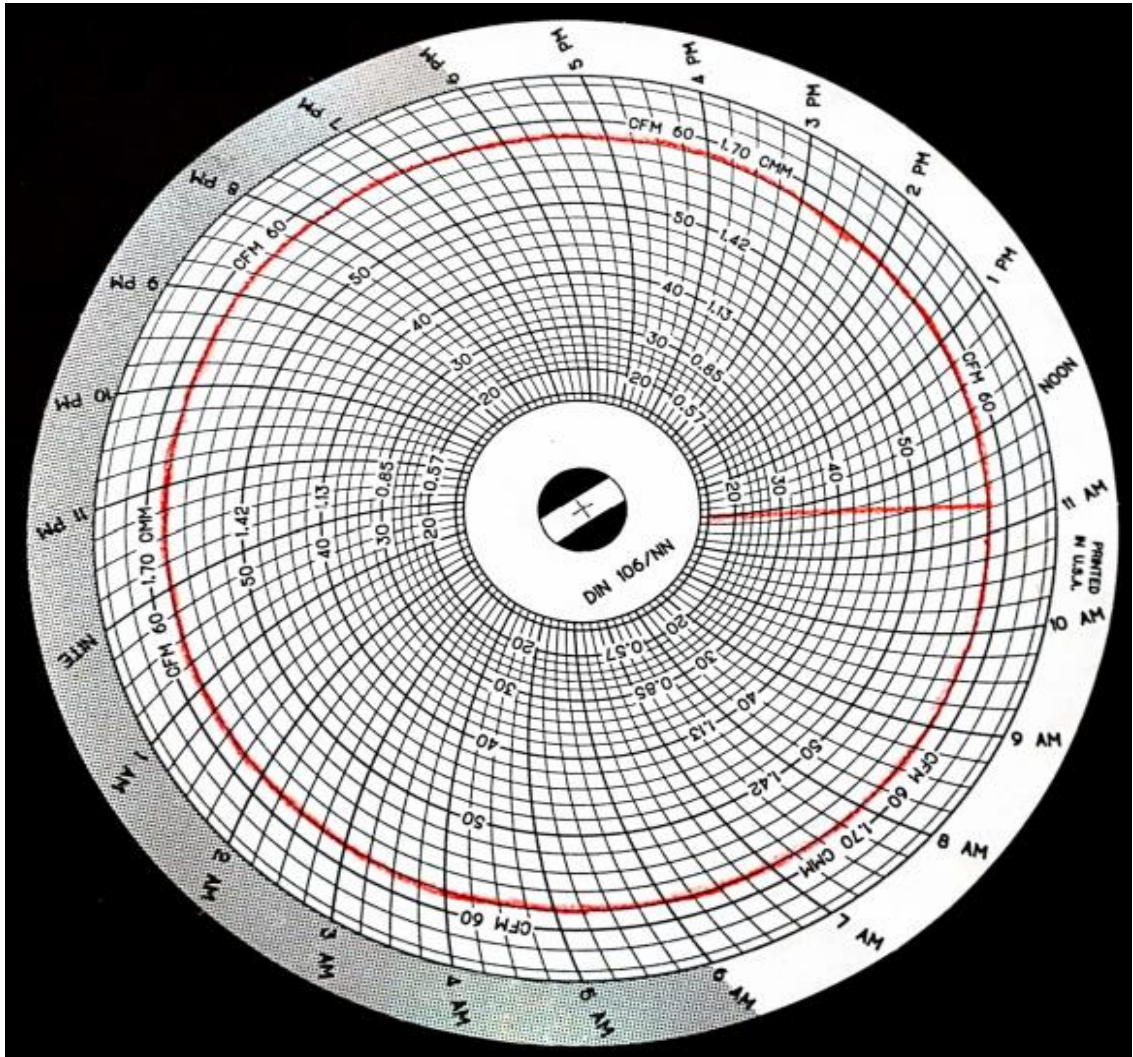
NOTA: Ingrese valores sólo en los casilleros en blanco.

Verificación: Realizado por / Cargo			
Datos	JHANO PEÑA SOTO	Fecha	11/03/2019
Después de Verificación: Recepcionados por / VºBº			
Datos		Fecha	11/03/2019

Fuente: ALAB


*Anexo 8. Verificación de Flujo Hi -Vol PM10 y PM2.5*





Fuente: ALAB

Anexo 9. Carta de Flujo (Monitoreo 24 horas)



**ALAB**  
ANÁLISIS LABORATORIAL S.A.S.

**CADENA DE CUSTODIA - MATRIZ AIRE**

L: 00-091-0133  
R: 01  
E: 2016/06/07

---

**Datos del cliente**

Razón Social: **ERIKA CANTURIN**

Persona de contacto: **ERIKA CANTURIN** Correo / Teléfono: **erikacanturin@gmail.com**

Nombre del proyecto: **Concentración de Material Particulado Respirable (PM10) y Plomo**

Orden de servicio: **05-19-0393** Plan de Monitoreo: **PM-19-0158**

Cadena de custodia: **CC-19-1289** Pág. **1** de **1**

Informe de ensayo: **IE-19-1289**

Procedencia o lugar de muestreo: **AU Nanta - Collao**

---

Item	Punto de muestreo / Estación	Código de laboratorio	Inicio	Final	Coordenadas UTM		Condiciones Ambientales			ΔH (pulg. H <sub>2</sub> O)			PM 10HV	PM 10LV	PM 2.5HV	PM 2.5LV	SO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S	CO	O <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	NO	Plomo	HT	HCAM	Benceno	Hg Gasoso	Metano	Observaciones	
					E	N	T °C	Presión (Hg)	PTS	PM10	PM2.5																			
1	CA-ER	M-3045	13-03-19 11:45	14-03-19 11:45	262254	266732	23.3	855.6	-	16.5	-	✓																		Alto Tránsito de Vehículos Pesados
2	BC-CA-ER	M-3046 BC	13-03-19 11:40	13-03-19 11:45								✓																		
3																														
4																														
5	Filtros:																													
6	PM10 HV: 19-0167																													
7	BC: 19-0168																													
8																														

Para los parámetros que involucran filtros registrar el número de filtro y para otros parámetros marcar con una (x) o check según corresponda

**Descripción de equipos utilizados:**

Item	Código interno del equipo	Nombre de equipo
1	EM-09-292	GPS
2	EM-09-151	Muestreador AU Vol
3	EM-09-133	Estación Meteorológica
4		
5		
6		
7		
8		

**Leyenda:**

PM 10	Material particulado menor a 10 micras	HT	Humos (Total Inorganic)
PM 2.5	Material particulado menor a 2.5 micras	LP	Low Vol (All Inorganic)
PTS	Pedregales traidos en suspensiones	SP	Suspensiones
SO2	Óxido de azufre	T	Temperatura
SO3	Dióxido de azufre	U	Umidad
NO2	Óxido de nitrógeno	V	Viento
NO	Óxido de nitrógeno	W	Wetness
CO	Monóxido de carbono	T amb.	Temperatura ambiente
H2S	Sulfuro de hidrógeno	T rel.	Temperatura de refrigeración
O3	Ozono	R	Ruido
HT	Hidrocarburos totales expresados como benceno	H	Humid
HCAM	Hidrocarburos no metano	C	Condens
Hg	Mercurio gaseoso total	MC	No verificados

Muestreado por:  ALAB  Cliente

**Condiciones de recepción:**

Temperatura de conservación	T amb. (°C)	T rel. (°C)	C	MC
Filtros / Tubo topografía	✓	-	✓	-
Sú. Absorbentes / Tubo Orto	-	-	-	-
Otros:	-	-	-	-

Código de equipo de verificación: **Get tab 6/33**

Embalaje adecuado de muestras:

Registro correcto de lecturas:

---

**Muestreado por:** FRANCISCA ALVARADO

**Fecha / Hora:** 14-03-19 12:00

**Firma:** *[Firma]*

**Cliente:** Erika Canturin

**Fecha / Hora:** 14-03-19 12:00

**Firma:** *[Firma]*

**Recepción de muestras:** 511E

**Fecha / Hora:** 14/03/19 14:30

**Firma:** *[Firma]*

---

Perú: Av. Zorillo No 122 L2, Asociación Dental Andino Centro, Miraflores, Lima 19

Web: [www.alab.com.pe](http://www.alab.com.pe) E-mail: [ventas@alab.com.pe](mailto:ventas@alab.com.pe) RUC: 2060887381 • T: (01)4611348 • (01)7128336 • Cel: 945943331

**INFORMES**

1/2

Documento controlado. Prohibida su reproducción parcial o total sin autorización de ALAB.

Fuente: ALAB

Anexo 10. Cadena de Custodia

**CHECK LIST DE EQUIPOS PARA CALIDAD DE AIRE**

Cliente/Razón Social: Ensta Sardinia

Gota de Remisión: 002-000895

Orden de Servicio: 19-0393

Lugar: Calles (Av. Nanta)

EQUIPO / ACCESORIOS	SALIDA		RETORNO		EQUIPO / ACCESORIOS	SALIDA		RETORNO				
	Mito	OPE	Mito	OPE		Mito	OPE	Mito	OPE			
<b>HV/DL PM10 / PM2.5 / PTS</b> código de Equipo: Observaciones: <u>EM-OPE-40</u>	Encendido de motor	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>GENERADOR ELECTRICO</b> código de Equipo: Observaciones: <u>EM-OPE-439</u>	Encendido	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Programación Temporizador	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Enchufe	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Silicona en impactador	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		220V en voltaje de salida	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Sujetadores y jebes en buen estado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Encendido ..... Estabilizador .....					
	Cabezal	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Verificación de no existencia de alarmas					
	Cuerpo <input checked="" type="checkbox"/> Timer <input type="checkbox"/> + Reg. Flujo <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Verificación de descarga de datos					
	Motor <input checked="" type="checkbox"/> Venturi <input checked="" type="checkbox"/> Colarín <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Estado de filtro					
	Estado de Carbones: <u>100%</u>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Cable power					
	Portafiltro <input checked="" type="checkbox"/> + Tapa <input checked="" type="checkbox"/> Trapecio <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Tuberías <input type="checkbox"/> + portafiltro <input type="checkbox"/>					
	Extensión <input checked="" type="checkbox"/> + Enchufes <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Cable de comunicación					
Mandómetro <input type="checkbox"/> + Tubería de conex: <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Estuche							
<b>TREN DE MUESTREO</b> código de Equipo: Observaciones:	Encendido de bombas					<b>LAPTOP</b> código de Equipo: Observaciones:	Verificación de programas					
	Verificación de flujos						Cargador <input type="checkbox"/> + Mouse <input type="checkbox"/> + Maleta <input type="checkbox"/>					
	Tuberías <input type="checkbox"/> + cable power <input type="checkbox"/>						Cargador <input type="checkbox"/> + Batería <input type="checkbox"/>					
	Portafiltro <input type="checkbox"/> + filtro <input type="checkbox"/>						Maleta de Transporte					
	Rotámetro alta <input type="checkbox"/> + Rotámetro bajo <input type="checkbox"/>						Microfono <input type="checkbox"/> + Membrana <input type="checkbox"/>					
<b>ESTACION METEOROLOGICA</b> código de Equipo: Observaciones: <u>EM-OPE-133</u>	Soporte .....					<b>BOMOMETRO</b> código de Equipo: Observaciones:	Pantalla Corta viento					
	Consola <input checked="" type="checkbox"/> Cable USB <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Tripode <input type="checkbox"/> + Adaptador <input type="checkbox"/>					
	Modulo de sensores	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Cable USB <input type="checkbox"/> + Desarmador <input type="checkbox"/>					
	Transmisor de Datos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Banda de Octavas					
	Almacenamiento de datos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Calibrador <input type="checkbox"/> + adaptador <input type="checkbox"/>					
	Sensor de LV <input type="checkbox"/> + Panel Solar <input type="checkbox"/>						Consola <input type="checkbox"/> + Base o Soporte .....					
	Cazireta <input checked="" type="checkbox"/> velas <input checked="" type="checkbox"/> mariposa <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Cabezal <input type="checkbox"/> + Porta Filtro <input type="checkbox"/>					
	Brújula <input checked="" type="checkbox"/> llave Allen <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Impactador <input type="checkbox"/> + Tubo de Enlace <input type="checkbox"/>					
	Llave francesa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Cable Power <input type="checkbox"/> Batería <input type="checkbox"/> + Cargador <input type="checkbox"/>					
	Tripode para montaje	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Sensor de Temperatura					
Pilas tipo "03" <input checked="" type="checkbox"/> Cargador <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Encendido <input type="checkbox"/> + Verificación de Flujo <input type="checkbox"/>							
<b>CÁMARA</b> código de Equipo:	Batería <input type="checkbox"/> + Cargador <input type="checkbox"/>					<b>GPS</b> código de Equipo:	Batería					
	Memoria <input type="checkbox"/> + Cable USB <input type="checkbox"/>						Encendido y captación de señal					

Mito: Mantenimiento OPE: Operaciones JO: Jefe de Operaciones JM: Jefe de Mantenimiento AC: Analista de Campo

De la Salida: Fecha: 11-03-2019  
 VºBº JM: Jhans Pérez VºBº JO: Jose Orlandini VºBº AC: [Signature]  
 Observaciones:

Del Retorno: Fecha: 14-03-2019  
 VºBº JM: Jhans Pérez VºBº JO: Jose Orlandini VºBº AC: [Signature]  
 Observaciones:

Fuente: ALAB

Anexo 11. Check List de Equipos de Monitoreo



Fuente: ALAB

*Anexo 12. Estación Metereológica y Muestreador de PM10*



Fuente: ALAB

*Anexo 13. Fotografía Panorámica del Monitoreo*



Fuente: ALAB

*Anexo 14. Depósitos de Perubar (CALLAO)*



Fuente: ALAB

*Anexo 15. Colocación del Filtro PM10.*



Fuente: ALAB

*Anexo 16. Filtro PM10.*



Fuente: ALAB

*Anexo 17. Suministro de Energía*