



TESIS

**INFLUENCIA DE LOS NIVELES DE
CONTAMINACIÓN POR MATERIAL
PARTICULADO DE PLOMO EN LA
SALUD DE LAS PERSONAS DE LA
ZONA INDUSTRIAL DE VENTANILLA –
CALLAO**

Presentado por la Bachiller

CAMPOS SIMÓN, Erika Wendy

Para optar el título de Ingeniera Ambiental.

**LIMA-PERÚ
2016**

Dedicado a mi familia, en
especial a mi madre y a mis
hijos que son mi motor y motivo
en el día a día

La autora.

Agradezco a Dios por la vida, las bendiciones y permitirme alcanzar mis anhelos.

A las autoridades de la Universidad, especialmente las de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental por su orientación en los años de estudio y en el proceso de titulación. Gracias.

A la Municipalidad distrital de Ventanilla, Dirección de Salud y Empresa de monitoreo por su apoyo en el presente estudio.

La autora.

ÍNDICE

CARÁTULA	I
DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE	IV
RESUMEN	VIII
ABSTRACT	X
INTRODUCCIÓN	XII
Capítulo I: Planteamiento del Problema.	
1.1. Caracterización de la realidad problemática	01
1.2. Formulación del problema	04
1.2.1. Problema general	04
1.2.2. Problemas específicos	04
1.3. Objetivos	04
1.3.1. Objetivo general	04
1.3.2. Objetivos específicos	04
1.4. Justificación del estudio	04
1.5. Importancia del estudio	05
1.6. Limitaciones	06
Capítulo II: Fundamentos teóricos	
2.1. Marco referencial	07
2.1.1. Antecedentes de la investigación	07
2.1.2. Referencias teóricas.	14

2.2.	Marco legal	17
2.2.1.	Constitución Política del Perú.	17
2.2.2.	Ley N° 28611. Ley General del Ambiente.	17
2.2.3.	Ley N° 28245. Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental.	19
2.2.4.	La Ley N° 26821, Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales.	19
2.2.5.	D.S. N° 008 – 2005 – PCM. Reglamento de la Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental.	20
2.2.6.	D.S. N° 003 – 2008 – MINAM. Estándares de calidad ambiental para aire.	20
2.2.7.	D.S. N° 074-2001-PCM. Reglamento de ECA Aire	20
2.2.8.	D.S. N° 069-2003-PCM. Establecen valor anual de la concentración de plomo.	22
2.2.9.	Resolución Ministerial N° 181 – 2016 – MINAM. Establece el Índice de Calidad del Aire – INCA.	22
2.3.	Marco conceptual	23
2.3.1.	Ambiente.	23
2.3.2.	Auditoría.	23
2.3.3.	Calibración.	24
2.3.4.	Combustión.	25
2.3.5.	Compuestos volátiles.	25
2.3.6.	Emisión.	26
2.3.7.	Estándar de calidad del aire.	27

2.3.8.	Partícula.	27
2.3.9.	Smog fotoquímico.	28
2.4.	Marco teórico.	29
2.4.1.	Contaminación del aire.	29
2.4.2.	Material particulado	33
Capítulo III: Planteamiento metodológico		
3.1.	Metodología	60
3.1.1.	Método	60
3.1.2.	Tipo de la Investigación	60
3.1.3.	Nivel de la Investigación	61
3.2.	Diseño de la Investigación.	61
3.3.	Hipótesis de la Investigación	62
3.3.1.	Hipótesis General	62
3.3.2.	Hipótesis Específicas	63
3.4.	Variables	63
3.4.1.	Variable Independiente	63
3.4.2.	Variable Dependiente	63
3.4.3.	Operacionalización de hipótesis, variables e indicadores.	64
3.5.	Cobertura del Estudio.	64
3.5.1.	Universo.	64
3.5.2.	Población.	64
3.5.3.	Muestra.	65
3.6.	Técnicas, Instrumentos y Fuentes de recolección de datos	66
3.6.1.	Técnicas de la Investigación.	67

3.6.2.	Instrumentos de la Investigación.	67
3.6.3.	Fuentes de recolección de datos.	68
Capitulo IV: Organización, Presentación y Análisis de resultados		
4.1.	Resultados.	69
4.1.1.	Procedimiento de muestreo.	69
4.1.2.	Determinación de material particulado menor a 10 micrómetros- PM-10.	75
4.1.3.	Análisis de plomo en filtros de microfibra de cuarzo.	76
4.1.4.	Resultados del monitoreo.	78
4.2.	Comprobación de hipótesis	83
CONCLUSIONES.		89
RECOMENDACIONES.		91
BIBLIOGRAFÍA		93
ANEXOS.		94

RESUMEN

Se denomina ***Saturnismo*** a la presencia de los rasgos que se manifiestan de forma excesiva, producto de la intoxicación crónica por plomo, este envenenamiento que se produce a nivel del cuerpo humano cuando el plomo penetra en él. Entonces los efectos son perjudiciales, la presencia del plomo no permite sintetizar la hemoglobina y se produce la anemia, se afecta el traslado del oxígeno a la sangre y de hecho a todo el cuerpo, para poder eliminar el plomo deben pasar unos treinta años para que las partículas de plomo sean eliminadas, además que el sistema permite la rápida absorción para ser eliminado de los huesos. Las partículas de plomo son absorbidas rápida y completamente, y si existe desnutrición o ausencia de minerales, permite mayor absorción de plomo, su excesiva exposición produce encefalopatías graves, produce la muerte, genera incapacidades

permanentes, convulsiones o retardo mental. Se presentan entonces la “plumbosis” o “lengua negra”, producto del envenenamiento con el plomo.

La tesis ha investigado la presencia del material particulado, la presencia del plomo y la presencia de plomo en sangre en bases a observaciones propias y estudios que ya se llevaron a cabo, todos ellos han corroborado que existe una alta contaminación, los puertos del Perú ya sea por descarga directa o por traslado de diferentes materiales, o por las acciones industriales han generado la presencia del PM10 y el PM2.5, de gases y de plomo, siendo la zona industrial de Ventanilla y la zona aledaña al puerto la que ha presentado el problema mayor, en esa zona industrial donde las personas en casi un 70% tienen problemas de contaminación, severos e irreversibles.

Controlar la contaminación es un hecho que necesariamente se hace urgente, este estudio como muchos anteriores corroboran esa necesidad, puesto que el futuro, la infancia y la juventud se ven perjudicadas, no solo se trata de la industria, no solo se trata de la actividad portuaria, se trata del parque automotriz antiguo y de carga pesada que por el uso de petróleo emana mayores problemas de contaminación.

El presente estudio es una muestra concreta de trabajo denodado con la expresa finalidad de poder determinar la realidad, analizarla y corroborarla para poder expresar las medidas que se deben asumir, entre ellas el control de las emisiones para mejorar la condición ambiental de la zona.

La autora.

ABSTRACT

Poisoning refers to the presence of features that are manifested excessively, resulting from chronic lead poisoning, the poisoning that occurs at the level of the human body when lead enters it. Then the effects are harmful, the presence of lead not allow synthesizing hemoglobin and anemia occurs, transfer oxygen to the blood and in fact the entire body is affected, to remove lead must pass some thirty years for lead particles are removed, the system also enables rapid absorption to be removed from the bones. Lead particles are absorbed quickly and completely, and if there is malnutrition or lack of minerals, allowing greater lead absorption, excessive exposure causes severe encephalopathy, causes death, generates permanent disabilities, seizures or mental retardation. The "plumbosis" or "black tongue", product of lead poisoning are then presented.

The thesis investigated the presence of particulate matter, the presence of lead and lead in blood bases own observations and studies already carried out, all of them have confirmed that there is a high pollution, Peru and ports either by direct download or transfer of different materials, or by industrial actions have generated the presence of PM10 and PM2.5, gas and lead, with the industrial area and the area surrounding the port which has presented the problem higher in the industrial area where people in almost 70% have contamination problems, severe and irreversible.

Controlling pollution is a fact that necessarily is urgent, this study as many previous corroborate this need, since the future of children and youth are impaired, not only is the industry, not only is the activity port, is the old auto park and heavy burden on oil use stems major pollution problems.

This study is a concrete example of hard work with the express purpose of determining reality, analyze and corroborate to express the measures should take, including the control of emissions to improve the environmental condition of the area.

The author.

INTRODUCCIÓN

El aire, es una mezcla de gases, cuya composición es de 78,08% de nitrógeno, 20,95% de oxígeno, 0,034% de dióxido de carbono y 0,93% de argón junto con cantidades menores de hidrógeno, y de los llamados gases nobles: neón, criptón, xenón y helio.

La propiedad de mayor interés, entre las que posee el aire, es su capacidad para mantener la vida. Cualquier interferencia en esta función, debida a la presencia de contaminantes como: el dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, sulfuro de hidrógeno, monóxido de carbono, material particulado, ozono, entre otros contaminantes, debe ser de gran interés.

Por tanto, el ámbito de aplicación no solo engloba al sector privado, quienes tienen que velar para que sus actividades no afecten el medio ambiente, sino también involucran al sector público en todos sus niveles,

quienes tienen que orientar sus políticas y acciones a garantizar la protección del medio ambiente.

La Tesis se ha organizado de acuerdo a lo siguiente:

Páginas iniciales: Carátula, Dedicatoria, Agradecimiento, Índice, Resumen, Abstract e Introducción.

Contenido: Compuesto por cuatro capítulos:

- **Capítulo I: Planteamiento del problema**, que considera la Caracterización del problema, Formulación del problema, Objetivos, Justificación, Importancia y las Limitaciones.
- **Capítulo II: Fundamentos teóricos**, incluye cuatro subtítulos: Marco referencial que incluye Antecedentes de la investigación, los Referentes teóricos; Marco legal que revisa la normatividad propia del estudio; Marco conceptual, que analiza los términos que tienen relación con el tema de estudio y el Marco teórico que presenta el Monitoreo y el Nivel de calidad del aire.
- **Capítulo III: Metodología de la investigación**, que considera todos los aspectos relacionados a la realización del estudio, entre el Método, Tipo, Nivel, Diseño, Hipótesis, Variables de la Investigación, así como las Técnicas e Instrumentos de Investigación, así como el Procesamiento de los datos recolectados, además del diseño que se ha empleado para el estudio de las condiciones del aire.
- **Capítulo IV: Resultados de la investigación**, que considera los resultados parciales, los resultados generales, discusión de resultados y comprobación de la hipótesis.

En la influencia de la Industria en la contaminación del aire donde primeramente se aclara la diferencia entre inmisión y emisión para poder

comprender la necesidad de conocer sobre el Muestreo y análisis de la Calidad del Aire, luego que se analiza la Metodología de Evaluación de la Calidad del Aire, donde se da a conocer sobre el muestreo, programas de muestreo, requisitos de la captación, además de los principales contaminantes químicos y sus efectos, también destaca en los Sistemas y Equipos de Muestreo donde se aclaran conceptos y técnicas, interpretación de datos, entre otros y se explica cada uno de los diferentes análisis para determinar la calidad del aire, que son procesos que se desarrollan con el propósito de conocer los niveles de contaminación para poder preservar, restaurar, conservar o utilizar de manera sustentable el ambiente, además se ha analizado todos los elementos para el aseguramiento de la Calidad de nuestro muestreo, y de los análisis que realizamos en el laboratorio; por ende de los resultados que se obtengan para garantizar las conclusiones y recomendaciones que se reflejan en los diferentes Informes Narrativos que se emiten a las diferentes autoridades que trabajan y fiscalizan en favor del Ambiente como el Ministerio del Ambiente.

Espero que la presente tesis sirva para que tomemos conciencia sobre la importancia de nuestra profesión y el grado de responsabilidad que se encuentra en nuestras manos como Ingenieros Ambientales, en todo tipo de rubros en los que trabajemos o formemos parte de una u otra manera.

La autora.

Capítulo I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. CARACTERIZACIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.

La Provincia Constitucional del Callao al ser una zona con una incidencia económica interregional, donde confluyen grandes actividades urbanas como la exportación hidrobiológica, exportación minera, exportación agroindustrial, así como exportaciones e importaciones a Lima Metropolitana, esto ha generado una degradación ambiental en cuanto a su calidad de aire debido a los aportes que recibe la atmósfera del Callao de las diversas fuentes como principalmente las industrias que se encuentran instaladas en la provincia y el complejo sistema de transporte que llega de toda Lima Metropolitana y el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez, centro principal de ingreso y salida del país. En el Aeropuerto Internacional Jorge

Chávez, en el área denominado como de despegue y aterrizaje, existe contaminación producto del continuo vuelo de aeronaves que son responsables de los elevados niveles de contaminación atmosférica y del ruido.

La zona del Puerto, existe presencia de áreas urbanas tugurizadas, con estratos socioeconómicos muy bajos, actividades industriales y comerciales ligadas al puerto. Asimismo, existe población contaminada por plomo, por habitar cerca a los depósitos de concentrados mineros del Callao.

La zona del cercado del Callao se encuentra hacinada, degradada urbanísticamente, con pocas áreas verdes y con contaminación media producto del transporte público y privado.

En el norte de la Provincia Constitucional de Callao, en el Distrito de Ventanilla se encuentra el Proyecto Especial y Piloto Nuevo Pachacutec, así como otros AAHH que mediante expansión urbana acelerada y ocupación informal de los terrenos han deteriorado el medio ambiente y causado alteraciones a los ecosistemas. En las zonas de los asentamientos humanos, las zonas altas y de lomas existe contaminación por polvo y arena. Asimismo, alrededor del parque porcino existe un nivel medio de contaminación atmosférica por presencia de altos niveles de partículas totales sedimentables (PTS). Por otro lado, se encuentra la Refinería la Pampilla que emite gases contaminantes y residuos industriales contaminantes del medio ambiente afectando a familias de estratos económicos bajos que viven a sus alrededores, en el margen derecho del

río Chillón (AAHH Márquez y Víctor Raúl), se encuentran altas concentraciones de aire contaminado derivados de gases, humos de hidrocarburos, polvos, olores, productos de las industrias cercanas.

En la zona industrial de Ventanilla, existen grandes industrias cuyo proceso emite gases y humos que afectan las áreas residenciales y agrícolas cercanas. En esta zona se identifican altas concentraciones de aire contaminado (Gases, Humos, polvos, olores), producto de la propia actividad y sus instalaciones.

La presencia del agente contaminante fue confirmada por el último monitoreo del aire realizado en la zona industrial de Ventanilla, tomando como punto de monitoreo el colegio Arturo Padilla que se encuentra a la altura de la Av. Cusco de la Zona de Mi Perú - Ventanilla, por la Dirección Regional de Salud (DIRESA del Callao), entre el 20 de Setiembre y el 6 de Octubre del 2014. El estudio arrojó que los valores de plomo (1,55 microgramos por m³) y cadmio (0,32 ug por m³) sobrepasan los máximos registros permitidos por la Norma Internacional (0,5 microgramos por m³ para plomo y 0,25 microgramos por m³ para cadmio).

La DIRESA advierte, que el Cadmio produce Cáncer y el plomo desplaza al hierro y al calcio en el organismo, el cual produce deficiencia intelectual y afecta la parte neurológica y varios órganos. (Diario el Comercio, 29 de Junio 2015).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

1.2.1. Problema general.

¿Cuál es el nivel de influencia del aire contaminado material particulado - plomo, en la salud de las personas que habitan cerca de la zona industrial de Ventanilla – Callao – 2015?

1.2.2. Problemas específicos.

- A. ¿Cuáles son las condiciones de la Calidad del aire en la zona de Ventanilla – Callao – 2015?
- B. ¿Cuáles son los índices de enfermedades relacionadas a la contaminación del aire en la zona de Ventanilla – Callao – 2015?

1.3. OBJETIVOS.

1.3.1. Objetivo general.

Determinar el nivel de influencia del aire contaminado por material particulado - plomo en la salud de las personas en la zona de Ventanilla – Callao – 2015.

1.3.2. Objetivos específicos.

- A. Describir de manera detallada las condiciones de la Calidad del aire por material particulado - plomo en la zona de Ventanilla – Callao – 2015.
- B. Explicar los índices de enfermedades relacionadas a la contaminación del aire en la zona de Ventanilla – Callao – 2015.

1.4. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.

Se justifica en aspectos normativos, como las ECA y la competencia de la OEFA y el rol de la DIGESA que debe garantizar los procesos en los

que se garantice la calidad de vida de las personas, el monitoreo permanente permite que se establezcan medidas en caso de presentar irregularidades en las emisiones industriales, fabriles, domésticas o de otra índole.

En el aspecto ambiental, al igual que el normativo se trata del control, no solo para establecer las ECA, sino minimizar el daño al que se vea expuesta la vida en su integridad, ya que se trata de un problema sensible y latente de la actualidad del distrito de Ventanilla, específicamente en la Zona de Mi Perú, que es la zona colindante con la Zona industrial de Ventanilla, que está orientado a conocer la principal fuente de contaminación por partículas compuestas por plomo, actualizándolos mediante el monitoreo de material particulado - plomo y de condiciones climáticas para obtener datos actuales de ésta problemática.

El aspecto institucional, la elaboración de la tesis se da por ser requisito ineludible para optar el título o grado, salvo en el caso del bachiller.

1.5. IMPORTANCIA DEL ESTUDIO.

La importancia de la investigación del presente estudio radica en conocer la concentración e influencia en la salud del material particulado - Plomo en la composición del Aire que se encuentra sobre la población de Mi Perú – Ventanilla.

Mucha de la información que se trata hoy a nivel mundial, reconoce que uno de los problemas que más se aprecia en las urbes es el asma bronquial, y este tiene relación directa con la polución del aire, por la presencia, principalmente, de material particulado (PM 10 y PM 2.5), pero

también de algunas sustancias dañinas para las partes sensibles de la piel o la misma piel, especialmente en los tejidos subcutáneos, el aire enrarecido trae elementos que son necesario detectar para poder definirlos y limitar sus efectos, por lo que se hace necesario que los mismos sean evaluados para determinar lo que puede producir en la salud, la presencia de arsénico, óxido nitroso, anhídrido carbónico, material particulado, plomo, entre otros son razón para monitorear y controlar o mitigar sus efectos. En el caso de material particulado, se conoce que las más peligrosas principalmente son las fracciones fina y ultra fina (Peter O. Warner 2001). En ello reside la importancia de la presente investigación.

1.6. LIMITACIONES.

Es el económico el factor que más problemas acarrearía puesto que el control y uso de estaciones de monitoreo demanda una buena inversión. Los cuales permiten realizar una evaluación más minuciosa de la calidad ambiental que llevaría a realizar una caracterización más detallada para determinar si la concentración de Plomo actual no sobrepasa los estándares de Calidad Ambiental para Plomo (ECA) según el Decreto Supremo N° 069-2003-PCM, en más lugares de la zona en estudio.

Capítulo II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. MARCO REFERENCIAL.

2.1.1. Antecedentes del estudio.

- A. SILVA ASTETE, Nazario. (2012) **PREVALENCIA DEL ASMA BRONQUIAL INFANTIL Y SU ASOCIACIÓN CON EL NIVEL DE CONTAMINACIÓN DEL AIRE EN ALGUNOS COLEGIOS DE LA PROVINCIA DE LIMA**, alcanza el siguiente resumen:

El objetivo de nuestro estudio fue determinar la asociación entre el nivel de contaminación ambiental y el desarrollo de asma bronquial infantil y en la población de alumnos de 13 a 14 años de colegios ubicados en la provincia de Lima en el año 2007

Material y métodos:
Estudio epidemiológico cuantitativo observacional descriptivo

ecológico transversal comparativo, se entrevistaron a 787 alumnos, de 4 colegios secundarios ,2 colegios ubicados en un área contaminada (Estación ubicada en la Corporación Nacional de Comercio “CONACO”) y otras 2 colegios ubicados en un área poco contaminada (Estación ubicada en “ Hospital María Auxiliadora”) de acuerdo a medidas realizadas por la Dirección De Salud Ambiental (DIGESA). **Además se determinó la prevalencia del Asma Bronquial Infantil” a través del cuestionario ISAAC (International study of asthma and allergies in Childhood)** Se utilizó el software estadístico Stata v10.0 inc., para los siguientes análisis: Análisis univariado, para obtener medidas de tendencia central y de dispersión (medias, medianas, desviación estándar, intervalos de confianza) según tipo de variable estudiada. Análisis bivariado: Se usó la prueba de chi cuadrado para hallar relación entre la variable respuesta y las diferentes variables nominales. Se estudió la asociación con factores de riesgo previamente establecidos, para ello se efectuó una regresión logística múltiple, para determinar los odds ratio de cada variable independiente. Resultados: Se observó que la prevalencia de asma bronquial infantil en nuestro estudio fue de 22.1%, además que del total de asmáticos el 20% de estos viven en una zona de alta contaminación ,y el 24,1% en zona de baja contaminación ($p= 0,192$) , en el análisis multivariante nos demostró que las covariables: antecedente familiar (OR: 1.72 IC: 1.25 - 2.57), presencia de cucarachas (OR: 1.62 IC: 1.13 - 2.33) y fuente

contaminante (OR: 2.03, IC: 1.40 - 2.95); fueron las que se encontraron asociadas a la presencia de asma bronquial infantil. Discusión: se encontró que la prevalencia de asma bronquial en la población escolar de 22,1% coincide con otras realizadas en el Perú y Latinoamérica. Encontramos relación entre la exposición de kerosene y asma bronquial, y asociación entre antecedentes familiares y asma bronquial corroborados por estudios en España y Boston. (...)

- B. MARTÍNEZ, Paula (2005), en la tesis **CONTAMINACIÓN DEL AIRE POR MATERIAL PARTICULADO EN LA CIUDAD DE BUENOS AIRES**, presentado en la Universidad de Buenos Aires, en la que se presenta el siguiente resumen:

El proceso de urbanización origina grandes transformaciones en el medio ambiente. El deterioro de la calidad del aire en las grandes ciudades es un problema mundial que se incrementa con el crecimiento de la población. Entre los contaminantes del aire urbano, el material particulado en suspensión es considerado uno de los más importantes, por sus posibles efectos sobre la salud de las personas. La mayor peligrosidad está relacionada con su capacidad de ingresar en los pulmones, alojándose allí y dañando los tejidos involucrados en el intercambio de gases. Otros efectos del material particulado en suspensión están relacionados con la reducción de la visibilidad, con el aumento de la dispersión y/o de la absorción de la radiación solar afectando la radiación de onda corta y con el aumento del número de

núcleos de condensación en la atmósfera. También, existen evidencias de los daños originados por el depósito de material particulado sobre edificios y monumentos.

En este trabajo se estudian algunas características de la concentración de fondo de material particulado en suspensión total y PM10 en la atmósfera de la Ciudad de Buenos Aires. Además, se obtuvieron estimaciones del depósito de material particulado en la ciudad y se analizan sus distribuciones espacial y temporal.

Fundamentalmente, se desarrolló y utilizó el modelo de dispersión-depósito DAUMOD-D, para estimar la concentración en aire y el depósito de material particulado en áreas urbanas y se lo aplicó a las emisiones de material particulado en la Ciudad de Buenos Aires. Este modelo incluye una parametrización de los procesos de depósito seco y húmedo de material particulado en un área urbana. Se describe la metodología utilizada para evaluar la “velocidad de depósito” en función de la distribución del tamaño de las partículas, de las condiciones atmosféricas y de la rugosidad de la superficie. Asimismo, se presenta la parametrización del “coeficiente de lavado” de partículas por la precipitación, en función de la distribución del tamaño de las partículas, de la eficiencia de colisión de las gotas de lluvia y de la intensidad de la precipitación.

Para la aplicación del modelo desarrollado a la Ciudad de Buenos Aires, se presentan los resultados de un inventario de emisiones de material particulado en la ciudad. Los valores de las

concentraciones de fondo de material particulado y del flujo de partículas sedimentables estimados por el modelo desarrollado han sido comparados con las observaciones realizadas por el Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires en diferentes zonas de la ciudad. (...)

Se estudió la variación mensual de la distribución espacial del depósito de material particulado en la ciudad, encontrándose que pueden existir zonas donde el depósito mensual de material particulado supere $1 \text{ mg/ (cm}^2 \cdot 30\text{d)}$ (límite establecido por la Ley 1356, de la Ciudad de Buenos Aires).

Se presentan distribuciones horizontales de la concentración de fondo de material particulado en suspensión total en la ciudad para diferentes tiempos de promedio. Las zonas de la ciudad con los mayores valores de concentraciones horarias varían con las condiciones atmosféricas y la hora del día. Por otra parte, las máximas concentraciones mensuales de material particulado en suspensión pueden superar los 0.15 mg/m^3 , principalmente en los meses invernales. Las zonas de la ciudad que presentan los mayores valores de concentración de material particulado en suspensión incluyen los barrios de Constitución-Retiro, Palermo, y alrededor de la Autopista 25 de Mayo y la Avenida Rivadavia.

Asimismo, se estimaron las concentraciones de fondo, diaria y anual, de material particulado PM10 en la Ciudad de Buenos Aires. La concentración media anual de PM10 presentó valores superiores a 0.05 mg/m^3 (límite establecido por la Ley 1356, Ciudad de Buenos

Aires) en el microcentro y en los barrios de Constitución y Retiro. Las concentraciones medias diarias de PM10 superaron los 0.15 mg/m³ (límite establecido por la Ley 1356, Ciudad de Buenos Aires) en Constitución, Retiro y en los alrededores del Aeroparque y la Autopista 25 de Mayo. Estas situaciones pondrían en riesgo al 51.6 % de la población total de la ciudad al menos 1 vez/año. Además, se estudió la ocurrencia consecutiva de concentraciones diarias altas, obteniéndose 3 rachas de 3 días de duración, que pondrían en riesgo al 0.6 % de la población menor que 14 años y al 0.7 % de la población mayor que 65 años.

Se evaluó el aporte relativo de las diferentes fuentes de emisión a la contaminación por material particulado en diferentes zonas de la ciudad. Los automotores contribuyen con más del 60% de la concentración estimada y en segundo lugar se encuentra el aporte del transporte automotor de pasajeros (con alrededor del 20%) a la concentración estimada.

- C. CHIARELLA, Pascual y Otros (2004), en la tesis **PREVALENCIA DE SÍNTOMAS RESPIRATORIOS COMPATIBLES CON ASMA EN NIÑOS ESCOLARES DE 13 Y 14 AÑOS DE SAN MARTIN DE PORRAS (LIMA) Y DE HUANCAYO**, se presenta en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, y se tiene el siguiente resumen:
- Objetivos:** Conocer y comparar la prevalencia de síntomas respiratorios compatibles con asma en niños escolares que viven a

nivel de mar, San Martín de Porras, Lima, 72 msnm. y que viven en altura, Huancayo, Junín, 3350 msnm.

Material y Métodos: Es un estudio descriptivo y transversal realizado mediante un cuestionario estandarizado, el cual respondieron niños de 13 y 14 años de colegios pertenecientes al distrito de San Martín de Porras y de la ciudad de Huancayo, buscando encontrar diferencia significativa en la prevalencia de síntomas respiratorios compatibles con asma. Se seleccionaron a 6 y 9 colegios aleatoriamente de las respectivas ciudades, los salones a estudiar comprendieron a 1694 y 1673 alumnos respectivamente.

Resultados: Se logró recolectar 1639 (96.75%) y 1583 (94.62%) cuestionarios de San Martín de Porras y Huancayo respectivamente, de los cuales se eliminaron 564 y 287 por no cumplir los criterios de inclusión. Fueron analizados 1076 y 1296 cuestionarios respectivamente.

Son portadores de síntomas respiratorios compatibles con asma el 21.47% y el 8.41 % respectivamente, de los escolares encuestados, ($p < 0.001$). El 17.57% y el 10.19% respectivamente, ($p < 0.001$) tienen historia de asma.

Conclusiones: Existe diferencia significativa en la prevalencia de síntomas respiratorios compatibles con asma en niños escolares de altura y de nivel del mar. Las razones son variadas, y el elemento altura puede ser uno de los factores que contribuyen a esa diferencia,

pero se deben estudiar otros factores o variables relativos al ambiente como contaminación e infecciones virales.

2.1.2. Referencias teóricas.

- A. Defensoría del Pueblo. (2007). **LA CALIDAD DEL AIRE EN LIMA Y SU IMPACTO EN LA SALUD Y LA VIDA DE SUS HABITANTES.**

En el 6° párrafo de la introducción indica: La ciudad de Lima concentra un tercio de la población peruana y está experimentando un aumento acelerado y significativo de algunos factores que impactan negativamente en la calidad de su aire. El aumento y envejecimiento de su parque automotor, el desorden e irracionalidad de su sistema de transporte público, la promoción fiscal del consumo de combustibles escasos, de pésima calidad y muy contaminantes, entre otros factores, están contribuyendo a degradar **la calidad del aire, causando serias consecuencias en la vida, la salud** y la propiedad de sus habitantes, aún no analizadas con rigurosidad.

- B. ROMERO PORRAS, Manuel y otros. (2006) en el artículo **LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE: SU REPERCUSIÓN COMO PROBLEMA DE SALUD**, presentado en el Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología de La Habana – Cuba, se arriba el siguiente resumen:

La contaminación del aire es actualmente uno de los problemas ambientales más severos a nivel mundial. Está presente en todas las sociedades, independientemente del nivel de desarrollo

socioeconómico, y constituye un fenómeno que tiene particular incidencia sobre la salud del hombre. El presente artículo de revisión define esta contaminación, sus principales fuentes, los agentes contaminantes y la importancia de los sistemas de vigilancia de la calidad del aire. Enfatiza en la contaminación de ambientes exteriores y expone una síntesis de la manifestación histórica de este problema, que incluye la referencia de convenciones y eventos internacionales. También aborda su repercusión como problema de salud, a través de ejemplos en distintos países de América.

Cada año, cientos de millones de personas sufren de enfermedades respiratorias y otras asociadas con la contaminación del aire, tanto en ambientes interiores como exteriores. Existen grupos poblacionales expuestos a fuentes fijas de contaminantes atmosféricos que carecen de zonas de protección sanitaria; industrias que cuentan con chimeneas de baja altura, lo que aumenta la acción contaminante de sus emanaciones, y en muchas ocasiones no disponen de medidas de control para la disminución de la contaminación a la atmósfera.

El crecimiento económico y la urbanización, asociados al desarrollo de diversas actividades como la industria petrolera, los servicios, la agroindustria y el incremento de las unidades automotoras, traen como resultado un consumo intenso de combustibles fósiles; al mismo tiempo, la práctica de actividades agropecuarias no apropiadas inciden en la generación de elevados

volúmenes de contaminantes, que al relacionarse con las condiciones ambientales pueden dañar la salud humana, los ecosistemas y los recursos materiales.

La contaminación puede definirse como cualquier modificación indeseable del ambiente, causada por la introducción a éste de agentes físicos, químicos o biológicos (contaminantes) en cantidades superiores a las naturales, que resulta nociva para la salud humana, daña los recursos naturales o altera el equilibrio ecológico.

La salud, definida en la Constitución Mundial de la Salud como “un estado de completo bienestar físico, mental y social y no meramente la ausencia de enfermedad o incapacidad”, tiene una relación adversa con la contaminación.

Los objetivos fundamentales de este artículo son referir la contaminación del aire como problema de salud asociado al desarrollo histórico social y, en particular, al desarrollo de la producción industrial, y exponer algunos de los efectos en la salud que se hacen más agudos por diversos factores sociales.

- C. OMS, (2007) presenta el artículo **IMPACTOS SOBRE LA SALUD DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA**, en la revista Calidad del Aire y Salud de la Fundación ECODES, en la que explica:
- Los principales efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud van desde alteraciones de la función pulmonar, problemas cardíacos y otros síntomas y molestias hasta un aumento del número

de defunciones, de ingresos hospitalarios y de visitas a urgencias, especialmente por causas respiratorias y cardiovasculares.

El efecto de la contaminación atmosférica mantiene una gradación tanto en la gravedad de sus consecuencias como en la población a riesgo afectada. Así, a medida que los efectos son menos graves, el porcentaje de población afectada es mayor.

En los últimos años ha habido un importante avance en el conocimiento y comprensión de los efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud proporcionado por un gran número de trabajos científicos en todo el mundo. Estos estudios han puesto de manifiesto la importancia de la calidad del aire en la salud de la población y han permitido identificar los principales mecanismos de acción por los cuales la exposición a contaminación atmosférica causa daños en la salud.

2.2. MARCO LEGAL.

2.2.1. Constitución Política del Perú.

El Artículo 2° inciso 22, establece que es deber primordial del Estado garantizar el derecho de toda persona a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado para el desarrollo de su vida. Así mismo, el Artículo 67° señala que el Estado determina la política nacional del ambiente y promueve el uso sostenible de los recursos naturales.

2.2.2. Ley N° 28611. Ley General del Ambiente.

Artículo 31.- Del Estándar de Calidad Ambiental

El 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.

31.2 El ECA es obligatorio en el diseño de las normas legales y las políticas públicas. Es un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental.

Artículo 53.- De los roles de carácter transectorial

53.1 Las entidades que ejercen funciones en materia de salud ambiental, protección de recursos naturales renovables, calidad de las aguas, aire o suelos y otros aspectos de carácter transectorial ejercen funciones de vigilancia, establecimiento de criterios y de ser necesario, expedición de opinión técnica previa, para evitar los riesgos y daños de carácter ambiental que comprometan la protección de los bienes bajo su responsabilidad. La obligatoriedad de dicha opinión técnica previa se establece mediante Decreto Supremo refrendado por el Presidente del Consejo de Ministros y regulada por la Autoridad Ambiental Nacional.

Artículo 133.- De la vigilancia y monitoreo ambiental

La vigilancia y el monitoreo ambiental tienen como fin generar la información que permita orientar la adopción de medidas que aseguren el cumplimiento de los objetivos de la política y normativa ambiental. La Autoridad Ambiental Nacional establece los criterios para el desarrollo de las acciones de vigilancia y monitoreo.

2.2.3. Ley N° 28245. Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental.

Artículo 5.- De los Principios de la Gestión Ambiental.

- i. Promoción de mecanismos alternativos para la resolución de conflictos ambientales;

Artículo 6.- De los Instrumentos de Gestión y Planificación Ambiental

- b) La dirección del proceso de elaboración y revisión de Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles, en coordinación con los sectores y los niveles de Gobierno Regional y Local en y para el proceso de generación y aprobación de Límites Máximos Permisibles.

2.2.4. La Ley N° 26821, Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales,

Establece la responsabilidad del Estado de promover el aprovechamiento sostenible de la atmósfera y su manejo racional, teniendo en cuenta su capacidad de renovación.

2.2.5. D.S. N° 008 – 2005 – PCM. Reglamento de la Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental.

Artículo 6.- Diseño y aplicación de políticas ambientales.-

5. La prevención y el control de la contaminación ambiental, principalmente en las fuentes emisoras. Los costos de la prevención, vigilancia, recuperación y compensación del deterioro ambiental corren a cargo del causante del perjuicio.

2.2.6. D.S. N° 003 – 2008 – MINAM. Estándares de calidad ambiental para aire.

Artículo 1º.- Aprobación de Estándares de Calidad Ambiental para Aire.

Aprobar los Estándares de Calidad Ambiental para Aire que se encuentran contenidos en el Anexo I del presente Decreto Supremo.

Artículo 2º.- Normas complementarias.

El Ministerio del Ambiente dictará las normas para la implementación de los Estándares de Calidad Ambiental para Aire y para la correspondiente adecuación de los Límites Máximos Permisibles.

2.2.7. D.S. N° 074-2001-PCM. Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire

Artículo 1.- Objetivo.- Para proteger la salud, la presente norma establece los estándares nacionales de calidad ambiental del aire y los lineamientos de estrategia para alcanzarlos progresivamente.

Artículo 2.- Principios.- Con el propósito de promover que las políticas públicas e inversiones públicas y privadas contribuyan al

mejoramiento de la calidad del aire se tomarán en cuenta las disposiciones del Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, así como los siguientes principios generales:

- a) La protección de la calidad del aire es obligación de todos.
- b) Las medidas de mejoramiento de la calidad del aire se basan en análisis costo – beneficio.
- c) La información y educación a la población respecto de las prácticas que mejoran o deterioran la calidad del aire serán constantes, confiables y oportunas.

Artículo 3.- Definiciones.- Para los efectos de la presente norma.

Artículo 4.- Estándares Primarios de Calidad del Aire.- Los estándares primarios de calidad del aire consideran los niveles de concentración máxima de los siguientes contaminantes del aire:

- a) Dióxido de Azufre (SO₂)
- b) Material Particulado con diámetro menor o igual a 10 micrómetros (PM-10)
- c) Monóxido de Carbono (CO)
- d) Dióxido de Nitrógeno (NO₂)
- e) Ozono (O₃)
- f) Plomo (Pb)
- g) Sulfuro de Hidrógeno (H₂S)

2.2.8. D.S. N° 069-2003-PCM. Establecen valor anual de la Concentración de Plomo.

El objetivo de la presente norma es contribuir a disminuir el impacto de la contaminación por plomo; Con la opinión favorable de la Comisión Ambiental Transectorial y de conformidad con el Decreto Supremo N° 074-2001-PCM. Artículos 1 y 2: Adiciónese al Anexo 1 del Decreto Supremo N° 074-2001-PCM el valor anual de concentración de plomo, expresado en microgramos por metro cúbico (ug/m³), quedando el estándar calculando el promedio aritmético de los valores mensuales mediante el método de análisis para Material Particulado (PM 10) por Espectrofotometría de absorción atómica.

Artículo 4°.- Del establecimiento de los valores límite de plomo en sangre.

El Ministerio de Salud, a través de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), en un plazo no mayor de doce (12) meses contados a partir de la dación de la presente norma establecerá los valores límite de plomo en sangre como el indicador biológico aplicable.

2.2.9. Resolución Ministerial N° 181 – 2016 - MINAM

Resuelve:

Artículo 1° Establecer el Índice de Calidad del Aire – INCA.

Artículo 2° Crear el Sistema de Información de Calidad del Aire – INFO Aire Perú, como parte del Sistema Nacional de Información Ambiental – SINIA, que consolida y difunde la

Información de calidad del aire que producen las instituciones públicas y privadas a través de mecanismos directos o registros históricos.

2.3. MARCO CONCEPTUAL.

2.3.1. Ambiente:

De manera singular el conjunto de todas las condiciones externas que influyen sobre la vida, el desarrollo y la supervivencia de un organismo, este involucra a todos los fenómenos o elementos naturales y sociales que envuelven a un individuo, sujeto u organismo, y las interacciones que en ella se producen. Estas se dividen en bióticos (organismos vivos) y abióticos (elementos no vivos). Todos ellos condicionan la vida, el crecimiento y la actividad de los organismos vivos.

2.3.2. Auditoría.

Examen y chequeo completo de un instrumento, proceso, etc. La palabra viene de la voz latina: **audire** que significa *oír*, cuando la voz termina en “**ía**” el sustantivo refleja cualidad, a ello se suma la voz inglesa (que lo usan para el fin), viene de la palabra: *to audit*, que se entiende como: ‘*revisar*’, ‘*intervenir*’, pero el oír, implica revisar, pero además implica intervenir, bajo esos preceptos se entiende como **revisar mediante la atención a las versiones que se realizan**, en los primeros tiempos de uso de la acción como tal se entendía que *auditar* era el acto de juzgar la verdad o falsedad a la que era sometido un determinado individuo o empresa, en el que lo que se realiza es verificar que está siendo evaluado.

2.3.3. Calibración.

La calibración es el acto de valorar con que precisión los instrumentos han de realizar mediciones, y estas acciones deben responder a valores estándar, precisamente establecidos por una autoridad reguladora, no se trata de encontrar lo que se quiere, sino lo que se debe encontrar, la precisión de los instrumentos no depende solo de la regulación, sino de compararlo entre estándares.

Es entonces que la valoración de la exactitud de las mediciones que consigna un instrumento depende de ello. Calibrar es una operación que, en determinadas condiciones, establece los valores y las incertidumbres de medida provistas por estándares e indicaciones correspondientes con las incertidumbres de medida asociadas y, con esta información para establecer una relación para obtener un resultado de la medida a partir de una indicación.

De esta definición se puede deducir que para calibrar un instrumento o un estándar se necesita disponer de uno de mayor precisión, que es el que se entiende como patrón, basado en un valor convencional y de verificación, este se utilizará para compararlo de esta forma esa es la calibración, el proceso se entiende como trazabilidad. La finalidad es que los equipos sean confiables y se mantengan en buen estado, además que respondan a las condiciones en las que deben operar.

Un instrumento de medida debe ser frecuentemente calibrado, eso depende del origen de las muestras, pero depende mucho de la calibración, permitiendo que sea menor la tolerancia de error, los intervalos de

calibración dependen de factores como los requerimientos dados por el solicitante y las condiciones en las que el instrumento va a operar.

2.3.4. Combustión.

En realidad la combustión es una forma de oxidación, pues es la reacción química entre el oxígeno y el elemento, cuando esta reacción sea súbita es combustión, en este caso la reacción es que por el exceso de calor se produce la reacción química en la que el oxígeno produce que se quemé, El material que arde, como el kerosén y el alcohol, es el combustible y el que hacer arder, como el oxígeno, se llama comburente, la ignición es el valor de temperatura que debe presentar el sistema fisicoquímico para que se pueda dar la combustión de manera natural, el proceso termina cuando se consigue el equilibrio entre la energía de los compuestos que reaccionan y la de los productos de la reacción. Con el punto de ignición se alcanza la temperatura de inflamación, activado por la energía de una chispa o por la llama de un fósforo. Son el carbono y el hidrógeno (hidrocarburos) elementos que entran en combustión más fácilmente. El heptano, propano y el metano -entre otros- son sustancias que se utilizan como combustibles, es decir, como fuentes de calor proporcionados por la combustión, los residuos de esta ignición (inicio de la combustión) y la combustión produce movimiento, genera residuos que son el smog o polvo de combustión, que es material particulado.

2.3.5. Compuestos volátiles.

Sustancias que se evaporan con facilidad a temperaturas inferiores a su punto de ebullición. Por lo general son sustancias químicas

que contienen carbono y se encuentran en todos los elementos vivos. Los compuestos orgánicos volátiles, denominados COV, se convierten en vapores o gases, van juntos a hidrógeno, oxígeno, flúor, cloro, bromo, azufre o nitrógeno. Estos se liberan cuando se produce la combustión de los combustibles, tales como: gasolina, madera, carbón o gas natural. También son liberados por disolventes, pinturas y otros productos empleados y almacenados en la casa y el lugar de trabajo. Algunos ejemplos de compuestos orgánicos volátiles son:

- Naturales: isopreno, pineno y limoneno,
- Artificiales: benceno, tolueno, nitrobenceno,
- Otros: formaldehído, clorobenceno, disolventes como tolueno, xileno, acetona, y percloroetileno (o tetracloroetileno), el principal disolvente usado en la industria de lavado en seco.

Existen COV altamente tóxicos como precursores del ozono troposférico y su papel como destructores del ozono estratosférico. Contribuyen a la formación del smog fotoquímico al reaccionar con otros contaminantes atmosféricos (como óxidos de nitrógeno) y con la luz solar. Se da principalmente en áreas urbanas, dando lugar a atmósferas ricas en ozono de un color marrón. Reduciendo la emisión de estos compuestos orgánicos volátiles y de los óxidos de nitrógeno se conseguiría evitar la formación del smog.

2.3.6. Emisión.

Es la emanación de gases o fluidos que se originan producto de la actividad humana como son las sustancias en suspensión, impulsos

radiactivos, electromagnética o sonora y que se emiten, estas emanaciones son emisiones que se producen, de fuentes fijas o móviles, así por ejemplo las emisiones termoeléctricas estas emiten dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, dióxido de carbono y material particulado, estas cantidades depende del tamaño de las instalaciones y los combustibles que se utilicen. Las emisiones vehiculares, son las que se entienden como fuentes móviles y tienen diferente carga química, esta depende del tipo de combustible y de combustión.

2.3.7. Estándar de calidad del aire.

De acuerdo al D.S. N° 074-2001-PCM “Es un instrumento de gestión ambiental prioritario para prevenir y planificar el control de la contaminación del aire sobre la base de una estrategia destinada a proteger la salud, mejorar la competitividad del país y promover el desarrollo sostenible”, El artículo 3° indica en el inciso “c” 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 presente norma. Como estos Estándares protegen la salud, son considerados estándares primarios”.*

2.3.8. Partícula.

Masa pequeña discreta de materia sólida o líquida. Se refiere a una porción pequeña de algo, estas son diminutas partículas suspendidas de diminutas piezas de sólidos o de gotitas de líquidos en la atmósfera

ambiental, son pequeños elementos perceptibles a simple vista que conforman una estructura, pero en ocasiones no es perceptible. El polvo es un ejemplo de partículas sólidas pequeñas con diámetro menor de $75\ \mu\text{m}$ que se sedimentan por su propio peso pero que pueden permanecer suspendidas por algún tiempo, a menores dimensiones, son subatómicas, virtuales, etc., entre ellas se entiende el material particulado se expresan dimensiones de 2.5 y $10\ \mu\text{m}$.

2.3.9. Smog fotoquímico.

Un problema actual de las ciudades, es la polución, y esta se evidencia en el llamado smog fotoquímico, este es la combinación de contaminantes de origen primario: NO_x e hidrocarburos volátiles y otros secundarios: ozono, peroxiacilo, radicales hidroxilo, etc. que se forman por reacciones producidas por la luz solar al incidir sobre los primeros.

Entre otros efectos se aprecia el aire teñido de color marrón rojizo cargado de componentes dañinos para los seres vivos y los materiales. Aunque prácticamente en todas las ciudades del mundo hay problemas con este tipo de contaminación, es especialmente importante en las que están en lugares con clima seco, cálido y soleado, y tienen muchos vehículos. El verano es la peor estación para este tipo de polución y, además, algunos fenómenos climatológicos, como las inversiones térmicas, pueden agravar este problema en determinadas épocas ya que dificultan la renovación del aire y la eliminación de los contaminantes.

2.4. MARCO TEÓRICO.

2.4.1. Contaminación del aire.

Se entiende a la contaminación, como el hecho en el que elementos extraños están presentes en un determinado medio natural, porque no lo conforman, como es caso del aire, que tiene una composición determinada, pero se ve afectada por la presencia de contaminantes o de elementos que lo enrarecen, los niveles o peligro dependen de la concentración de estos, sean gases, compuestos o partículas, el aire también se ve afectado por fenómenos físico como el sonido, cuando es excesivo o el visual cuando este es igualmente excesivo, sobre todo en paneles, colores, luces e imágenes, pero principalmente lo letal sería la presencia en exceso de concentraciones de gases, compuestos y/o partículas.

2.4.1.1. Contaminante.

Forma de materia o energía presente en un medio al que no pertenece, o bien, por arriba de su concentración natural en un medio no contaminado, en la que hay presencia de **contaminante primario**: contaminante emitido a la atmósfera a partir de una fuente identificable, por ejemplo CO, NOX, HC, SO2 y partículas y **contaminante secundario**: contaminante que se forma por reacción química en la atmósfera, por ejemplo el ozono.

2.4.1.2. La industria y la contaminación del aire.

Las Industrias, especialmente fundiciones y procesadoras de pescado; la quema de bosques, pajonales y basuras,

emiten al aire grandes cantidades de humo, que no solo constituyen un contaminante visual, enturbiando la atmósfera, sino que también contienen sustancias tóxicas y partículas que afectan a la salud humana. El humo de los vehículos contiene monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂) y plomo.

La actividad industrial moderna produce enormes cantidades y variedades de aerosoles, que amenazan la salud de los humanos y el hábitat por las modificaciones en la constitución de la atmósfera como en el caso de la capa de ozono. Los freones, compuestos químicos en base a clorofluorocarbono, descomponen el ozono y disminuyen la protección contra los peligrosos rayos ultravioleta.

Ciertas fábricas como las de harina de pescado, emiten sustancias pestilentes, que constituyen la contaminación por malos olores.

Por la combustión incompleta de sustancias que contienen carbono, como la gasolina, el diésel, el carbón y la leña, se produce el monóxido de carbono que es una de las principales fuentes de contaminación del aire, hoy en día se fabrican todavía vehículos con motores de gasolina, y además hay diversas industrias que utilizan como combustible el carbón.

Los óxidos de nitrógeno se producen en los motores de combustión interna de los automotores, plantas de energía térmica, incineradores e industrias que utilizan el carbón mineral.

El óxido nitroso se origina por reacción del nitrógeno atmosférico y del oxígeno en las cámaras de combustión de los motores a alta temperatura y presión.

El dióxido de azufre es producido por la combustión de materiales fósiles (especialmente de petróleo y carbón, que por su origen contienen azufre).

El plomo que es uno de los principales contaminantes del aire en las áreas muy pobladas e industriales. Este metal llega a la atmósfera en forma de gas y partícula microscópicas provenientes de la combustión de gasolina con aditivos organometálicos, como el tetraetilo de plomo; por las emanaciones de las fundiciones (metalurgia del plomo y fábricas de baterías) y por relaves mineros.

Para mejorar el poder explosivo de la gasolina (elevar su octanaje), se le añade el tetraetilo de plomo. Pero como deja residuos en la cámara de combustión se le añade otro aditivo de limpieza (dicloroetano o dibromoetano), el que reacciona con el plomo para dar origen a compuestos volátiles que son emitidos a la atmósfera por los motores, en forma de clorobromuro de plomo, y que contaminan el aire y causan daños a la salud.

Por ello la importancia de los estudios de impacto ambiental. Los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) son un instrumento obligatorio para el Estado así como para las empresas, pues son parte de las propuestas o normas necesarias para realizar o aprobar la explotación de un área con recursos. Estos estudios constituyen una declaración de los impactos ambientales que una actividad puede tener; en el proceso de evaluación del impacto ambiental debe tomarse en cuenta el ambiente biofísico, la salud humana y el bienestar social.

Es por ello que ahora es un requisito esencial que todas las Industrias cuenten con un EIA y ello conlleva a un control de sus emisiones (ECAS - aire).

2.4.1.3. Principales contaminantes químicos y sus efectos.

En los últimos años ha habido un importante avance en el conocimiento y comprensión de los efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud proporcionado por un gran número de trabajos científicos en todo el mundo. Estos estudios han puesto de manifiesto la importancia de la calidad del aire en la salud de la población y han permitido identificar los principales mecanismos de acción por los cuales la exposición a contaminación atmosférica causa daños en la salud.

A finales de los años 70 y durante la década siguiente, la mayoría de expertos pensaban que, con los niveles que se registraban en la mayoría de ciudades de los países más desarrollados, la contaminación atmosférica no representaba un peligro importante para la salud. Hoy en día, las principales agencias encargadas de la protección de la salud y del medio ambiente como la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Agencia Europea de Medio Ambiente o la Agencia de Protección Ambiental de los EEUU (EPA), reconocen que la inhalación de contaminantes, especialmente de partículas finas, representa un aumento de riesgo de defunción prematura. Este cambio tan importante, comenzó con el análisis de los efectos agudos, o a corto plazo, de los incrementos de la contaminación atmosférica. Con el

tiempo, y los resultados de estudios posteriores, se sabe que los efectos debidos a la exposición crónica (efectos a largo plazo), pueden ser considerablemente más importantes en términos de reducción de la esperanza de vida y morbilidad crónica.

Los Efectos sobre la salud de las fuentes principales de contaminación y los valores fijados por las directrices de la OMS.

2.4.2. Material Particulado.

Estos tienen un diámetro menor o igual a 10 micrómetros (PM 10) y Material Particulado menor o igual a 2.5 micrómetros (PM 2.5) Partículas en suspensión. El material particulado (PM) es una compleja composición de partículas suspendidas en el aire las que se transforman en dimensión y estructura que depende de sus fuentes de emisiones. Las PM que provienen de fuentes móviles se expanden al caer generando núcleo o “modo de acumulación”. Las partículas en cualquier caso es de un diámetro inferior a 0,05 micrones (micrón = 1 millonésima de metro) y están generalmente compuestas de hidrocarburos, sulfuro y cenizas metálicas. Estas partículas tienen un rango de tamaño desde 0,05 a 0,5 micrones y contienen carbono elemental y orgánico, nitrato, sulfato, y diferentes cenizas metálicas, estas emisiones experimentan reacciones químicas en el aire, por esto su composición y tamaño varían dependiendo de la proximidad a las fuentes, el clima y otros factores. Las partículas ambientales generalmente caen dentro de una distribución de tres modos: ultra fino (< 0,1 micrones), fino (entre 0.1 y 1 micrones), y grueso (>1 micrones), cualquier entidad reconoce en el ambiente PM10 y PM2.5 regulan el nivel

de partículas en el ambiente de un diámetro inferior a 10 micrones y también regulan las partículas inferiores a 2,5 micrones de diámetro (PM 2.5).

Sus efectos se mencionan con el PM 10. Deberá realizarse el monitoreo periódico del Material Particulado con diámetro menor o igual a 2.5 micrómetros (PM 2.5) con el objeto de establecer su correlación con el PM 10.

Asimismo, deberán realizarse estudios semestrales de especialización del PM 10 para determinar su composición química, enfocando el estudio en partículas de carbono, nitratos, sulfatos y metales pesados. Para tal efecto se considerarán las variaciones estacionales. (Art. 4, Cap. 1 Del Título II de ECA S del AIRE. DS N° 074-2001-PCM).

A. Valores fijados en las Directrices.

A. PM 2.5: 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de media anual - 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de media en 24h.

B. PM 10: 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de media anual - 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de media en 24h.

Las Directrices fijan por primera vez un valor de referencia para las partículas en suspensión (PM). El objetivo consiste en reducir al máximo las concentraciones. Como no se conoce un umbral de PM por debajo del cual desaparezcan los efectos nocivos para la salud, el valor recomendado debe representar un objetivo aceptable y alcanzable a fin de minimizar dichos efectos en función de las limitaciones, las capacidades y las prioridades locales en materia de salud pública.

B. Definición y fuentes principales.

Las PM afectan a más personas que cualquier otro contaminante y sus principales componentes son los sulfatos, los nitratos, el amoníaco, el cloruro sódico, el carbón, el polvo de minerales y el agua. Las PM consisten en una compleja mezcla de partículas líquidas y sólidas de sustancias orgánicas e inorgánicas suspendidas en el aire. Las partículas se clasifican en función de su diámetro aerodinámico en PM 10 (partículas con un diámetro aerodinámico inferior a 10 μm) y PM 2.5 (diámetro aerodinámico inferior a 2,5 μm). Estas últimas suponen mayor peligro porque, al inhalarlas, pueden alcanzar las zonas periféricas de los bronquiolos y alterar el intercambio pulmonar de gases.

C. Efectos sobre la salud.

Los efectos de las PM sobre la salud se producen a los niveles de exposición a los que está sometida actualmente la mayoría de la población urbana y rural de los países desarrollados y en desarrollo. La exposición crónica a las partículas aumenta el riesgo de enfermedades cardiovasculares y respiratorias, así como de cáncer de pulmón. En los países en desarrollo, la exposición a los contaminantes derivados de la combustión de combustibles sólidos en fuegos abiertos y cocinas tradicionales en espacios cerrados aumenta el riesgo de infección aguda en las vías respiratorias inferiores y la mortalidad por esta causa en los niños pequeños; la polución atmosférica en espacios interiores procedente de

combustibles sólidos constituye también un importante factor de riesgo de enfermedad pulmonar obstructiva crónica y cáncer de pulmón entre los adultos. La mortalidad en ciudades con niveles elevados de contaminación supera entre un 15% y un 20% la registrada en ciudades más limpias. Incluso en la UE, la esperanza de vida promedio es 8,6 meses inferior debido a la exposición a las PM 2.5 generadas por actividades humanas.

2.4.2.1. Sustancias contaminantes.

a) Dióxido de Azufre.

365 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de media en 24h – y 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de media anual.

Los estudios indican que un porcentaje de las personas con asma experimenta cambios en la función pulmonar y síntomas respiratorios tras períodos de exposición al SO_2 .

Referente a la concentración de SO_2 en 24 horas, que es de 365 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, se basa en las siguientes consideraciones:

- Los efectos nocivos sobre la salud están asociados a niveles de SO_2 muy inferiores a los aceptados hasta ahora.
- Se requiere mayor grado de protección.
- Pese a las dudas que plantea todavía la causalidad de los efectos de bajas concentraciones de SO_2 , es probable que la reducción de las concentraciones disminuya la exposición a otros contaminantes.

a. Definición y fuentes principales.

El SO₂ es un gas incoloro con un olor penetrante que se genera con la combustión de fósiles (carbón y petróleo) y la fundición de menas que contienen azufre. La principal fuente antropogénica del SO₂ es la combustión de fósiles que contienen azufre usados para la calefacción doméstica, la generación de electricidad y los vehículos a motor.

b. Efectos sobre la salud.

El SO₂ puede afectar al sistema respiratorio y las funciones pulmonares, y causa irritación ocular. La inflamación del sistema respiratorio provoca tos, secreción mucosa y agravamiento del asma y la bronquitis crónica; asimismo, aumenta la propensión de las personas a contraer infecciones del sistema respiratorio. Los ingresos hospitalarios por cardiopatías y la mortalidad aumentan en los días en que los niveles de SO₂ son más elevados. En combinación con el agua, el SO₂ se convierte en ácido sulfúrico, que es el principal componente de la lluvia ácida que causa la deforestación.

b) Dióxido de Nitrógeno.

a. Valores fijados en las Directrices.

100 µg/m³ de media anual y 200 µg/m³ de media en 1h.

b. Definición y fuentes principales.

Como contaminante atmosférico, el NO₂ puede correlacionarse con varias actividades: En concentraciones de corta duración

superiores a 200 mg/m^3 , es un gas tóxico que causa una importante inflamación de las vías respiratorias.

Es la fuente principal de los aerosoles de nitrato, que constituyen una parte importante de las PM 2.5 y, en presencia de luz ultravioleta, del ozono. Las principales fuentes de emisiones antropogénicas de NO_2 son los procesos de combustión (calefacción, generación de electricidad y motores de vehículos y barcos).

A. Efectos sobre la salud.

Estudios epidemiológicos han revelado que los síntomas de bronquitis en niños asmáticos aumentan en relación con la exposición prolongada al NO_2 . La disminución del desarrollo de la función pulmonar también se asocia con las concentraciones de NO_2 registradas (u observadas) actualmente en ciudades europeas y norteamericanas.

a) Sulfuro de Hidrógeno.

Se encontró que se distingue el olor a H_2S a 0.350 ppm, resulta desagradable y moderadamente intenso entre 2,80 ppm y 5,6 ppm y se considera intenso pero no intolerable entre 21 y 35 ppm.

Cabe mencionar que inhalaciones repetidas causan rápida fatiga del sentido del olfato. Por eso a una concentración por encima de 7840 ppm en que se produce muy poca estimulación olfativa puede sobrevenir la muerte

sin que el sentido del olfato proporcione ningún aviso. (Peter O. Warner, 1981).

b) Monóxido de Carbono.

a. Definición.

Es un gas incoloro, inodoro e insípido, ligeramente menos denso que el aire. En la naturaleza se genera CO en la producción y degradación de la clorofila, mientras que su origen antropogénico se sitúa en las combustiones incompletas, por lo que es emitido casi en su totalidad (98%) por fuentes móviles (principalmente vehículos particulares).

b. Efectos sobre la salud.

Dado que la afinidad de la hemoglobina por el CO es unas 250 veces mayor que por el oxígeno, el monóxido de carbono se combina con la hemoglobina en los glóbulos rojos de la sangre y forma carboxihemoglobina (COHb) que disminuye la capacidad de la sangre para transportar oxígeno, además de interferir en su liberación en los tejidos, por lo que produce hipoxia y alteraciones del funcionamiento celular en las neuronas, en las células del corazón y en las de otros músculos. La exposición crónica a CO induce la aparición de fenómenos de aclimatación como el aumento del número de glóbulos rojos, del volumen sanguíneo y el tamaño del corazón.

c) Plomo.

Es bien conocida la toxicidad aguda del plomo. Una gran preocupación en conexión con niveles de plomo moderadamente elevados en la sangre es que producen efectos subclínicos. El pequeño tamaño de partícula del plomo en el aire, facilita su acceso a los pulmones. (Peter O. Warner, 1981).

La información periodística (El Comercio, 01/02/2011) indica que los más afectados de la sociedad chalaca por la contaminación del plomo son los niños. El metabolismo de los niños permite una mayor absorción del plomo, ya que el plomo es absorbido reemplazando el calcio y como los niños están en un proceso de desarrollo, absorben un 50% del plomo, mientras que la tasa de absorción en los adultos es de un 20%. Este envenenamiento afecta múltiples sistemas del organismo humano, en especial al sistema nervioso, renal, endocrino, óseo, gastrointestinal y cardiovascular

d) Amoníaco.

Produce la lluvia ácida por la mezcla del agua y el amoníaco resulta el ácido nítrico que también es responsable de la deforestación.

e) Ozono.

a. Valores fijados en las Directrices.

100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de media en 8h El límite (fijado previamente en 120 mg/m^3 de media en 8h) ha descendido a 100 mg/m^3 de media en 8h en base a la relación concluyente establecida

recientemente entre el nivel de ozono y la mortalidad diaria en concentraciones inferiores a 120 mg/m^3 .

b. Definición y fuentes principales.

El ozono a nivel del suelo que no debe confundirse con la capa de ozono en la atmósfera superior es uno de los principales componentes de la niebla tóxica. Este se forma por la reacción con la luz solar (fotoquímica) de contaminantes como los óxidos de nitrógeno (NO_x) procedentes de las emisiones de vehículos o la industria y los compuestos orgánicos volátiles (COV) emitidos por los vehículos, los disolventes y la industria. Los niveles de ozono más elevados se registran durante los períodos de tiempo soleado.

c. Efectos sobre la salud.

El exceso de ozono en el aire puede producir efectos adversos de consideración en la salud humana. Puede causar problemas respiratorios, provocar asma, reducir la función pulmonar y originar enfermedades pulmonares. Actualmente se trata de uno de los contaminantes atmosféricos que más preocupan en Europa. Diversos estudios europeos han revelado que la mortalidad diaria y mortalidad por cardiopatías aumentan un 0,3% y un 0,4% respectivamente con un aumento de $10 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ en la concentración de ozono.

f) Benceno.

Benceno metanol o Benceno isopropanol. Produce anemia y leucopenia. El benceno puro arde con una llama humeante debido a su alto contenido de carbono. Mezclado con grandes proporciones de gasolina constituye un combustible aceptable. En Europa era frecuente añadir al benceno mezclado con tolueno y otros compuestos asociados al combustible de los motores, y sólo recientemente se ha tenido en cuenta su condición de agente cancerígeno, además si su exposición es prolongada y se retiene en la sangre (porque es dificultoso eliminarlo) produce en los niños retraso mental.

2.4.2.2. Parámetros químicos y físicos a considerar para su análisis:

En el caso de parámetros para análisis de Calidad del Aire la selección se regula mediante los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) como figura en la tabla 2, y las emisiones, mediante los LMP.

Tabla N° 1
Estándares nacionales de la calidad ambiental del aire.

Contaminante	Periodo	Forma del estándar		Método de análisis
		Valor	Formato	
Dióxido de azufre	Anual	80	Media aritmética anual	Fluorescencia UV (método automático)
	24 horas	365	NE más de 1 vez al año	
PM10	Anual	50	Media aritmética anual	Separación inercial / filtración (gravimetría)
	24 horas	150	NE más de 3 veces al año	
Monóxido de carbono	8 horas	10000	Promedio móvil	Infrarrojo no dispersivo IRND (método automático)
	1 hora	30000	NE más de 1 vez al año	
Dióxido de nitrógeno	Anual	100	Promedio aritmético anual	Quimioluminiscencia (método automático)
	1 hora	200	NE más de 24 veces/año	
Ozono	8 horas	120	NE más de 24 veces/año	Fotometría UV (método automático)
Plomo	Anual	0.5	Promedio aritmético mensual	Método PM10 (espectrofotometría de absorción atómica)
	Mensual	1.5	NE más de 4 veces al año	
Sulfuro de hidrógeno	24 horas			Fluorescencia UV (método automático)

1 = O método equivalente aprobado.

2 = Determinado en el D.S. N° 069-2003-PCM

Tabla N° 2
Valores de tránsito.

Contaminante	Periodo	Forma del estándar		Método de análisis
		Valor	Formato	
Dióxido de azufre	Anual	100	Media aritmética anual	Fluorescencia UV (método automático)
PM10	Anual	80	Media aritmética anual	Separación inercial / filtración (gravimetría)
	24 horas	200	NE más de 3 veces al año	
Dióxido de nitrógeno	1 hora	250	NE más de 24 veces/año	Quimioluminiscencia (método automático)
Ozono	8 horas	160	NE más de 24 veces/año	Fotometría UV (método automático)
Plomo	Anual	1.0	Promedio aritmético mensual	Método PM10 (espectrofotometría de absorción atómica)

Tabla N° 3
Valores referenciales

Contaminante	Periodo	Forma del estándar		Método de análisis
		Valor	Formato	
Dióxido de azufre	Anual	15		Separación inercial / filtración (gravimetría)
	24 horas	65		

2.4.2.3. Estándar de Calidad Ambiental y Límites

Máximos Permisibles:

El Estándar de Calidad Ambiental (ECA) y el Límite Máximo Permisible (LMP) son instrumentos de gestión ambiental que consisten en parámetros y obligaciones que buscan regular y proteger la salud pública y la calidad ambiental en que vivimos, permitiéndole a la autoridad ambiental desarrollar acciones de control, seguimiento y fiscalización de los efectos causados por las actividades humanas.

Los ECA son indicadores de calidad ambiental, miden la concentración de elementos, sustancias, parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, pero que no representan riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente.

Los LMP miden la concentración de elementos, sustancias, parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en las emisiones, efluentes o descargas generadas por una actividad productiva (minería, hidrocarburos, electricidad, etc.), que al exceder causa daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente.

Una de las diferencias es que la medición de un ECA se realiza directamente en los cuerpos receptores, mientras que en un LMP se da en

los puntos de emisión y vertimiento. Sin embargo, ambos instrumentos son indicadores que permiten a través del análisis de sus resultados, establecer políticas ambientales (ECA) y correcciones el accionar de alguna actividad específica (LMP).

- Reglamento Nacional para la Aprobación de Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles (D.S. N° 044-98-PCM);
- D. S. N° 074-2001-PCM, que aprueba el Reglamento de estándares nacionales de calidad ambiental del aire;
- D.S. N° 003-2008-MINAM, que aprueba los Estándares de Calidad Ambiental para Aire;-D.S. N° 006 – 2013 – MINAM, que aprueban las disposiciones complementarias para la aplicación de Estándar de Calidad Ambiental (ECA) de Aire.
- Resolución Ministerial N° 181 – 2016 – MINAM, que establece el Índice de Calidad del Aire – INCA.

2.4.2.4. Sistemas y equipos de muestreo.

2.4.2.4.1. Muestreadores Pasivos.

Los captadores pasivos se rigen por la primera ley de Fick y se basa en que las especies moleculares dispersan en el aire a una concentración C difunden en el espacio del siguiente modo:

$$\frac{dm}{dt} = DS \frac{dC}{dl}$$

(1)

Siendo:

m = masa de gas que difunde a través de la sección S, en moles (moles).

D = coeficiente de difusión del gas, en centímetros cuadrados por minuto (cm²/min).

C = concentración ambiental del gas, en moles por centímetro cúbico (moles/cm³).

l = longitud de difusión, en centímetros (cm).

S = superficie de difusión, en centímetros cuadrados (cm²).

t = tiempo de difusión, en minutos (min).

La superficie de difusión en el captador pasivo utilizado le corresponde a un cilindro, de radio «r», en centímetros, y de altura «h», en centímetros, siendo el valor de S = 2 πrh. Sustituyendo el valor de la superficie en (1), se tiene:

$$\frac{dm}{dt} = D2\pi rh \frac{dC}{dl}$$

(2)

Integrando la ecuación anterior con respecto al tiempo y al espacio, queda:

$$\frac{dm}{dt} = D \frac{2\pi h}{\ln \frac{r}{r_a}} = C = DkC$$

(3)

Siendo:

r = radio del cilindro o cuerpo difusivo, en centímetros (cm).

r_a = radio del cartucho cilíndrico adsorbente, en centímetros (cm).

K = constante geométrica del captador.

Si $Dk = Q$, la ecuación (3) puede escribirse como:

$$\frac{m}{t} = Q \cdot C$$

y despejando el valor de C , queda:

$$C = \frac{m}{Q \cdot t}$$

Siendo:

Q = el coeficiente de captación, en dimensiones de flujo de gas (cm³/min).

2.4.2.4.2. Muestreadores activos.

Los principales muestreadores activos se pueden clasificar en:

- Captadores de gases y partículas.
- Captadores de partículas.
- Captadores de precipitación.
- Captadores de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV).

A. Captadores de gases y partículas

Se emplea para la toma de muestras de partículas en suspensión en el aire y para las muestras de gases, pudiéndose emplear al mismo tiempo para ambos.

Consiste en un equipo formado por los siguientes elementos:

- 1º. Filtro para la retención de partículas.
- 2º. Borboteador para recoger la muestra de gases.
- 3º. Contador de gas.
- 4º. Bomba aspirante.

Las características de cada uno de estos elementos son las siguientes:

a. Filtro.

Se utilizan diferentes clases de filtros (papel, fibra de vidrio, etc.) colocándose en un soporte especial a la entrada del aire captado.

El soporte está constituido por dos válvulas metálicas o de material plástico, con un conducto para la entrada del aire aspirado, en medio de las cuales se coloca el filtro que después se cierra herméticamente por cualquier sistema de fijación.

b. Borboteador

Como recipiente para la recogida de contaminantes gaseosos se utiliza un frasco lavador de gases, tipo Dreschsel, de vidrio resistente, incoloro (borosilicato), cuya capacidad dependerá del contaminante que se desee determinar y del método que se vaya a utilizar para el análisis.

c. Contador de gas

Para conocer el volumen de aire muestreado y referir al mismo los resultados obtenidos en los análisis se utiliza un pequeño

contador seco que pueda medir un caudal de aire de uno y medio a tres litros por minuto.

d. Bomba aspirante

Se utiliza una bomba de membrana, movida por un motor eléctrico de potencia adecuada, capaz de aspirar de dos a cuatro metros cúbicos en 24 horas.

Los distintos elementos del equipo se conectan mediante tubos de vidrio o de material plástico inerte y preferiblemente de 8 mm de diámetro interior.

La comunicación con el exterior se hace mediante un tubo de material plástico desde la entrada del portafiltros, terminado en el extremo opuesto en un embudo de un diámetro comprendido entre 3 y 5 cm.

B. Procedimiento de utilización

Para cada contaminante específico se introduce en el portafiltros, el filtro correspondiente y en el borboteador la solución captadora adecuada. Se anota la lectura del contador, se pone en funcionamiento la bomba y una vez transcurrido el tiempo de toma de muestra se para, apuntando la nueva lectura del contador. La diferencia de las lecturas determina el volumen del aire captado.

Se ha utilizado para la determinación de dióxido de azufre y humo, siendo la técnica patrón en España hasta el 1-1-2005 en que entra en vigor el Real Decreto 1073/2002 de 18 de octubre²); siendo sustituido por un método automático de fluorescencia de UV.

2.4.2.4.3. Captadores de partículas.

Existen muchos tipos de ellos, pero el siguiente sistema de toma de muestra se usa para la determinación gravimétrica de partículas en suspensión, de tamaño superior a 0,1 micras.

Consta de:

A. Soporte para el filtro.

Consiste en un cuerpo con forma troncocónica, en cuya base se sitúa una rejilla metálica sobre otras dos para tener suficiente resistencia mecánica a la depresión que ha de soportar.

B. Conjunto de aspiración.

Consiste en una canalización que partiendo de la base inferior del filtro pone a este en comunicación con la aspiración de un equipo motobomba de vacío.

Su caudal está comprendido entre 40 y 60 metros cúbicos por hora.

- 40 m³/h con filtro.
- 60 m³/h sin filtro.

C. Gasómetro o contador.

Con capacidad para medir 60 m³/h y cuenta con un visor de lectura digital acumulable, o con dispositivo de puesta a cero.

Todo el conjunto queda montado sobre un bastidor, con todos sus elementos accesibles. En condiciones climáticas extremas debe preverse un sistema de ventilación o calefacción, de forma que la temperatura interior quede comprendida entre -20 C y + 50o C.

2.4.2.4.4. Metodología de evaluación de la calidad del aire.

A. Inmisión y Emisión.

En el muestreo y análisis de contaminantes atmosféricos se debe distinguir entre emisión e inmisión. El concepto de emisión implica la concentración de un contaminante que es lanzado o vertido por un foco emisor, mientras que aire ambiente (a veces, llamado inmisión) se refiere a la concentración de un contaminante, existente a nivel del suelo y es por tanto, el que respira el ser humano.

De estos conceptos, se derivan las diferentes magnitudes existentes en emisión y aire ambiente y por tanto, la necesidad de diferentes técnicas de muestreo y/o análisis.

B. Muestreo.

En contaminación atmosférica va totalmente ligado el muestreo o captación del contaminante al análisis, pues la captación del contaminante atmosférico va, por lo general, ligada al método de análisis. Por ejemplo, si se va a determinar en el laboratorio el dióxido de nitrógeno por el Método del Arsenito, la captación se realiza con solución absorbente que contiene NaOH y Arsenito de sodio pero si el análisis se realiza por el método Griess Saltzman, la captación se realiza con solución absorbente preparada con ácido sulfanílico anhidro, ácido acético glacial, con solución de stock de N-(1 - naftil)-etilendiamina dihidrocloruro y acetona. Además de las soluciones

captadoras, varían otros parámetros como caudal de muestreo, diseño del captador, etc.

C. Programas de muestreo.

El muestreo de contaminantes atmosféricos va unido a los objetivos del mismo, pudiéndose diferenciar tres tipos de muestreo:

a. Muestreo continuo.

Consiste en tomar muestras de forma continua a lo largo del año. Este muestreo continuo puede ser en tiempo real (en el caso de los analizadores automáticos) o en períodos de 24 horas o tiempos inferiores o superiores predefinidos.

b. Muestreo periódico.

Basado en un plan predefinido y consistente básicamente en:

g) Muestreo por estaciones. Por ejemplo, un mes o dos semanas cada período estacional.

h) Un día de cada ocho. Muy útil cuando hay limitaciones económicas o de recursos humanos. De esta manera, se tienen muestras representativas de todos los días del año.

c. Muestreo puntual.

Determinados días y horas.

2.4.2.4.5. Métodos de Muestreo.

La elección del método de análisis, y por tanto del muestreo, según lo referenciado anteriormente, se realizará de acuerdo a los objetivos de la vigilancia o control, debiendo elegirse entre los

que cumplen los objetivos a alcanzar, el más sencillo. La utilización de equipos inapropiados, demasiado complejos o con fallas frecuentes puede causar el fracaso de la red.

Algunos de los parámetros a tener en cuenta son:

- Objetivos.
- Tiempo de resolución requerido.
- Consultas con otros usuarios.
- Referencias a reglamentos legales y/o normas.

A. Descripción de los diferentes métodos.

De acuerdo a la Guías de la Calidad del Aire de la OMS, los métodos de monitoreo se pueden dividir en cuatro tipos genéricos principales con diferentes costos y niveles de desempeño e incluyen a los muestreadores pasivos, muestreadores activos, analizadores automáticos y sensores remotos.

a) Muestreadores pasivos.

Ofrecen un método simple y eficaz en función de los costos para realizar el sondeo de la calidad del aire en un área determinada. A través de la difusión molecular a un material absorbente para contaminantes específicos, se recoge una muestra integrada durante un determinado periodo (que generalmente varía entre una semana y un mes). Los bajos costos por unidad permiten muestrear en varios puntos del área de interés, lo cual sirve para identificar los lugares críticos donde hay una alta concentración de contaminantes, como las

vías principales o las fuentes de emisión, y donde se deben realizar estudios más detallados.

Para aprovechar al máximo esta técnica, se debe contar con un diseño cuidadoso del estudio y vigilar los procedimientos de aseguramiento y control de la calidad seguidos en el laboratorio durante el análisis de la muestra.

b) Muestreadores activos.

Las muestras de contaminantes se recolectan por medios físicos o químicos para su posterior análisis en el laboratorio. Por lo general, se bombea un volumen conocido de aire a través de un colector como un filtro (muestreador activo manual) o una solución química (muestreador activo automático) durante un determinado periodo y luego se retira para el análisis. Hay una larga historia de mediciones con muestreadores en muchas partes del mundo, lo que provee datos valiosos de línea de base para análisis de tendencias y comparaciones. Los sistemas de muestreo (para gases), el acondicionamiento de muestras, los sistemas de ponderación para el material particulado (MP) y los procedimientos de laboratorio son factores clave que influyen en la calidad de los datos finales.

c) Analizadores automáticos.

Pueden proporcionar mediciones de alta resolución (generalmente en promedios horarios o mejores) en un único

punto para varios contaminantes criterios (SO_2 , NO_2 , CO, PM), así como para otros contaminantes importantes como los COV. La muestra se analiza en línea y en tiempo real, generalmente a través de métodos electro ópticos: absorción de UV o IR; la fluorescencia y la quimioluminiscencia son principios comunes de detección. Para asegurar la calidad de los datos de los analizadores automáticos, es necesario contar con procedimientos adecuados para el mantenimiento, la operación y el aseguramiento y control de calidad.

d) Sensores remotos.

Son instrumentos desarrollados recientemente que usan técnicas espectroscópicas de larga trayectoria para medir las concentraciones de varios contaminantes en tiempo real. Los datos se obtienen mediante la integración entre el detector y una fuente de luz a lo largo de una ruta determinada. Los sistemas de monitoreo de larga trayectoria pueden cumplir un papel importante en diferentes situaciones de monitoreo, principalmente cerca de las fuentes. Para obtener datos significativos con estos sistemas, es necesario contar con procedimientos adecuados para la operación, calibración y manejo de datos. Estos métodos requieren de mucha atención en la calibración de los instrumentos y el aseguramiento de la calidad para obtener datos significativos.

Tabla N° 4
Ventajas y desventajas de las diferentes técnicas de monitoreo de la calidad del aire

Método	Ventajas	Desventajas
Muestreadores pasivos	<ul style="list-style-type: none"> - Muy económicos. - Muy simples. - No dependen de cables de electricidad. - Se pueden colocar en números muy grandes. - Útiles para sondeos, mapeos y estudios de línea de base. 	<ul style="list-style-type: none"> - No ha sido probado para algunos contaminantes. - Sólo suministran promedios mensuales y semanales. - Requieren mano de obra intensiva para su funcionamiento y el consiguiente análisis. - No existe un método de referencia para monitorear el cumplimiento. - Lenta generación de datos.
Muestreadores activos	<ul style="list-style-type: none"> - Económicos. - De fácil manejo. - Operación y rendimiento confiables. - Cuentan con base de datos históricos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Suministran promedios diarios. - Requieren mano de obra intensiva para la recolección y análisis de muestras. - Requieren análisis de laboratorio.
Analizadores automáticos	<ul style="list-style-type: none"> - Han sido debidamente probados. - Alto rendimiento. - Datos horarios. - Información en línea. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sofisticados. - Costosos. - Demandan alta calificación. - Altos costos recurrentes.
Sensores remotos	<ul style="list-style-type: none"> - Proporcionan datos en función de la ruta y del rango de concentración. - Útiles cerca de fuentes. - Mediciones de componentes múltiples. 	<ul style="list-style-type: none"> - Muy sofisticados y costosos. - Soporte, operación, calibración y validación difíciles. - No comparable con mediciones puntuales. - Visibilidad atmosférica e interferencia.

En la actualidad, las más utilizadas son las de los muestreadores activos, muestreadores pasivos y los analizadores automáticos, pues los sensores remotos, aunque dan valores de multicontaminantes a lo largo de una distancia, no están muy introducidos en las redes, por su no adecuación con la legislación y Directivas Comunitarias.

En las determinaciones de emisión, sólo los muestreadores activos y los analizadores automáticos son utilizados.

2.4.2.4.6. Requisitos de la Captación.

A. Para los Métodos continuos

Lo fundamental en la captación de contaminantes atmosféricos por métodos continuos es el diseño de la línea de muestreo o distribuidor, la cual determina, efectivamente, la exactitud y credibilidad de las medidas realizadas. A este respecto, hay que señalar, los dos tipos más importantes de distribuidores existentes:

a) **Diseño de flujo laminar vertical.**

En el diseño de flujo laminar vertical, la muestra de aire no debe reaccionar con las paredes de la toma de muestra, por lo que la toma de muestra deber ser inerte. Se pueden usar materiales como vidrio, acero inoxidable, acero galvanizado, teflón y PVC.

Las ventajas de este distribuidor son:

C. Se puede limpiar fácilmente.

D. Se pueden realizar varias tomas de muestras a lo largo del tubo dependiendo de las características del distribuidor.

Como inconveniente, se cita la dificultad de producir un flujo laminar debido a las juntas curvas del distribuidor. En la práctica, no es muy usado.

B. Para los Métodos discontinuos.

Para los métodos discontinuos, lo esencial es que llegue al laboratorio, el 100% (o porcentaje conocido) del contaminante que existía en el aire muestreado.

Para una buena captación se requiere:

- Utilización de un dispositivo de medida de volumen de la muestra de aire. Un dispositivo de esta naturaleza debe calibrarse con tanto cuidado como se calibraría un aparato de vidrio para volumetrías, porque estos dispositivos realizan la medida por volumetría.
- Utilización de un soporte de muestreo, que es en general un filtro o una solución absorbente, para retener el material contaminante. La eficiencia real del soporte tiene que determinarse experimentalmente de manera que el analista pueda calcular el peso verdadero o el volumen de contaminante, como si todo o el 100% hubiese sido retenido. En relación con esto, hay que señalar que muy pocos soportes de muestreo operan con un 100% de eficiencia, aunque unos soportes dispuestos en serie se acercan a la captación de muestras perfectamente eficaz al combinar sus eficiencias.

La mejor manera de determinar la eficiencia es mediante la utilización de una mezcla de un contaminante conocido y aire como muestra patrón. El porcentaje de contaminante captado en el soporte (por ejemplo, el 80%) proporciona la eficiencia de captación.

Si no se dispone de un contaminante «conocido» se puede hacer una determinación aproximada de la eficiencia si se

supone que se ha recogido el 100% en el total de los soportes y determinar la eficiencia del primer soporte de muestreo.

- Utilización de una bomba que aporte un caudal constante de aire al captador. Una acusada variación en el caudal debida a la fatiga de la bomba, durante el proceso de muestreo conduce a volúmenes de muestra erróneas, si es que se emplea un promedio en el tiempo para calcular el volumen de la muestra partiendo de los caudales «inicial» y «final» medidos y del tiempo de muestreo.

Capítulo III

PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

3.1. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.

3.1.1. Método de investigación.

El método utilizado en la investigación es observacional. Por lo tanto las variables pueden ser evaluadas de manera cuantitativa o cualitativa según corresponda, consiste en la percepción directa del objeto de investigación, en el caso, los efectos del material particulado en el aire.

3.1.2. Tipo de la Investigación.

El estudio reúne las condiciones metodológicas de una investigación correlacional por que usa conocimientos en la práctica, para aplicarlos para diversos usos. Básicamente mide dos o más variables, estableciendo su grado de correlación, pero sin pretender dar una

explicación completa (de causa y efecto) al fenómeno investigado, sólo investiga grados de correlación, dimensiona las variables.

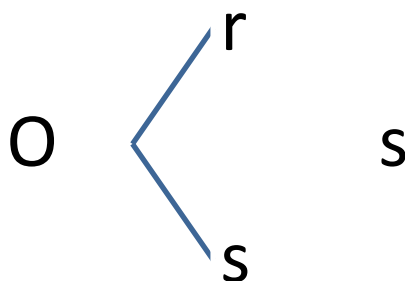
3.1.3. Nivel de la Investigación.

El nivel del estudio es explicativo por la razón que se utilizarán conocimientos científicos, a fin de aplicarlos en la descripción de la ocurrencia de fenómenos que ocurren en el ambiente, es aquella que tiene relación causal; no sólo persigue describir o acercarse al hecho: concentración de PM y los efectos sobre la atmósfera.

3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

Diseño de la investigación es correlacional, puesto que se aprecia los efectos del PM sobre el aire, es decir si excede los ECA.

Diseño correlacional:



Donde:

O = Observación.

r = Concentración de material particulado.

s = Presencia de plomo.

Al realizar el muestreo utilizando la metodología y criterios para la evaluación de la calidad del Aire que sigue lo señalado en el apéndice 4.4

del Protocolo de Monitoreo de Calidad de Aire y Gestión de Datos por la DIGESA mediante R.D. N° 1404-2005-DIGESA-SA, como normativa aplicable a nivel nacional. Los parámetros evaluados son los establecidos en el mencionado protocolo, considerado como Parámetros Básicos que deben determinarse para el presente trabajo de investigación.

Determinación del Material Particulado

Las muestras de partículas suspendidas en el aire son tomadas en general con muestreadores de alto volumen. El Aire es aspirado por medio de una bomba eléctrica, pasando a través de un filtro (o una serie de filtros) ubicado dentro de una casilla para proteger el sistema de la lluvia, humedad y otras incidencias climáticas. El volumen de entrada de aire en el muestreador es de aproximadamente 1.12 m³ por minuto. Las partículas son muestreadas en filtros de fibra de vidrio en general tomando el promedio durante 24 horas. La concentración de las partículas en suspensión es luego computada midiendo la masa (el peso) de partículas obtenidas por el muestreador y expresadas en unidades de µg/m³.

Metales Pesados (Pb)

La metodología analítica utilizada para la determinación de concentraciones de metales pesados en muestras tomadas en partículas suspendidas en el aire (filtro de alto volumen), es por plasma de acoplamiento inductivo (ICP) **espectroscopía.**

3.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.

3.3.1. Hipótesis general.

El aire del Callao en la zona industrial de Ventanilla – Callao está contaminado de plomo afectando significativamente a las personas especialmente a los grupos más vulnerables – 2015.

3.3.2. Hipótesis secundarias.

- i) Las niveles de concentración de la contaminación por material Particulado - plomo en el Aire de la Zona de Mi Perú Ventanilla
- j) La contaminación del aire por partículas metálicas de Plomo afectan significativamente la salud de las personas.

3.4. VARIABLES.

3.4.1. Variable Independiente.

A. Descripción.

Concentración de material particulado – plomo en el aire en la Zona Industrial de Ventanilla.

B. Indicadores

- a. Procesos de las fábricas de la Zona Industrial de Ventanilla.
- b. Tipo de materias primas que utilizan las fábricas.
- c. Concentración de plomo en el aire.

3.4.2. Variable Dependiente.

A. Descripción

Estado de la salud de las personas por contaminación del Aire por material particulado - plomo en la Zona industrial de Ventanilla.

B. Indicadores.

- a. Concentración de PM 10 en el Aire.
- b. Concentración de PM 2.5 en el Aire.
- c. Estado de la salud de las personas de El Callao.

3.4.3. Operacionalización de hipótesis, variables e indicadores.

Se ha operacionalizado cada una de las variables que intervienen en la hipótesis de la investigación, así como, sus indicadores a fin de lograr demostrar las hipótesis específicas planteadas.

Tabla N° 5
Operacionalización de variables e indicadores

Variable	Indicador	Independiente
Concentración de material particulado - plomo en las zonas aledañas a la Zona industrial de Ventanilla	Procesos de las fábricas de la zona industrial de Ventanilla	r1
	Tipo de materias primas que utilizan las fábricas.	r2
	Concentración de plomo en el Aire	r3

Variable	Indicador	Dependiente
Estado de la salud de las personas por contaminación del Aire por material particulado - plomo en la Zona industrial de Ventanilla	Concentración de PM 10 en el Aire	s1
	Concentración de PM 2.5 en el Aire	s2
	Estado de la salud de las personas en la zona industrial de Ventanilla.	s3

3.5. COBERTURA DEL ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN.

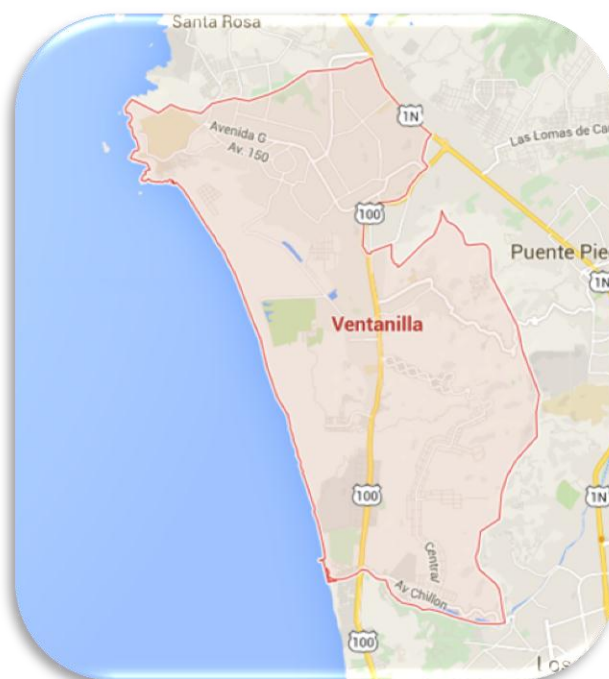
3.5.1. Universo.

El universo que cubre el estudio de investigación el distrito de Ventanilla de la Provincia constitucional del Callao es de 428 824 personas al 2015 según proyección del INEI.

3.5.2. Población.

La población vulnerable objetiva es de 92 380 personas, considerando las edades de 0 a 4, 5 a 9, 70 a más, sin considerar a las madres gestantes, que opcionalmente suman a 107 461 personas, en las

que se incluyen 15 081 personas gestantes en el período de estudio en todo el distrito de Ventanilla.



3.5.3. Muestra.

La unidad de análisis seleccionada para el presente estudio de investigación es la Calidad del Aire del área donde se asienta la Zona Industrial de Ventanilla y la población a la que se analizará que se encuentra justamente en el área circundante, que será el 0,7% de la población actual: es decir de 107461.

La muestra tomada para el trabajo de campo estará compuesta por tres muestreos de material particulado en un mismo punto por un periodo de monitoreo de 24 horas cada uno de ellos y un punto de parámetros meteorológicos que se realizaron durante tres días, en la Mz. C12 Lt. 16, Av. Tacna, Mi Perú – Ventanilla; en el mes de Noviembre del 2015 el punto fue ubicado teniendo como referencia que ya se realizó un monitoreo hacia la

dirección del viento, entre el 20 de Setiembre al 06 de Octubre del año 2014 por la DIRESA del Callao.

Tomando como punto de monitoreo la zona colindante con la zona industrial de Ventanilla, con el objetivo de cubrir una fracción del total del área de estudio que aún no ha sido tomada en cuenta para el análisis de control de contaminación del aire.



Dirección de Viento →

Esta zona que se ubica entre la Carretera Néstor Gambeta de la cuadra 11 a la cuadra 12 y la Avenida 200 millas de la cuadra 48 a la 49 y calle 1 y calle 7 de Ventanilla.

Se selecciona 430 personas, bajo un nivel de confianza de 95% con un intervalo de confianza de 4.5% con la siguiente distribución:

Grupo etario	
0 - 4	160
5 - 9	165
70 - 74	20
75 - 79	14
80 y más	12
Gestantes 15 – 19	11
Gestantes	49
Total	430

3.6. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y FUENTES DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

3.6.1. Técnicas de la investigación.

Las técnicas empleadas en el presente trabajo de investigación para la obtención de datos fueron principalmente:

- k) Muestreo en campo.
- l) Observación directa.
- m) Análisis químico.
- n) Interpretación de resultados.

La primera refiere principalmente al monitoreo de las variables de estudio mediante la toma de muestra en campo y la observación de estas, debido a que por ser una investigación experimental se pretende determinar la influencia de una variable sobre otra.

3.6.2. Instrumentos para la investigación.

- o) NTP 900-030-2003** “Método de Referencia para la determinación de material particulado respirable como PM - 10 en la atmósfera”.
- p) Cuaderno de campo:** Registro de los datos de observación.
- q) Ficha de registro:** Data de la situación de la muestra.

- r) **Muestreador alto volumen de material particulado menor a 10 micrómetros- HI- VOL PM-10**

3.6.3. Fuentes de Recolección de Datos.

Las fuentes de recolección de datos fueron de dos tipos:

- a. **Fuentes primarias:** Información que se obtuvo por medio de la observación directa y de recopilación de datos de campo que son recolectadas de los resultados obtenidos de las diferentes evaluaciones que se ejecutaron aplicando el procedimiento de muestreo.
- b. **Fuentes secundarias:** Todas aquellas referencias bibliográficas que permitieron complementar la información primaria o experimental, con la finalidad de poder interpretar los resultados obtenidos.

3.7. PROCESAMIENTO ESTADÍSTICO DE DATOS.

3.7.1. Estadísticos.

- A. Media aritmética.
- B. Mediana.
- C. Moda.

3.7.2. Representación.

- D. Diagramas de distribución.
- E. Polígono de frecuencia.
- F. Barras.

Capitulo IV

ORGANIZACIÓN, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.

4.1.1. Procedimiento de muestreo.

El procedimiento de toma de muestra para la determinación de material particulado está basado en el Norma Técnica Peruana NTP 900-030-2003 “Método de Referencia para la determinación de material particulado respirable como PM - 10 en la atmósfera”, protocolo que indica el proceso a seguir para el muestreo de PM- 10 en alto volumen.

a. Para Filtros Hi-Vol (Alto Volumen).

- Partículas menores a 10 micras (Hi-Vol). NTP 900.030 – 2003.
- Partículas menores a 2.5 micras (Hi-Vol) NTP 900.030 – 2003.

b. Para filtros Low-Vol (Bajo Volumen), se sigue el mismo procedimiento para la determinación de PM-10 con la diferencia que para ello se utiliza un discriminador de partículas

- Partículas Menores a 10 Micras (Low-Vol). NTP 900.030 – 2003
- Partículas Menores a 2.5 Micras (Low-Vol). NTP 900.030 – 2003

c. Requisitos para la ubicación del punto de muestreo.

Según el **Protocolo de Monitoreo de la Calidad del Aire y Gestión de los Datos de la Dirección General de Salud Ambiental**, la selección del sitio de monitoreo es importante y requiere la ubicación más representativa para monitorear las condiciones de la calidad del aire. Esta selección puede realizarse de acuerdo a la siguiente secuencia:

- 1º. Definir claramente el propósito de la red o estación de monitoreo
- 2º. Revisar información histórica (datos climatológicos y meteorológicos, mapas topográficos, inventarios de emisiones, resultados de modelos de dispersión, patrones de tráfico, usos de suelo, distribución de la población y datos de monitoreo existentes).
- 3º. Identificar las áreas potenciales para la localización de las estaciones de monitoreo (áreas residenciales o poblaciones susceptibles, áreas industriales o comerciales y áreas límites de ciudad (ubicaciones a favor del viento para mediciones de ozono o en contra del viento para mediciones de fondo).

- 4°. Desarrollar una lista de verificación para la evaluación del sitio que recopile (distancia entre el sitio y lugares de interferencia, fuentes específicas, productos químicos agrícolas, carreteras, altura y requerimientos de orientación, disponibilidad de energía eléctrica, disponibilidad de líneas telefónicas para transmisión de datos y comunicación, accesibilidad y seguridad, ausencia de árboles u obstáculos, duración u horario de medición).
- 5°. Inspeccionar los sitios potenciales en cada área
- 6°. Selección final del sitio

Para seleccionar los lugares más apropiados de acuerdo a los objetivos propuestos del monitoreo, es necesario tomar en consideración factores generales como la información relativa a la ubicación de fuentes de emisiones, a la variabilidad geográfica o distribución espacial de las concentraciones del contaminante, condiciones meteorológicas y densidad de la población. Los factores de selección para la instalación de las estaciones de monitoreo son los siguientes:

- A. Objetivos del Monitoreo
- B. Seguridad del Sitio de Instalación
- C. Inventario de Emisiones
- D. Monitoreo de la Calidad del Aire
- E. Resultado de simulaciones de modelos de dispersión
- F. Consideraciones atmosféricas

- G. Topografía
- H. Otros datos.

1º. Consideraciones preliminares para la colocación del Equipo.

- A. El equipo de muestreo debe fijarse en lugares de libre circulación de Aire y estar al menos 20 metros alejado de árboles, edificios u otros obstáculos grande, una regla general de ubicación es que el equipo muestreador debe ser ubicado por lo menos dos veces de la altura del obstáculo.
- B. No instale el equipo cerca de tubos de escape, ductos de ventilación, aire acondicionado, grupos electrógenos, entre otros, pues sus emisiones podrían afectar directamente la muestra.
- C. Asegure una tensión eléctrica de 220 V (50/60 Hz) y una potencia mínima de 2500 Watts (de usarse generador eléctrico). En caso se empleen más equipos de monitoreo reconsidere la potencia mínima del generador eléctrico.
- D. Asegúrese el suministro ininterrumpido de energía eléctrica por el tiempo que dure el muestreo. Las interrupciones de energía conducen a errores de medición y pueden invalidar el muestreo.
- E. No toque el filtro con las manos ya que podría contaminarlo, use guantes de látex cuando éste sea manipulado.
- F. Revise el estado de los carbones del motor, considerando el tiempo en que han sido utilizados.

- G. En caso de usarse más de un equipo PM 10 en un mismo punto de muestreo y al mismo tiempo considerar que el cabezal del equipo de muestreo debe encontrarse por lo menos a 2 metros de distancia de otro cabezal.
- H. El equipo de muestreo no debe tener restricción en flujo de aire.

2º. Cargado de Porta Filtro

- A. No tocar el filtro con las manos ya que podría contaminarlo, use guantes de látex cuando éste sea manipulado.
- B. Cargue cuidadosamente el filtro en el cartucho del filtro. Inspeccionar la malla del Porta filtros por depósitos o material extraño. Limpiar si es necesario.
- C. El filtro se debe centrar en la rejilla de modo que la empaquetadura forme un sello hermético en el borde externo cuando el porta filtro esté en su lugar. Los filtros mal alineados mostrarán desigualdad en los bordes blancos después de la exposición.
- D. El filtro debe colocarse por la parte rugosa hacia arriba (que es donde se depositará el material particulado). Ajuste el portafiltro con los pernos y tuercas, asegurando sus esquinas simultáneamente y en forma diagonal hasta fijarlo correctamente. Retire la tapa del portafiltro y cierre la cubierta del cabezal, asegurándolo con los ganchos externos.

- E. El cartucho del porta filtro no debe estar excesivamente apretado, pues el filtro puede pegarse a él o la empaquetadura puede dañarse de manera permanente. Compruebe que la empaquetadura se encuentre en buenas condiciones y no se haya deteriorado.

3º. Funcionamiento del Muestreador PM 10 de Alto Volumen

- A. Anotar la ubicación de la estación de muestreo y sus coordenadas empleando para ello el GPS.
- B. Delimitar el área de trabajo con cintas de seguridad o conos.
- C. Realizar las conexiones eléctricas utilizando las herramientas apropiadas.
- D. Instalar el generador eléctrico a sotavento de la estación de muestreo y lo suficientemente lejos de ella, para evitar que las emisiones del mismo no interfieran con el resultado del monitoreo.
- E. Abra la puerta del cuerpo central y la puerta de la grabadora de flujo, colocar la carta de registro de flujo levantando el brazo del lápiz y poniendo la carta en el centro del orificio, registrar el código de equipo, fecha y el periodo de muestreo.
- F. Colocar la carta de flujo en el punto de inicio, ésta controla el flujo de muestreo y rotará en dirección de las manijas del reloj cuando se inicia el muestreo.

4º. Programar el equipo utilizando el temporizador/programador.

- A. Anotar en el sobre manila el código de la estación, la fecha y la hora de inicio.
- B. Después de minutos de iniciado el muestreo mida la diferencia de presión con el manómetro diferencial. Debe de hacerse lo mismo minutos antes de culminar el muestreo.
- C. Anotar todo esto en el sobre manila del filtro.

5º. Registro de Datos de Campo:

- A. Nombre de la estación de muestreo.
- B. Lugar de ubicación.
- C. Coordenadas.
- D. Presión barométrica: Promedio.
- E. Altitud.
- F. Fecha de muestreo.
- G. Personal de muestreo.
- H. Temperatura ambiental Promedio.
- I. Diferencial promedio de presión.
- J. Tiempo de muestreo.

4.1.2. Determinación de la concentración de material particulado menor a 10 micrómetros- PM-10.

El material particulado del ambiente es colectado en un filtro de microfibra de cuarzo, este filtro es equilibrado antes del primer pasado desecándose por un periodo de 24 horas se pesa y se registrar como 1º peso (W_i), se procede al muestreo de la calidad de aire y luego el filtro con

material particulado ingresa a un desecado por 24 horas luego del cual se procede a realizar un segundo peso (W_f) la diferencia de pesos determina la masa de material particulado colectado durante todo el periodo de muestreo. Esta masa de material particulado relacionado con el volumen de muestra colectado da como resultado la concentración de material particulado por metro cubico de aire.

4.1.3. Análisis de plomo en filtros de microfibra de cuarzo (Filtros de Calidad de Aire).

La metodología analítica utilizada para la determinación de concentraciones de metales pesados en muestras tomadas en partículas suspendidas en el aire (filtro de alto volumen), es por **Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP)** espectroscopia y el procedimiento de extracción se lleva a cabo por el método Compendio Inorgánicos según EPA IO-3.4.

Este procedimiento analítico se utiliza para determinar metales y algunos no metales en solución. Este método es un consolidado de los métodos existentes para determinar Plomo en Aire y otros 31 elementos.

Para cada análisis solamente se necesitan un octavo del total del filtro de microfibra de cuarzo que contiene el material particulado y colectado en el muestreo que es digestada en 20 ml de solución acida acondicionada a pH menor a 2, luego la muestra es analizada directamente por el equipo.

A. Instrumentos.

- a. Muestreador alto volumen de material particulado menor a 10 micrómetros- HI- VOL PM-10, se debe incluir un discriminador de partículas para determinar PM-2.5
- b. Filtros de microfibra de cuarzo.
- c. Balanza analítica.
- d. Desecador.
- e. Estufa con rango de trabajo de 100°C a 200 °C.
- f. Equipo ICP (plasma de acoplamiento inductivo).

B. Herramientas documentarias:

- a. Check List del procedimiento.
- b. Reporte de datos de campo.
- c. Reporte de los análisis de concentración de plomo en las muestras de calidad de aire (Informe de Ensayo).
- d. Reporte de las condiciones meteorológicas de la zona de estudio.

C. Actividades realizadas:

Existen tres etapas en el proceso de muestreo: pre-muestreo, toma de muestra y post muestreo.

1º. Pre- Muestreo:

A. Calibración y/o Verificación de Equipos de Campo:

- a) Preparación de filtros.
- b) Preparación de equipos a utilizar en el muestreo

2º. Control de equipos de muestreo.

A. Calibraciones.

- c) Calibración de flujos

- d) Calibración de señales analógicas
- e) Calibración de concentraciones
- f) Calibración CERO Y SPAN
- g) Verificación CERO Y SPAN
- h) Calibración multipunto
- i) Calibración GPT

3º. Muestreo: Toma de Muestra.

4º. Post-Muestreo.

En el sitio de muestreo, todas las precauciones deben ser tomadas en cuenta durante la manipulación y la toma de las muestras para asegurar su integridad. El laboratorio que tiene la responsabilidad de los análisis debe etiquetar los sobres que contienen los filtros, de tal manera que no existan problemas de identificación de muestras. La integridad de las muestras debe estar garantizada durante la cadena de custodia.

4.1.4. Resultados del monitoreo.

Tabla N° 5
Ubicación de Puntos de monitoreo de Material Particulado: Plomo

Puntos de Monitoreo	Coordenadas UTM – WGS ZONA 18L	
	Norte	Este
ECS-1	8688176N	0268321E
ECS-2	8688176N	0268321E
ECS-3	8688176N	0268321E

Fuente: Propia del Investigador.

Tabla N° 6
Ubicación de Puntos de Monitoreo de Parámetros meteorológicos.

Puntos de Monitoreo	Coordenadas UTM – WGS ZONA 18L	
	Norte	Este
ECS-1	8688176N	0268321E
ECS-2	8688176N	0268321E
ECS-3	8688176N	0268321E

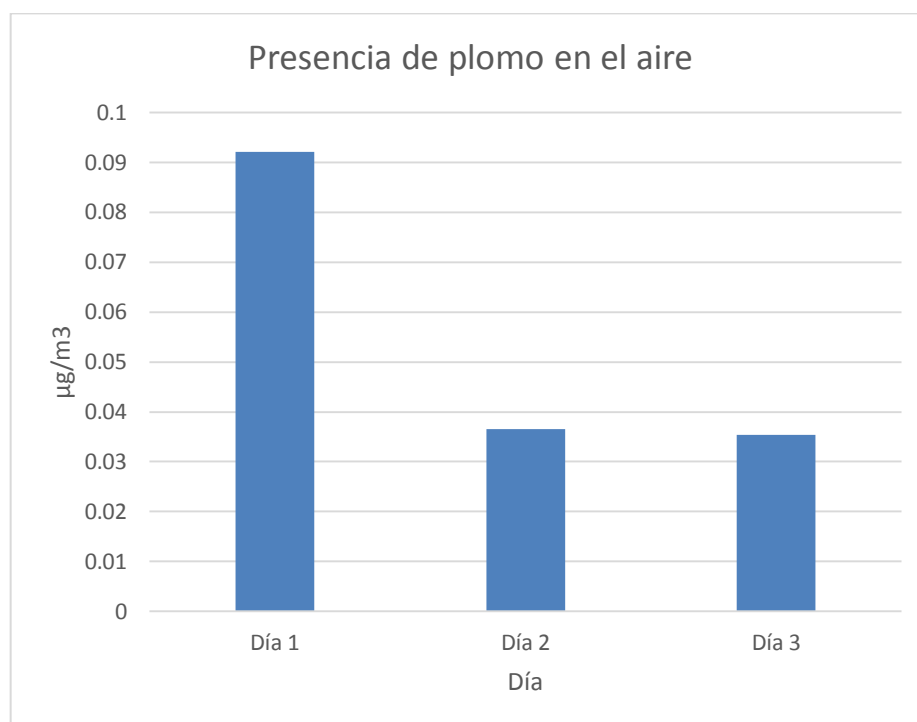
Fuente: Propia del investigador.

Tabla N° 07

**Presencia de plomo en el aire
Día 1 al 3**

Tiempo	Concentración de Plomo en PM 10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Día 1	0,0921
Día 2	0,0366
Día 3	0,0354

Fuente: Estudio propio, Informe de Ensayo J-00202792 - 1511795.



Interpretación:

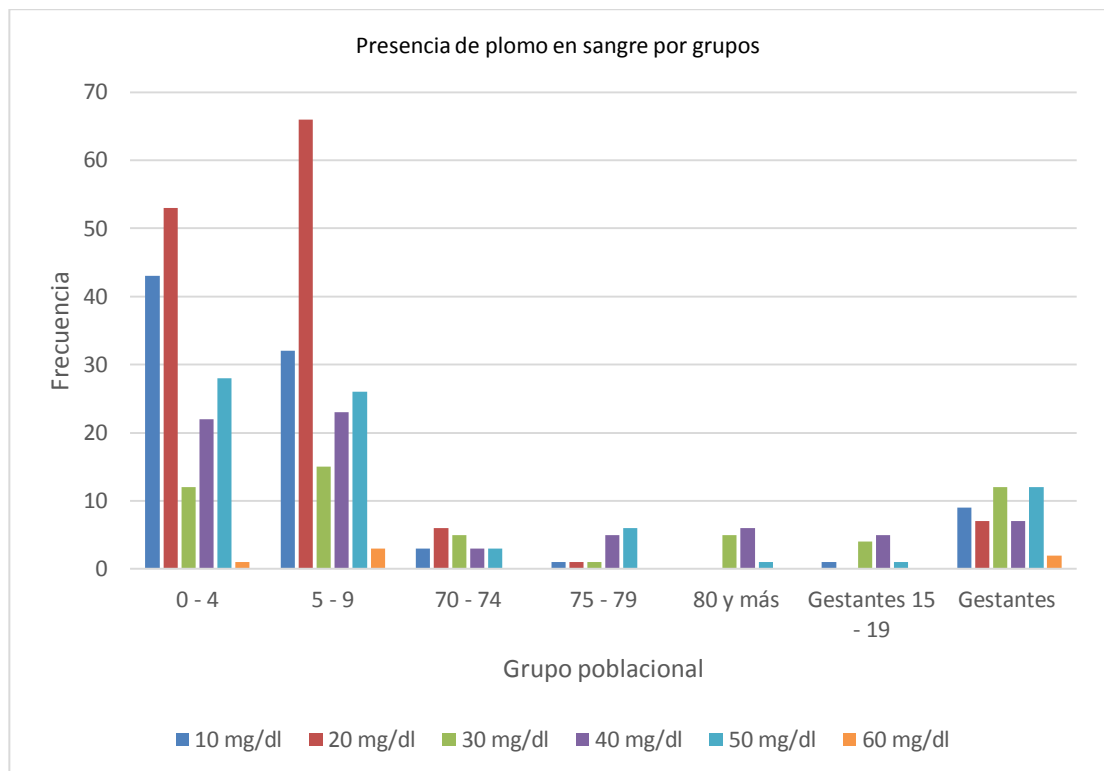
En el gráfico se aprecia que el nivel de plomo en el aire **no** excede el estándar de calidad ambiental que es de 0.50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, sin embargo, se observa la misma relación que presenta la concentración del material particulado con respecto a los días 1, 2 y 3 según la actividad en la Zona industrial el día viernes (Día 1), se observa mayor concentración de Material particulado-Plomo, y en los días sábado (Día 2) y Domingo (Día 3) se observa una menor concentración respectivamente.

Tabla N° 08

**Presencia de plomo en la sangre
Día 1 al 3**

Grupo	10 µg/dl	20 µg /dl	30 µg /dl	40 µg /dl	50 µg /dl	60 µg /dl	Total
0 - 4	43	53	12	22	28	1	159
5 - 9	32	66	15	23	26	3	165
70 - 74	3	6	5	3	3	0	20
75 - 79	1	1	1	5	6	0	14
80 y más	0	0	5	6	1	0	12
Gestantes 15 - 19	1	0	4	5	1	0	11
Gestantes	9	7	12	7	12	2	49
Total	89	133	54	71	77	6	430
Porcentajes	20.70	30.93	12.56	16.51	17.91	1.40	100.00

Fuente: Informe de DIGESA 2015

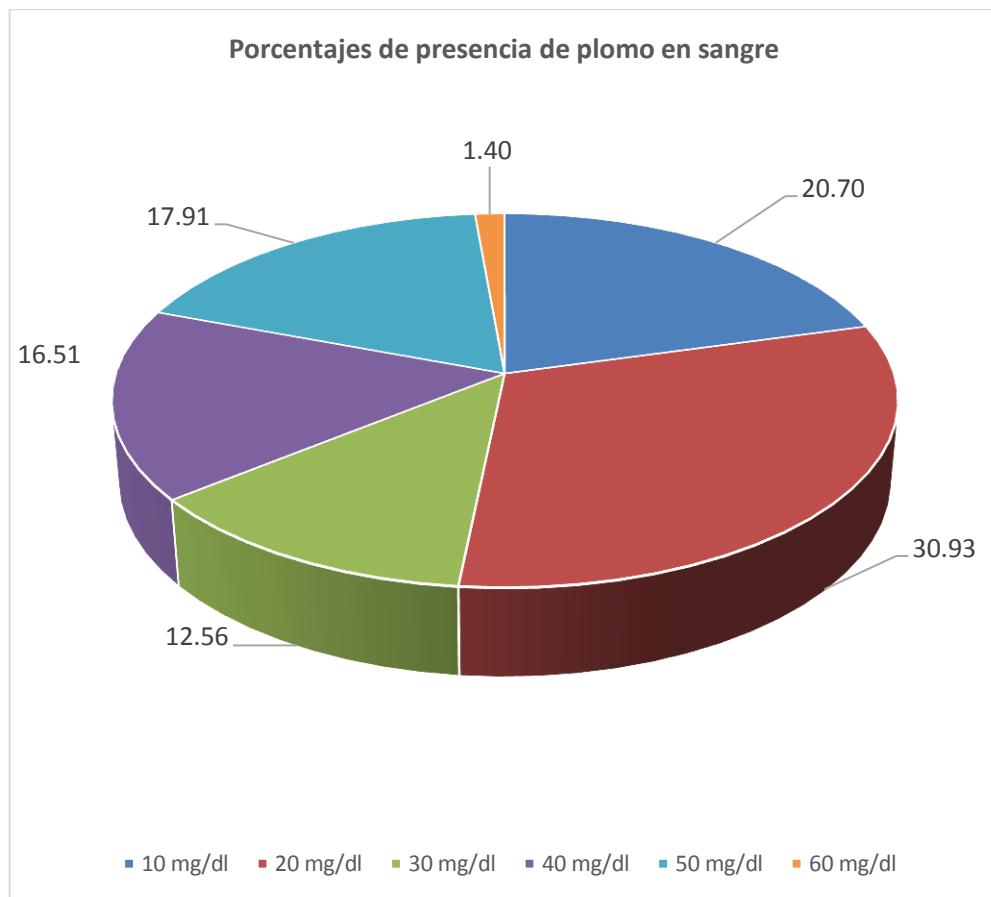


Interpretación:

Se aprecia que los grupos poblacionales tienen saturación de plomo en la sangre, de forma moderada hasta significativa, ya 20 mg/dl es alto y afecta a las personas, sobre todo a los niños que lo asimilan con mayor facilidad, y son 341 los que representan al grupo de riesgo. Por ejemplo los niños, ancianos de 75 a 79 y gestantes tienen hasta 50 mg/dl que ya son malos para el desarrollo y en caso de las gestantes para la formación del feto.

Gráfico N° 1

Distribución de presencia de plomo por porcentaje



Interpretación:

Se considera que el 30.93% presentan una acumulación de hasta 20 $\mu\text{g}/\text{dl}$, seguido de 20,70 que presentan hasta 10 $\mu\text{g}/\text{dl}$, luego 17.91% presentan hasta 50 $\mu\text{g}/\text{dl}$, y un 16.51% de 40 $\mu\text{g}/\text{dl}$, un 12.56% presenta el 30 $\mu\text{g}/\text{dl}$ y un 1.40% presentan 60 $\mu\text{g}/\text{dl}$, si acumulamos los valores, entre los excesos de presencia, casi un 79.30% exceden los valores, por lo que existe una alta contaminación de plomo en la salud de las personas que habitan la zona industrial.

Se ha evaluado el cumplimiento del reglamento de estándares nacionales de calidad ambiental del aire. Comparando los resultados obtenidos en el laboratorio con las normas vigentes de los Estándares de Calidad Ambiental (ECAS). Reglamento Nacional de Estándares de Calidad del Aire D.S. N°074-2001-PCM y el D.S. N°003-2008-MINAM (Vigencia 01/01/2009).

4.2. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS.

La hipótesis planteada afirma: *“El aire del Callao en la zona industrial de Ventanilla – Callao está contaminado de plomo afectando significativamente a las personas especialmente a los grupos más vulnerables de la zona de Mi Perú - Ventanilla.*

En junio 2001 la Mg Silvia Iglesias actual Directora de la Escuela de Postgrado de la Facultad de Geología, Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas publicó el siguiente artículo, en el que se obtuvo el siguiente resultado:

CUADRO N° 1				
Resultados del análisis físico químico de las muestras (otoño de 2000)				
ESTACIÓN DE MONITOREO		PM 10	Pb en PM 10	As en PM 10
N°	UBICACIÓN	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	Ciudad Universitaria	79.0	0.314	0.043
2	Av Arequipa/ J Prado, Lince	86.9	0.322	0.041
3	Paseo de la República, Cercado	88.7	0.409	0.048
4	Av. Universitaria, SMP	84.5	0.414	0.046
5	Av. Túpac Amaru, Comas	240.0	0.538	0.047
6	Av. Javier Prado7 Aviación, San Borja	89.6	0.4131	0.046
7	ESLIM, Callao	89.08	1.61	0.070
8	Santa Rosa, Callao	67.0	0.0	0.038
LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE (mg/m^3)		70*	0.5**	6**
* OMS **R.M N° 315-96-EM/VMM del Ministerio de Energía y Minas				

Por encargo de la Organización Mundial de la Salud, allí se puede observar que para el caso de PM10 en la zona del Callao cercana a Ventanilla se tiene una presencia de 89.08 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y el nivel de plomo que se aprecia un exceso del mismo de acuerdo a la ECA actual y la de ese momento que era la R.M. N° 315-96 EM/VMM del Ministerio de Energía y Minas, en invierno del 2000 se realizó el segundo estudio:

CUADRO N° 2				
Resultados del análisis físico químico de las muestras (invierno de 2000)				
ESTACIÓN DE MONITOREO		PM10	Pb en PM10	As en PM10
N°	UBICACIÓN	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	Ciudad Universitaria, Lima	90	0.087	0.032
2	Av. Arequipa/ J Prado, Lince	76.8	0.098	0.018
3	Paseo de la República, Cercado	88.7	0.409	0.048
4	Av Universitaria, SMP	84.5	0.184	0.032
5	Av. Túpac Amaru, Comas	200	0.205	0.035
6	Av. J Prado/ Aviación, San Borja	75.6	0.0178	0.032
7	ESLIM, Callao	60	0.169	0.008
8	Sanata Rosa, Callao	61.9	0.01	0.029
LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE (mg/m^3)		70*	0.5**	6**
* OMS **R.M.N° 315-96-EM/VMM del Ministerio de Energía y Minas				

Se puede apreciar que el nivel de plomo en esa época se reduce es probable por el exceso de humedad, pero el problema es que eso acelera su precipitación y lo que hace es combinarlo con el polvo, en otoño y verano cuando el polvo aumenta, se dispersa mayor cantidad de partículas y ello incrementa los niveles de plomo en el aire. Es importante precisar que estos estudios obedecen a una época en la que la industria en esa zona del Callao era menor, así como el tránsito, en 15 años se ha incrementado en mucho más, ello permite presumir que se ha elevado el riesgo y el daño.

CUADRO N°3				
Resultados del análisis físico químico de las muestras (primavera de 2000)				
ESTACIÓN DE MONITOREO		PM10	Pb en PM 10	As en PM 10
N°	UBICACIÓN	(mg/m ³)	(mg/m ³)	(mg/m ³)
1	Ciudad Universitaria, Lima	75	0.245	0.038
2	Av. Arequipa/ J. Prado, Lince	72	0.098	0.035
3	Paseo de la República, Cercado	80	0.409	0.048
4	Av. Universitaria, SPM	70	0.245	0.035
5	Av. Túpac Amaru, Comas	80	0.348	0.042
6	Av. J. Prado/ Aviación, San Borja	72	0.241	0.043
7	ESLIM, Callao	50	1.234	0.05
8	Santa Rosa, Callao	45	0.151	0.032
LÍMITE PERMISIBLE (mg/m³)		70*	0.5**	6**
* OMS				
**R.M N° 315-96-EM/VM del Ministerio de Energía y Minas				

En la primavera del 2000 el estudio permite apreciar que el nivel nuevamente ha subido, en un 0.731 más de lo que el límite permisible controla, es decir hay demasiado plomo en el aire.

Nuestro estudio tiene los siguientes promedios:

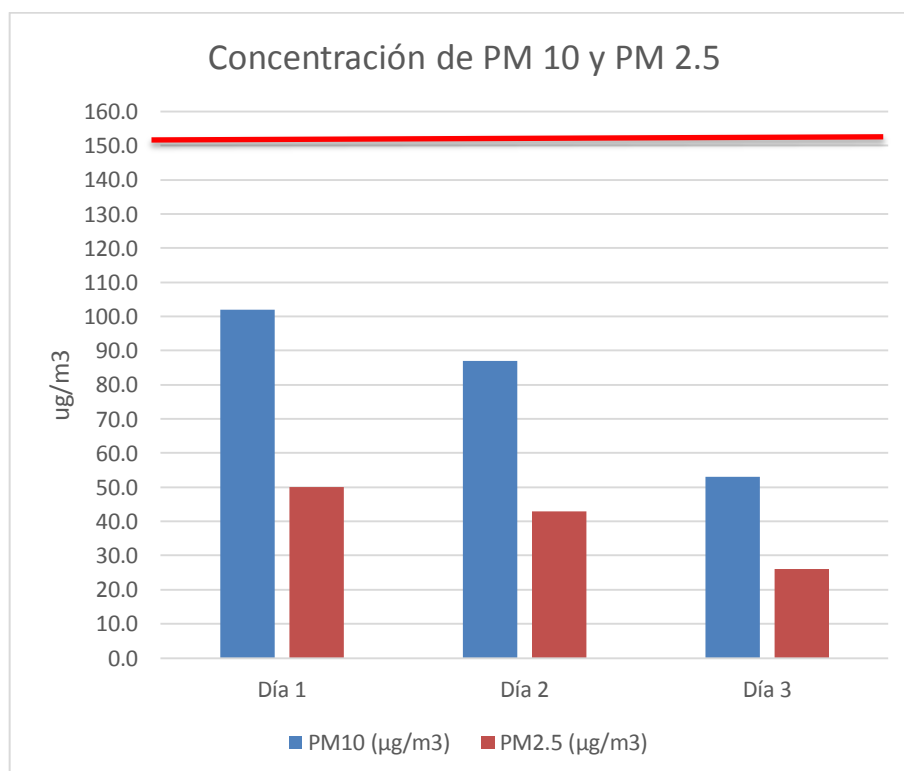
Tabla N° 09

Promedios de concentración de PM10 y 2.5 en la Zona industrial de Ventanilla

Horas	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Día 1	102,0	50,0
Día 2	87,0	43,0
Día 3	53,0	26,0

Fuente: Estudio propio, Informe de Ensayo J-00202792 - 1511795.

(El valor límite por 24h es **150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** y anual es 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).



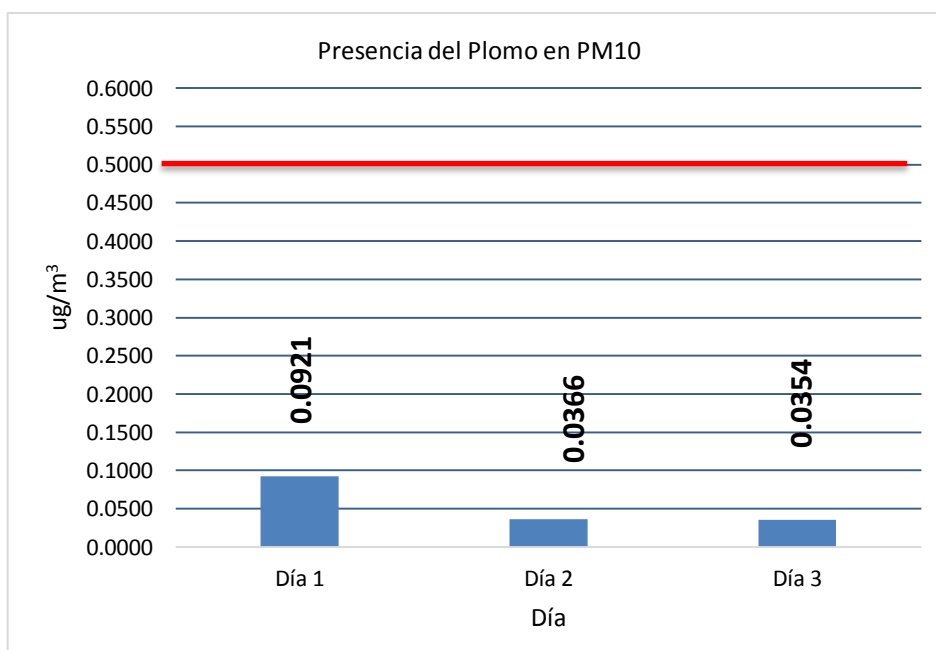
Interpretación:

Es posible apreciar que las concentraciones de PM10 no superan los valores según la Norma por 24 horas (150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Tabla N° 10
Concentración de Plomo en la zona de Ventanilla

Día	PM10	Pb en PM10
1	102	0,0921
2	87	0,0366
3	53	0,0354

Fuente: Estudio propio, Informe de Ensayo J-00202792 - 1511795.



Interpretación:

De acuerdo a los límites máximos permisibles los valores de plomo no alcanzan a 0.5 ug/m³, el material particulado.

Pero cabe la posibilidad que por el tiempo de exposición que es constante y la concentración del contaminante, ésta población está expuesta a una concentración de plomo en la sangre como un potencial riesgo a la salud.

La dosis suministrada de una sustancia se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$Ds = (CTFD)/(MP)$$

Donde:

C= concentración promedio durante el período de exposición.

T= tasa de contacto, la cantidad de medio contactado por unidad de tiempo.

F= frecuencia de exposición

D= duración

M= masa corporal

P= tiempo de promediación

Fuente: Toxicología Ambiental, Evaluación de Riesgos y Restauración Ambiental, 1996-2001, The University of Arizona.

Reiterando la hipótesis se tiene: *“El aire del Callao en la zona industrial de Ventanilla – Callao está contaminado de plomo afectando significativamente a las personas especialmente a los grupos más vulnerables tomando en cuenta la dirección del viento que arrastra el Material particulado- Plomo”*, y se comprobó que en la zona de estudio (Av. Tacna de Mi Perú Ventanilla), los ECA se encuentran dentro de la Norma.

Por nuestros resultados tenemos que:

- 1º. Los niveles de PM10 son bajos en la zona de estudio.
- 2º. Los niveles de plomo en la sangre de las personas no exceden los estándares de salud.
- 3º. Los niveles de plomo en PM10 no exceden los Estándares de calidad ambiental, pero se encuentran en un 20% del mismo.

CONCLUSIONES

1. Según los resultados de la evaluación realizada se concluye que la calidad del Aire no supera el estándar de concentración de los contaminantes determinada por el estándar de calidad Ambiental, por lo que podemos afirmar que no existe repercusión directa sobre la salud de la población expuesta de la Zona de estudio, Av. Tacna, Distrito de Mi Perú, Callao.
2. De acuerdo a los resultados obtenidos se determina que en el punto de monitoreo evaluado durante tres días con descripciones ECS-1, ECS-2 y ECS-3, la concentración de material particulado de tamaño aerodinámico menor a 10 micras, se concluye lo siguiente, que en la zona de la Av. Tacna de Mi Perú Ventanilla las concentraciones de Material Particulado no sobrepasan los valores con respecto a la Normativa vigente del D.S. N° 074-2001-PCM. Reglamento de ECA Aire (150 ug/m³).
3. De acuerdo a los resultados obtenidos se determina que el punto de monitoreo evaluado durante tres días con descripciones: ECS-1, ECS-2 y ECS-3, no sobrepasan los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Aire, para los valores de plomo en el material particulado de tamaño aerodinámico menores o iguales a 10 micras según el D.S. N° 069-2003-PCM, que establece el valor anual de la concentración de plomo en el Aire (0.5 ug/m³), por lo tanto se concluye

que la calidad del aire de la zona de estudio no está alterada por presencia de éste metal.

4. Los Parámetros Meteorológicos influyen significativamente sobre la calidad del aire de la Zona de Mi Perú Ventanilla puesto que los resultados obtenidos en el presente estudio de investigación indican que en la Zona de estudio: La Av. Tacna de Mi Perú no se supera los estándares ambientales a pesar que esta área colinda con la Zona Industrial Se puede observar en los gráficos de Rosa de Vientos que existe una variación predominante de vientos que vienen del SW y NE. Estos datos obtenidos representan condiciones meteorológicas normales y estacionales de la zona y confirman los resultados del Monitoreo de Aire realizado por DIGESA (del 20 de Setiembre al 06 de Octubre en el año 2014).

RECOMENDACIONES

- A. Se debe tomar en cuenta todas las indicaciones enunciadas en el presente trabajo informándose con todos y cada uno de los archivos anexos para que pueda hacer un adecuado monitoreo de la calidad del aire en un determinado lugar y en todas las zonas aledañas a Fábricas que aún emiten Plomo al ambiente sin ningún control.
- B. Se debe tomar en cuenta todos los pasos a seguir durante el monitoreo de los parámetros de la calidad del aire aplicando las buenas prácticas y todos los enunciados en cada etapa del mismo. Asegurando así la calidad de los resultados.
- C. Finalmente cuando ya obtengamos los resultados debemos de compararlos con los Estándares de Calidad Ambiental del Aire, tomando en cuenta toda la Normativa vigente. Para poder llegar a saber cuál es su estado y que acciones tomar, o que se puede mejorar durante las actividades.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRACK, Antonio y MENDIOLA, Cecilia (2004). **ECOLOGÍA DEL PERÚ**, Ediciones Bruño – Perú. 2ª edición.
2. ANDÍA, Walter y ANDÍA, Juan (2009), **MANUAL DE GESTIÓN AMBIENTAL**. Ediciones El Saber – Perú. 2ª.
3. WARNER, Peter (2001). **ANÁLISIS DE LOS CONTAMINANTES DEL AIRE**. Ediciones Paraninfo – España. 1ª edición.
4. CONAM. (2001) .**REGLAMENTO DE ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL DEL AIRE**. Decreto Supremo N° 074-2001-PCM. Lima,
5. OMS (2004). **GUÍAS PARA LA CALIDAD DEL AIRE**. OPS/CEPIS/PUB/04.110 – Lima.
6. USEPA (2004). **LIST OF DESIGNATED REFERENCE AND EQUIVALENT METHODS. OFFICE OF RESEARCH AND DEVELOPMENT** - Washington.
7. NTP. Norma Técnica Peruana. ISO 17025. **PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE Y GESTIÓN DE DATOS**. DIGESA (Dirección General de Salud). Lima - Perú.
8. CONAM (2003). **REGLAMENTO DE LOS NIVELES DE ESTADOS DE ALERTA NACIONAL PARA CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS**. Decreto Supremo N° 009-2003-SA - Lima.

9. **CONAMA (2003). ELABORACIÓN DE REGLAMENTOS Y PROTOCOLOS DE PROCEDIMIENTOS PARA EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL MONITOREO DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS.** CENMA - Chile.
10. **INDECOPI (2003). MÉTODO DE REFERENCIA PARA LA DETERMINACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO RESPIRABLE COMO PM10 EN LA ATMÓSFERA.** NTP 900.030 - Lima.
11. **INDECOPI (2003). PRINCIPIO DE MEDICIÓN Y PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN PARA LA MEDICIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO EN LA ATMÓSFERA (FOTOMETRÍA INFRARROJA NO DISPERSIVA).** NTP. 031 - Lima.
12. **INDECOPI (2003). MÉTODO DE REFERENCIA PARA LA DETERMINACIÓN DE PLOMO EN MATERIA PARTICULADO SUSPENDIDO COLECTADO EN EL AIRE AMBIENTAL.** NTP 900.032 - Lima.
13. **INDECOPI (2001). ISO 17025:2000. REQUISITOS GENERALES PARA LA COMPETENCIA DE LABORATORIOS E ENSAYO Y CALIBRACIÓN.** NTP ISO: 17025 - Lima.

ANEXOS

Anexo N° 1. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire

(Todos los valores son concentraciones en microgramos por metro cúbico.

NE significa no exceder)

CONTAMINANTES	PERIODO	FORMA DEL ESTANDAR		METODO DE ANALISIS ⁽¹⁾
		VALOR	FORMATO	
Dioxido de Azufre	Anual	80	Media aritmética anual	Fluorescencia UV
	24 horas	365	NE más de 1 vez al año	(Método automático)
PM-10	Anual	50	Media aritmética anual	Separación inercial/
	24 horas	150	NE más de 1 vez al año	filtración (Gravimetría)
Monoxido de Carbono	8 horas	10000	Promedio movil	Infrarrojo no dispersivo (NDIR)
	1 hora	30000	NE más de 1 vez/año	(Método automatico)
Dioxido de Nitrogeno	Anual	100	Promedio aritmético anual	Quimiluminiscencia
	1 hora	200	NE más de 24 veces/año	(Método automatico)
Ozono	8 horas	120	NE más de 24 veces/año	Fotometría UV (Método automatico)
Plomo	Anual ⁽²⁾			Método para PM-10
	Mensual	1.5	NE más de 24 veces/año	(Espectrofotometría de absorción atómica)
Sulfuro de Hidrogeno	24 horas ²			Fluorescencia UV (Método automatico)

(1) O método equivalente aprobado.

(2) A determinarse según lo establecido en el Artículo 5 del presente reglamento.

Anexo N° 2

Publicación del diario el Comercio, 29 de Junio del Año 2015.



ZONA DE MIEDO. Los niños del asentamiento Virgen de Guadalupe, en Ventanilla, siempre sienten arder en los ojos. Viven frente a industrias, muchas de las cuales funden plomo. Esas empresas hacen mutis.

Ventanilla respira plomo

Monitoreos del aire confirman que vecinos de la zona industrial del distrito chalaco están expuestos a contaminación por metales pesados.

Para mitigar los estragos de la contaminación por plomo en Virgen de Guadalupe y zonas aledañas, el Gobierno Regional del Callao aprobó la creación de un grupo técnico que incluye a la comuna distrital y al Produce, que no ha fiscalizado el tema.

.....

LEONISA NOLA

“Casi todos los días siento como si me exprimieran limón en los ojos”, dice Paula, una estudiante del primero de media del colegio particular Arturo Padilla, ubicado en plena zona industrial de Ventanilla, cerca del asentamiento humano Virgen de Guadalupe. El plomo esparcido en el aire en niveles tóxicos, generado por la actividad de varias empresas fundidoras de ese metal pesado que operan en el área, sería la causa de ese ardor.

La presencia del agente contaminante fue confirmada por el último monitoreo del aire realizado en la zona por la Dirección Regional de Salud (Diresa), entre el 20 de setiembre y el 6 de octubre del 2014. El estudio arrojó que los valores de plomo (1,55 microgramos por m³) y cadmio (0,32 microgramos por m³) sobrepasaban los máximos registros permitidos

por la norma internacional (0,5 microgramos por m³ para plomo y 0,25 microgramos por m³ para cadmio).

En un visita a la zona, entre las avenidas Néstor Gumbetta, Casco y Revolución, El Comercio comprobó que se percibe olor a metal al respirar, especialmente en Virgen de Guadalupe, donde viven dos mil personas.

Un acta de la Fiscalía Provincial Especializada en Prevención del Delito y Medio Ambiente, del 27 de febrero último, responsabiliza a las siguientes empresas por la emanación de partículas de plomo: Sulfato de Cobalto S.A., Fábrica de Acumuladores ETNA, Compuestos Metalúrgicos, Baterías PB Turbo, Metalexico, Consorcio Matrix Technology, Rabanal Services, Sol del Perú Alloys, Adal Importadora Exportadora y Empresa Fundiciones Ecológicas.

“En el 2011 la gente de Virgen de Guadalupe se quejó de esta contaminación y se decidió formar un primer grupo de trabajo para hacer intervenciones”, explica Julio Echarri, gerente de Gestión Ambiental del Gobierno Regional del Callao.

Ese grupo estuvo integrado por las gerencias regionales de Gestión Ambiental y de Trabajo, el Ministerio de la Producción (Produce), la Diresa, la Di-

rección General de Salud de las Personas (Digesa), del Minsa, la comuna distrital y el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), del sector Ambiente.

Atados de manos

Con resolución publicada el 22 de este mes en “El Peruano”, el gobierno regional aprobó formar un nuevo grupo técnico con los mismos integrantes, solo que esta vez no estará aislado y será de pendiente de la Comisión Ambiental Regional.

CONSECUENCIA EN LA SALUD

LA DIRESA ADVIERTE

El cadmio produce cáncer y el plomo desplaza al hierro y al calcio en el organismo, produce deficiencia intelectual y afecta la parte neurológica y varios órganos.

EVIDENCIA

“Las hojas de las plantas se vuelven negras por el plomo”, dice Juana Avarado, directora del colegio Arturo Padilla, en Ventanilla.

BAJO ÍNDICE

Según la Diresa, ha disminuido bastante el nivel de depresión de plomo en Puerto Nuevo (Callao).

VERSIÓN IMPRESA: [www.elcomercio.pe](#)
Gestión de Contenidos: SACROS PÉREZ/EL COMERCIO
ZONA INDUSTRIAL DE VENTANILLA.

En el 2012, la Diresa ya había comprobado el alto índice de plomo en la zona, y la Dirección de Asuntos Ambientales del Produce había informado que varias de las empresas no cumplían su normativa de presentarle informes semestrales de manejo ambiental. En el 2013, Efraín Cruz, de esa dirección, indicaría al grupo que el Produce no contaba con un reglamento de sanciones.

Oscar Quincho, gerente de Gestión Ambiental de la Municipalidad de Ventanilla, señala que entonces la comuna pudo cerrar algunas de las empresas por faltas laborales y de seguridad por falta del certificado de evaluación ambiental, que otorgaba la comuna tras el visto bueno del Produce. “Luego el Índice copi de finió que el certificado era barrera burocrática, y nos ató de manos. A esto se suma que el Produce no cumple su obligación de monitorear la conducta ambiental de las empresas”, dice Quincho.

Todo esto llevó al municipio a informar a la fiscalía para que esta trate el tema como de alto nivel ambiental, explica el gerente edilicio, que también busca que el grupo técnico logre normas para empoderar a la comuna. “Necesitamos normas que nos permitan actuar”, agrega.



Dentro de tres meses el Produce podrá por fin fiscalizar y sancionar

El Ministerio de la Producción (Produce) comunicó al Comercio que ahora puede sancionar por el tema ambiental a empresas de la zona industrial de Ventanilla.

Informó que durante los próximos tres meses podrá por fin imponer las sanciones de las empresas que funden plomo. Así indica el Reglamento de Gestión Ambiental para la Industria Manufacturera y Comercio Interno, emitido por el sector el 6 de setiembre.

“Cuando están las directivas, el

Produce sanciona. El OEFA, del sector Ambiente, solo ha podido recibir el 10% de las funciones ambientales del Produce, en el que no está incluido el rubro de fundición de plomo. Cuando se transfiera todo, Ambiente podrá sancionar”, indica una fuente del Produce.

Otra fuente del OEFA refirió que por ahora esa entidad solo puede controlar que las entidades estatales encargadas fiscalicen el tema ambiental, “y denunciarlas ante la contraloría sino cumplen”.

Anexo N° 3 Cotización de muestreo y análisis Para la determinación de material particulado: Plomo.



NSF Envirolab S.A.C. Cotizacion

COT 00027716

Registro: 17-Nov-2015 13:33

DATOS DEL CLIENTE

Cliente: CAMPOS SIMON, ERIKA WENDY
 Correo: _____ Ruc: 80106267
 Telefono: _____ Fax: _____
 Direccion: MZ E LT 22 ZONA A VENTANILLA ALTA
 Facturar a: CAMPOS SIMON, ERIKA WENDY Ruc: 80106267

DATOS DEL PEDIDO

Colocacion: Personal Facturacion: Boleta Moneda: Soles
 Ingreso: 17/11/2015 13:33 Solic por: _____ Sist. Venta: Venta al Credito a 30 dias
 Doc Ref: _____ T. C.: .000

DATOS DEL PRODUCTO

Tipo Muestra: Calidad de Aire
 Procedencia: _____ Se entregara Documento Oficial
 Referencia: _____
 Tiempo entrega: 14 dias Validez: 7 dias

DETALLE DE PARAMETROS POR MUESTRA

Tipo Muestra: Calidad de Aire

Parametros	Metodo	Cantidad	P.U.	Parcial
Peso Inicial	---	3	13.00	39.00
Filtro PM-10 (HI-VOL) Cuarzo 8x10	---	3	40.00	120.00
Peso Final	---	3	13.00	39.00
<i>Met. en filtros (ICP-AES)</i>				
Plomo	EPA IO-3.4	3	50.00	150.00
V. Venta:				348.00
IGV				S/. 62.64
SubTotal				S/. 410.64

por Cliente

Por Envirolab MALTAMIRANO

A su solicitud el Laboratorio le proporcionará los envases y preservantes necesarios sin costo alguno, los cuales deberan recogerlos en nuestras instalaciones.

Se adjunta, Instrucciones generales de Muestreo y Preservación de Muestra.

Observaciones:

- 1 EPSF:
 Peso inicial: J-00202791
 Peso final y Plomo: J-00202792

Av. La Marina 3059, San Miguel - Lima Teléfono: (511) 616 - 5400 Fax: (511) 616 - 5418 RPM: 975564
 Soles: BCP Cuenta Corriente 192-0760885-0-05 / Dólares: BCP Cuenta Corriente 192-0093334-1-76 BWS 000-1270667 BBVA 151-0100018146
 E-mail: envirolab@envirolabperu.com.pe Pagina web: www.envirolabperu.com.pe RUC: 20269493519


Código: GG-1.0-19

Revisión: Jun-14

Formato: GG-32

Anexo N° 4.

Cotización de muestreo y análisis Para la calidad del aire. Determinación de Dióxido de Nitrógeno, Dióxido de Azufre, Hidrocarburos Totales de Petrleo, Monóxido de Carbono, Sulfuro de Hidrógeno, Ozono, Plomo, Benceno y Material Particulado.



NSF Envirolab S.A.C.
Cotización
COT 00023364

Registro: 14-Nov-2014 15:48

DATOS DEL CLIENTE

Cliente: CAMPOS SIMON, ERIKA WENDY
 Correo: n/d Ruc: 80106267
 Telefono: _____ Fax: _____
 Direccion: MZ E LT 22 ZONA A VENTANILLA ALTA
 Facturar a: CAMPOS SIMON, ERIKA WENDY Ruc: 80106267

DATOS DEL PEDIDO

Colocacion: E-Mail Facturador: Factura Moneda: Soles
 Ingreso: 14/11/2014 15:48 Solic por: Srta. Wendy Campos Sist. Venta: 50% adelantado y 50% c
 Doc Ref: _____ T. C.: .000
 Descuento: 10.0000 %

DATOS DEL PRODUCTO

Tipo Muestra: Calidad de Aire
 Procedencia: Bellavista Se entregara Documento Oficial
 Referencia: _____
 Tiempo entrega: 10 dias Validez: 7 dias

DETALLE DE PARAMETROS POR MUESTRA

Tipo Muestra: Calidad de Aire

Parametros	Metodo	Cantidad	P.U.	Parcial	
Benceno	EPA TO-1	1	286.20	286.20	
H2S - Sulfuro de Hidrógeno	Envirolab 002	1	94.70	94.70	
Hidrocarburos Totales (Expresado como Hexano)	GC/FID	1	286.20	286.20	
O3 - Ozono	Envirolab 003	1	101.76	101.76	
PM-10 (HIGH-VOL)	NTP 900.030-2003	1	620.10	620.10	
PM-2.5 (HIGH-VOL)	NTP 900.030	1	651.90	651.90	
<i>Tren de Muestreo</i>					
CO - Monóxido de Carbono	ENVIROLAB 004	1	128.50	128.50	
NO2 (Dióxido de Nitrógeno)	Envirolab 001	1	94.70	94.70	
SO2 - Dióxido de azufre	EPA-CFR40 P.50	1	94.70	94.70	
<i>Mét. en #libras (ZCP-AES)</i>					
Plomo	EPA IO-3.4	1	51.00	51.00	
Parcial:	S/.	2,409.76	V. Venta:	S/.	2,168.78
Dedec:	S/.	240.98	IGV	S/.	390.38
			SubTotal	S/.	2,559.17

Tipo Muestra: Muestreo


Parametros	Metodo	Cantidad	P.U.	Parcial	
Muestreo por día (Local)	---	1	420.00	420.00	
Traslado de personal	---	1	160.00	160.00	
Válidos	---	1	50.00	50.00	
Parcial:	S/.	630.00	V. Venta:	S/.	567.00
Dedec:	S/.	63.00	IGV	S/.	102.06
			SubTotal	S/.	669.06

Av. La Marina 2029, San Miguel - Lima Teléfono: (511) 616 - 5400 Fax: (511) 616 - 5418 RPM: 972264
 Soler: BCP Cuenta Corriente 192-0760885-0-05 / Dólans: BCP Cuenta Corriente 192-0083334-1-76 BWS 000-1270667 BDNVA 151-0100018146
 E-mail: envirolab@envirolabperu.com.pe Pagina web: www.envirolabperu.com.pe RUC: 20269493519

Código: GG-1.0-19	Revisión: Jun-14	Formato: GG-32
--------------------------	-------------------------	-----------------------

Anexo N° 5.

Cadenas de custodia de los servicios solicitados: peso inicial, peso final y determinación de material particulado – Plomo.

NSF ENVIROLAB S.A.C.		CADENA DE CUSTODIA DE CAMPO Solicitud de Servicios Analíticos		Código: LM - 2.6 - 02 Revisión: May - 14 Formato: IGC - 12											
DATOS PARA LA EMISIÓN DEL INFORME FINAL Cliente: <u>ERIKA CAMPOS</u> Dirección: <u>MZ 61 LT 4 ZONA "A" - Ventanilla Alta, Ventanilla Calleo.</u> Datos para la facturación: Razón Social: <u>CAMPOS SIMON ERIKA WENDY</u> Dirección: Datos del Proyecto (EPS): Lugar de Muestra: <u>Zona Industrial de Ventanilla (Mz. C12 Lt. 16 Av. Tacna, M. Pisco-Ventanilla)</u> Referencia: <u>Peso Inicial (T-0020279)</u>		Contacto: <u>Erিকা Campos Simon</u> Teléfono: <u>988490132</u> RUC: Contacto: Teléfono:		Número de Solicitud: <u>NOV - 795</u> Cotización: <u>27716</u> N° EPF: <u>T-00202792</u> Plan de Muestreo(NSF Envirolab) Copia de cadena entregada: <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> No											
NSF ENVIROLAB S.A.C. - Av. La Marina 3059 Urb. Maravilla - San Miguel - Lima. Teléfono: 616-5400 Fax: 616-5418		Muestreado por: <input checked="" type="checkbox"/> Cliente <input type="checkbox"/> Envirolab													
Identificación de Muestra	Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo	Tipo de Muestra (*)	N° de Envases	Preservante y Conservante	Número de Muestra	Análisis Requeridos				Observaciones				
							Plomo	Peso Inicial	Peso Final	Peso					
ECS-1	20/11	12:30pm	Aire	1		1	X	X							
ECS-2	21/11	12:30pm	Aire	1		2	X	X							
ECS-3	22/11	12:30pm	Aire	1		3	X	X							
						480	1020								
Punto de Ubicación: <u>Azotea del predio (Mz. C12 Lt. 16 Av. Tacna, M. Pisco - Ventanilla)</u>															
* Agua Superficial (AST) Agua Subterránea (AST)		Agua Puro (AP) Agua de Mesa (DM)		Agua Residual Doméstica (RD) Agua Residual Industrial (RI)		Agua de Mar (AM) Agua de Fichas (FP)		Agua Residual Municipal (RM) Agua de Proceso (AP)		Suelo (SO) Sedimento (SE)		Lodo (LO) Agua Purificada (APU)		OTROS: (Especificar)	
Equipos utilizados en el muestreo (NSF Envirolab)															
Comentarios y/o observaciones: - ESPECIFICAR EN CASO DE MATRICES PELIGROSAS (Agua de Hospitales - Agua de procesos de Cómunicación) - EN CASO DE MUESTRAS PARA MICROBIOLOGIA INDICAR SI LAS MUESTRAS TIENEN TRATAMIENTO Condiciones Físicas de Muestras Recepcionadas: Nombre y Firma del Responsable del Muestreo (NSF Envirolab): Nombre y Firma del Cliente (Contacto Autorizado):															
Reportar en ug/m3 PM 10 H1 VOL Coordenadas 18L 0268321E / 868876N SOSNE MANILA (T 24.4°C 870-10)															
20:00 															
NOTA IMPORTANTE: Se reciben observaciones en un plazo máximo de 24 horas, pasado este tiempo cualquier parámetro adicional generará un nuevo servicio y facturación. Cuando sea pertinente las muestras tendrán una custodia máxima de 7 días calendario después de entregado el Informe de Ensayo. La firma del Cliente o del Contacto Autorizado valida la conformidad con el muestreo. Si requiere cualquier duda o consulta, por favor sírvase llamar a nuestras oficinas al 616-5400 o envíe un mensaje vía correo electrónico: Recepcion.Muestras (Anexo 111) covid@nsf-envirolab.com.pe Consultas Técnicas (Anexo 107) equivedo@nsf-envirolab.com.pe Entrega de Resultados (Anexo 105) psycbo@nsf-envirolab.com.pe División de Cobranzas (Anexo 119) gsaavedra@nsf-envirolab.com.pe Comercialización (Emitido de Cotizaciones Anexo 134 - 104 - 108) comercializacion@nsf-envirolab.com.pe															

Anexo N° 6.

Fotografías del monitoreo, de filtros al inicio y al final del muestreo.

Zona Industrial de Ventanilla.



Vista desde el punto de muestreo hacia la zona industrial.



Punto de toma de muestra.



Equipos de monitoreo

Estación Meteorológica y HI-VOL.



Materiales de muestreo

Filtros antes del muestreo:

HOJA DE DATOS PARA MUESTREO DE PARTICULAS DE ALTO VOLUMEN

NSF ENVIRONMENTAL S.A.C.

NSF EnviroLab S.A.C. S-0001209839

NSF EnviroLab S.A.C. J-00202791

NSF EnviroLab S.A.C. S-0001209839

DATOS DE IDENTIFICACION	
NSF EnviroLab S.A.C.	Código de Laboratorio
Identificación del Punto de Muestreo	
Ubicación (Calle del Punto de Muestreo)	
Coordenadas del Punto de Muestreo	
Muestreado por	Clasificado
Operación	NSF EnviroLab

DATOS DE FILTRO	
Código de Filtro NSF EnviroLab	
Para Filtro (M)	Para Filtro (M)
Analisis <input type="checkbox"/> PCB <input type="checkbox"/> PM 10 <input type="checkbox"/> PM 2.5 <input type="checkbox"/> Metales <input type="checkbox"/> OT	

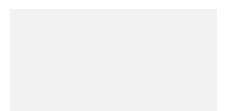
DATOS DE OPERACION	
Balance de Scales	Código del Equipo
Fecha de Muestreo	Fecha de Muestreo
Hora de Inicio de Muestreo	Hora de Fin de Muestreo
Identificación de Filtro	Identificación de Filtro
Operación de Filtro	Operación de Filtro
Temperatura Ambiental (°C)	Temperatura Ambiental (°C)

OBSERVACIONES

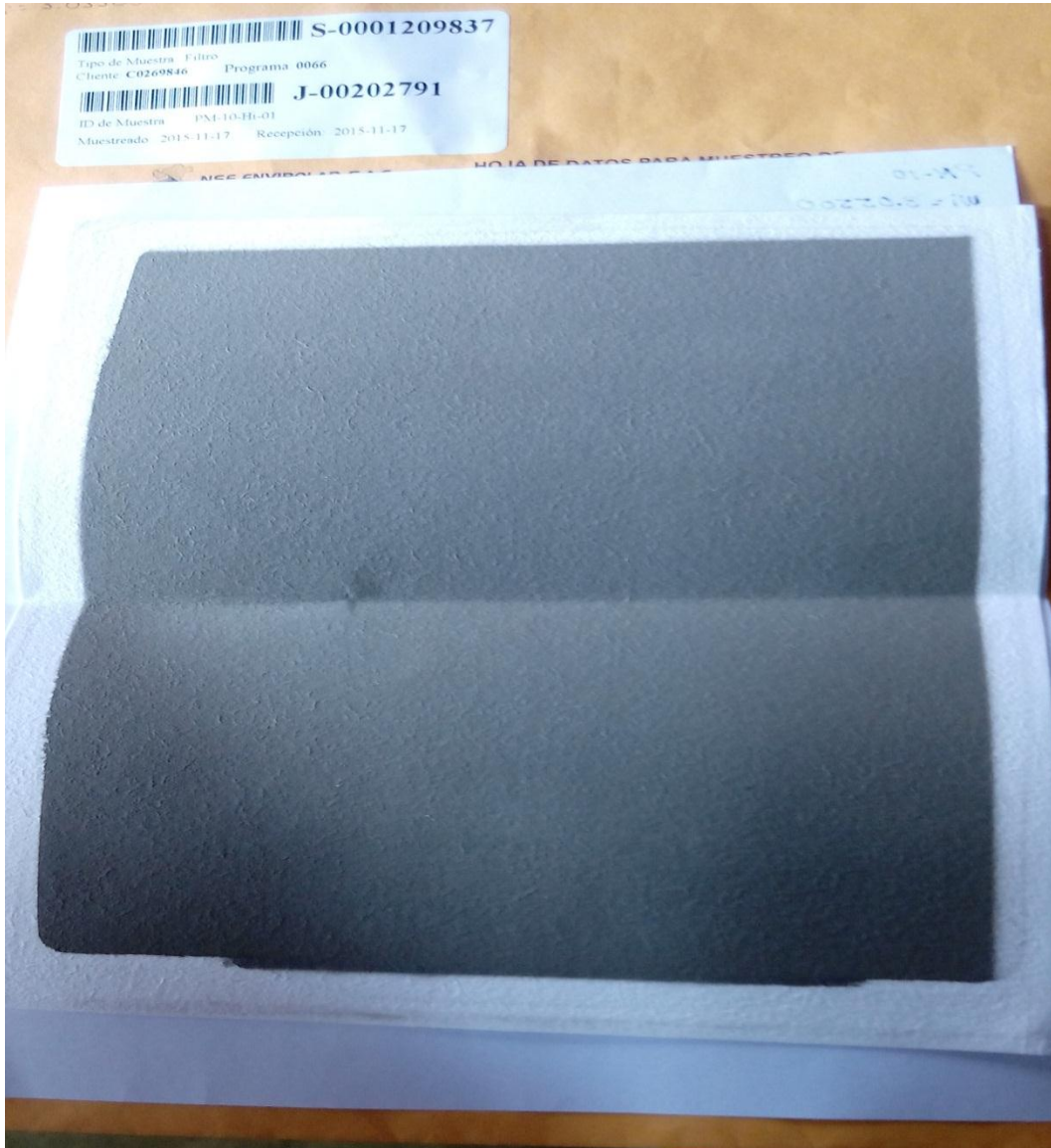


Actividades post muestreo

Retiro de Filtro con muestra



Filtro con muestra final



Anexo N° 7.

Informe final de Análisis emitido por el Laboratorio y Resultados Meteorológicos.

Resultados de PM-10 y Pb en filtros.



NSF EnviroLab

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR EL ORGANISMO PERUANO DE
ACREDITACION INACAL-DA CON
REGISTRO N° LE-011

INFORME FINAL

Dirección de Entrega:

Erika Campos
Campos Simón Erika Wendy
Mz. B' Lt. 4 Zona A, Ventanilla Alta
Distrito de Ventanilla
Callao, Lima
Peru

Solicitante: C0269845

Campos Simón Erika Wendy
Mz. B' Lt. 4 Zona A, Ventanilla Alta
Distrito de Ventanilla
Callao, Lima
Peru

Resultado	Fecha de Informe
Procedencia Zona Industrial de Ventanilla (Mz. C12 Lt. 16 Av. Tacna, Mi Perú - Ventanilla) Producto Aire Tipo de Servicio Análisis Informe de Ensayo N° J-00202792 Coordinador de Proyecto Julio Manuel Zarate Vargas	2015-12-03

Gracias por utilizar los servicios de NSF EnviroLab. Por favor, póngase en contacto con el Coordinador de Proyecto, si desea información adicional o cualquier aclaración que pertenecen a este informe.

Informe Autorizado por

Enrique Quevedo Bacigatupo
Jefe de Laboratorio

Ing. Melina Granados Chuco
Asistente de Jefatura de Laboratorio

Fecha de Emisión

Tel: (511) 616-5400 Av. La Marina 3059 San Miguel - Lima 32 PERU Fax: (511) 616-5418 Email: envirolab@nsf.org Web: www.envirolabperu.com.pe

No-Oficial - No distribuir J-00202792 pág 1 de 3
El presente informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente excepto con la aprobación por escrito de NSF EnviroLab. Solamente los documentos originales son válidos y NSF EnviroLab no se responsabiliza por la validez de las copias. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto ni la autorización de uso de la Marca NSF. Los resultados se refieren únicamente a los elementos analizados, en la condición de muestra recibida por el laboratorio.



Información General

Matriz: Aire
Solicitud de Análisis: Cotización N° 27716 (Nov-795)
Muestreado por: Cliente
Procedencia: Zona Industrial de Ventanilla (Mz. C12 Lt. 16 Av. Tacna, Mi Perú - Ventanilla)

Identificación de Laboratorio: S-0001211664
Tipo de Muestra: Aire
Identificación de Muestra: ECS-1
Fecha de Recepción/Inicio de Análisis: 2015-11-23
Fecha y hora de Muestreo: 2015-11-20 12:30

Análisis	Fecha de Fin de Análisis	Resultado	Unidad
Química			
* Plomo en Filtros HI-VOL. Aire. EPA Method IO-3.4, June 1999	2015-12-04		
Plomo		0,092 1	ug/m3

Identificación de Laboratorio: S-0001211665
Tipo de Muestra: Aire
Identificación de Muestra: ECS-2
Fecha de Recepción/Inicio de Análisis: 2015-11-23
Fecha y hora de Muestreo: 2015-11-21 12:30

Análisis	Fecha de Fin de Análisis	Resultado	Unidad
Química			
* Plomo en Filtros HI-VOL. Aire. EPA Method IO-3.4, June 1999	2015-12-04		
Plomo		0,036 6	ug/m3

Identificación de Laboratorio: S-0001211666
Tipo de Muestra: Aire
Identificación de Muestra: ECS-3
Fecha de Recepción/Inicio de Análisis: 2015-11-23
Fecha y hora de Muestreo: 2015-11-22 12:30

Análisis	Fecha de Fin de Análisis	Resultado	Unidad
Química			
* Plomo en Filtros HI-VOL. Aire. EPA Method IO-3.4, June 1999	2015-12-04		
Plomo		0,035 4	ug/m3

Nota(s) del Informe Final:

Datos proporcionados por el Cliente:
Punto de Ubicación: Azotea del predio (Mz. C12 Lt. 16 Av. Tacna, Mi Perú - Ventanilla)
Coordenadas: 18L 0268321 E / 8688176 N

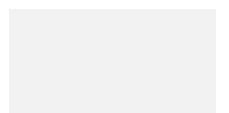
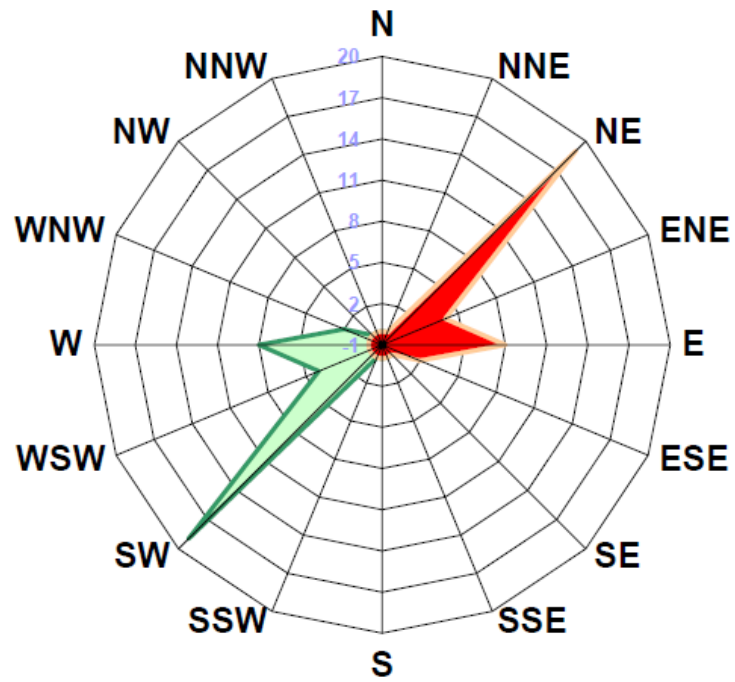
Resultados de parámetros meteorológicos: 20/11/2015 – 21/11/2015

PARAMETROS METEOROLOGICOS

CLIENTE: ERIKA CAMPOS SIMON
LUGAR: AZOTEA DE PREDIO MZ C12 Lt 16, Av. Tacna, mi Peru, Ventanilla
ESTACION DE MUESTREO: ECS-1
FECHA: 20/11/2015 - 21/11/2015
EQUIPO: Estacion Metereológica
COORDENADAS: 18L 0268321 E/ 8688176 N

N°	Fecha	Hora	Temperatura	Velocidad	Dirección	Humedad	Presion
	medicion	medicion	Ambiente °C	viento (Km/h)	(viene del)	Relativa %	atm(mmHg)
1	20/11/2015	12:30 p.m.	23.6	4.8	WSW	66	755.6
2	20/11/2015	01:00 p.m.	23.7	3.2	SW	65	755.2
3	20/11/2015	01:30 p.m.	23.5	3.2	SW	65	755.0
4	20/11/2015	02:00 p.m.	23.2	1.6	W	66	754.8
5	20/11/2015	02:30 p.m.	22.9	1.6	WNW	67	754.6
6	20/11/2015	03:00 p.m.	22.7	1.6	SW	68	754.5
7	20/11/2015	03:30 p.m.	22.5	1.6	WSW	72	746.6
8	20/11/2015	04:00 p.m.	21.9	1.6	SW	73	748.3
9	20/11/2015	04:30 p.m.	21.0	1.3	SW	75	750.5
10	20/11/2015	06:00 p.m.	20.5	4.8	SW	77	752.4
11	20/11/2015	06:30 p.m.	20.2	3.2	SW	78	752.6
12	20/11/2015	07:00 p.m.	20.3	3.2	WSW	77	752.7
13	20/11/2015	07:30 p.m.	19.9	1.6	W	78	752.8
14	20/11/2015	08:00 p.m.	19.7	1.6	W	79	752.9
15	20/11/2015	08:30 p.m.	19.7	1.6	W	79	753.1
16	20/11/2015	09:00 p.m.	19.7	1.6	WNW	79	753.4
17	20/11/2015	09:30 p.m.	19.7	1.6	W	81	753.5
18	20/11/2015	10:00 p.m.	19.7	1.6	WSW	81	753.7
19	20/11/2015	10:30 p.m.	19.7	3.2	SW	82	753.6
20	20/11/2015	11:00 p.m.	19.6	3.2	SW	82	753.5
21	20/11/2015	11:30 p.m.	19.5	3.2	SW	81	753.4
22	21/11/2015	12:00 a.m.	19.6	1.6	SW	81	753.2
23	21/11/2015	12:30 a.m.	19.6	1.6	SW	81	753.0
24	21/11/2015	01:00 a.m.	19.6	1.6	SW	81	752.9
25	21/11/2015	01:30 a.m.	19.5	0	SW	81	752.6
26	21/11/2015	02:00 a.m.	19.3	0	SW	81	752.4
27	21/11/2015	02:30 a.m.	19.2	0	SW	82	752.2
28	21/11/2015	03:00 a.m.	19.0	0	SW	82	752.0
29	21/11/2015	03:30 a.m.	18.8	0	SW	83	752.0
30	21/11/2015	04:00 a.m.	18.7	0	SW	84	751.9
31	21/11/2015	04:30 a.m.	18.6	0	SW	84	751.9
32	21/11/2015	05:00 a.m.	18.4	0	SW	84	752.2
33	21/11/2015	05:30 a.m.	18.3	0	SW	86	752.4
34	21/11/2015	06:00 a.m.	18.3	0	SW	87	752.5
35	21/11/2015	06:30 a.m.	18.7	0	WSW	86	752.8
36	21/11/2015	07:00 a.m.	19.2	1.6	SW	84	753.1
37	21/11/2015	07:30 a.m.	20.0	0	SW	82	753.3
38	21/11/2015	08:00 a.m.	20.2	1.6	W	82	753.4
39	21/11/2015	08:30 a.m.	21.4	1.6	W	77	753.5
40	21/11/2015	09:00 a.m.	21.5	3.2	W	75	753.4
41	21/11/2015	09:30 a.m.	22.4	1.6	SW	72	753.5
42	21/11/2015	10:00 a.m.	23.1	1.6	SW	69	753.4
43	21/11/2015	10:30 a.m.	22.6	0	WSW	69	753.3
44	21/11/2015	11:00 a.m.	23.5	0	SW	67	753.2
45	21/11/2015	11:30 a.m.	23.2	1.6	SW	66	753.1
46	21/11/2015	12:00 p.m.	23.4	1.6	SW	65	753.0
47	21/11/2015	12:30 p.m.	23.6	0	WSW	64	752.9
48	21/11/2015	01:00 p.m.	23.7	1.6	SW	62	752.8
49	21/11/2015	01:30 p.m.	23.8	3.2	SW	61	752.7
		PROMEDIO	20.8	1.5		76.0	752.9

ROSA DE VIENTOS
ECS-1
(20/11/2015 - 21/11/2015)



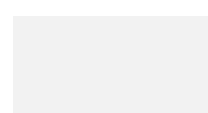
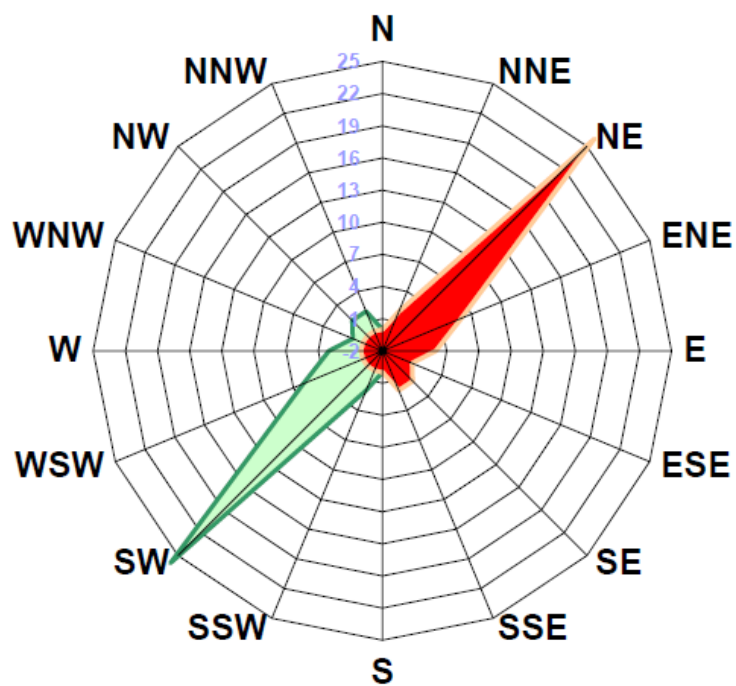
Resultados de parámetros meteorológicos: 21/11/2015 – 22/11/2015

PARAMETROS METEOROLOGICOS

CLIENTE: ERIKA CAMPOS SIMON
LUGAR: AZOTEA DE PREDIO MZ C12 Lt 16, Av. Tacna, mi Peru, Ventanilla
ESTACION DE MUESTREO: ECS-2
FECHA: 21/11/2015 - 22/11/2015
EQUIPO: Estacion Metereológica
COORDENADAS: 18L 0268321 E/ 8688176 N

N°	Fecha	Hora	Temperatura	Velocidad	Dirección	Humedad	Presion
	medicion	medicion	Ambiente °C	viento (Km/h)	(viene del)	Relativa %	atm(mmHg)
1	21/11/2015	12:30 p.m.	23.5	8	W	64	753.0
2	21/11/2015	01:00 p.m.	23.6	8	WSW	63	752.7
3	21/11/2015	01:30 p.m.	23.1	8	WSW	65	752.7
4	21/11/2015	02:00 p.m.	24.3	8	SW	60	752.3
5	21/11/2015	02:30 p.m.	23.6	8	SW	63	752.1
6	21/11/2015	03:00 p.m.	22.6	8	SW	65	751.8
7	21/11/2015	03:30 p.m.	22.2	8	WSW	68	751.4
8	21/11/2015	04:00 p.m.	22.7	8	WSW	66	751.6
9	21/11/2015	04:30 p.m.	23.2	8	SW	64	751.5
10	21/11/2015	05:00 p.m.	23.1	6.4	SW	64	751.6
11	21/11/2015	05:30 p.m.	22.7	6.4	SW	66	751.7
12	21/11/2015	06:00 p.m.	21.7	4.8	WSW	69	752.0
13	21/11/2015	06:30 p.m.	21.3	3.2	SW	72	752.0
14	21/11/2015	07:00 p.m.	20.8	3.2	W	74	752.2
15	21/11/2015	07:30 p.m.	20.2	3.2	NNW	77	752.3
16	21/11/2015	08:00 p.m.	20.0	1.6	NW	78	752.6
17	21/11/2015	08:30 p.m.	19.7	1.6	NW	79	753.0
18	21/11/2015	09:00 p.m.	19.5	1.6	NNW	81	753.3
19	21/11/2015	09:30 p.m.	19.5	1.6	WNW	81	753.5
20	21/11/2015	10:00 p.m.	19.6	1.6	W	81	753.7
21	21/11/2015	10:30 p.m.	19.5	1.6	SW	81	753.8
22	21/11/2015	11:00 p.m.	19.5	3.2	SW	81	753.7
23	21/11/2015	11:30 p.m.	19.6	1.6	WSW	79	753.7
24	22/11/2015	12:00 a.m.	19.7	1.6	SW	79	753.6
25	22/11/2015	12:30 a.m.	19.6	1.6	SW	79	753.2
26	22/11/2015	01:00 a.m.	19.5	1.6	SW	81	753.2
27	22/11/2015	01:30 a.m.	19.5	3.2	SW	81	752.9
28	22/11/2015	02:00 a.m.	19.3	3.2	SW	82	752.7
29	22/11/2015	02:30 a.m.	19.2	3.2	SW	83	752.5
30	22/11/2015	03:00 a.m.	19.1	1.6	SW	83	752.5
31	22/11/2015	03:30 a.m.	19.1	1.6	SW	83	752.4
32	22/11/2015	04:00 a.m.	19.2	1.6	SW	83	752.4
33	22/11/2015	04:30 a.m.	19.1	0	W	83	752.7
34	22/11/2015	05:00 a.m.	19.1	0	WSW	83	753.0
35	22/11/2015	05:30 a.m.	19.1	0	W	83	753.3
36	22/11/2015	06:00 a.m.	19.0	0	W	84	753.7
37	22/11/2015	06:30 a.m.	19.1	0	NW	84	754.0
38	22/11/2015	07:00 a.m.	19.3	0	W	83	754.0
39	22/11/2015	07:30 a.m.	19.7	1.6	SW	81	754.1
40	22/11/2015	08:00 a.m.	20.1	3.2	SSW	79	754.3
41	22/11/2015	08:30 a.m.	20.3	3.2	SSW	78	754.2
42	22/11/2015	09:00 a.m.	20.0	4.8	SW	79	754.4
43	22/11/2015	09:30 a.m.	20.9	4.8	SW	75	754.3
44	22/11/2015	10:00 a.m.	20.6	4.8	SW	77	754.6
45	22/11/2015	10:30 a.m.	20.5	4.8	SW	77	754.4
46	22/11/2015	11:00 a.m.	20.6	4.8	SW	77	754.2
47	22/11/2015	11:30 a.m.	20.6	3.2	SW	75	753.9
48	22/11/2015	12:00 p.m.	20.8	4.8	SW	75	753.8
		PROMEDIO	20.6	3.6		75.9	753.0

ROSA DE VIENTOS
ECS-2
(21/11/2015 - 22/11/2015)



Resultados de parámetros meteorológicos: 21/11/2015 – 22/11/2015

PARAMETROS METEOROLOGICOS

CLIENTE: ERIKA CAMPOS SIMON
LUGAR: AZOTEA DE PREDIO MZ C12 Lt 16, Av. Tacna, mi Peru, Ventanilla
ESTACION DE MUESTREO: ECS-3
FECHA: 22/11/2015 - 23/11/2015
EQUIPO: Estacion Metereológica
COORDENADAS: 18L 0268321 E/ 8688176 N

N°	Fecha	Hora	Temperatura	Velocidad	Dirección	Humedad	Presion
	medicion	medicion	Ambiente °C	viento (Km/h)	(viene del)	Relativa %	atm(mmHg)
1	22/11/2015	12:30 p.m.	20.7	6.4	SW	74	753.6
2	22/11/2015	01:00 p.m.	21.0	4.8	SW	73	753.3
3	22/11/2015	01:30 p.m.	21.4	4.8	SW	72	753.2
4	22/11/2015	02:00 p.m.	21.2	4.8	WSW	73	753.0
5	22/11/2015	02:30 p.m.	20.8	4.8	WSW	74	752.9
6	22/11/2015	03:00 p.m.	20.8	4.8	SW	75	752.8
7	22/11/2015	03:30 p.m.	21.4	4.8	SW	73	752.6
8	22/11/2015	04:00 p.m.	21.4	4.8	SW	72	752.4
9	22/11/2015	04:30 p.m.	21.0	4.8	SW	74	752.5
10	22/11/2015	05:00 p.m.	20.9	3.2	SW	74	752.6
11	22/11/2015	05:30 p.m.	20.8	3.2	SW	75	752.6
12	22/11/2015	06:00 p.m.	20.4	4.8	SW	77	752.7
13	22/11/2015	06:30 p.m.	20.1	1.6	WSW	78	752.7
14	22/11/2015	07:00 p.m.	19.8	3.2	SW	79	753.1
15	22/11/2015	07:30 p.m.	19.8	3.2	SW	81	753.4
16	22/11/2015	08:00 p.m.	19.6	1.6	SW	81	753.6
17	22/11/2015	08:30 p.m.	19.5	3.2	SW	81	753.8
18	22/11/2015	09:00 p.m.	19.5	3.2	SW	81	754.0
19	22/11/2015	09:30 p.m.	19.5	3.2	SW	82	754.1
20	22/11/2015	10:00 p.m.	19.5	1.6	W	82	754.2
21	22/11/2015	10:30 p.m.	19.3	1.6	W	83	754.2
22	22/11/2015	11:00 p.m.	19.3	0	W	83	754.4
23	22/11/2015	11:30 p.m.	19.1	1.6	W	84	754.0
24	23/11/2015	12:00 a.m.	19.0	1.6	W	86	753.9
25	23/11/2015	12:30 a.m.	18.8	1.6	SW	87	753.6
26	23/11/2015	01:00 a.m.	18.6	1.6	SW	89	753.4
27	23/11/2015	01:30 a.m.	18.4	1.6	SW	90	753.3
28	23/11/2015	02:00 a.m.	18.3	1.6	SW	90	753.1
29	23/11/2015	02:30 a.m.	18.3	1.6	WSW	91	753.0
30	23/11/2015	03:00 a.m.	18.2	1.6	SW	91	753.0
31	23/11/2015	03:30 a.m.	18.2	1.6	SW	91	753.0
32	23/11/2015	04:00 a.m.	18.1	1.6	WSW	93	753.0
33	23/11/2015	04:30 a.m.	18.0	3.2	SW	93	753.2
34	23/11/2015	05:00 a.m.	18.0	1.6	SW	93	753.3
35	23/11/2015	05:30 a.m.	18.1	1.6	W	91	753.4
36	23/11/2015	06:00 a.m.	18.2	1.6	WNW	91	753.5
37	23/11/2015	06:30 a.m.	18.1	1.6	W	91	753.7
38	23/11/2015	07:00 a.m.	18.2	1.6	W	93	753.9
39	23/11/2015	07:30 a.m.	18.5	1.6	WSW	91	753.8
40	23/11/2015	08:00 a.m.	19.1	1.6	WSW	90	754.0
41	23/11/2015	08:30 a.m.	19.4	1.6	WSW	86	754.0
42	23/11/2015	09:00 a.m.	20.0	1.6	SW	83	754.0
43	23/11/2015	09:30 a.m.	20.3	1.6	WSW	82	754.0
44	23/11/2015	10:00 a.m.	20.8	1.6	SW	79	753.9
45	23/11/2015	10:30 a.m.	21.6	3.2	SW	73	753.7
46	23/11/2015	11:00 a.m.	22.4	3.2	WSW	69	753.4
47	23/11/2015	11:30 a.m.	22.7	4.8	SW	67	753.5
48	23/11/2015	12:00 p.m.	22.3	4.8	WSW	68	753.6
		PROMEDIO	19.7	2.7		81.9	753.4

ROSA DE VIENTOS
ECS-3
(22/11/2015 - 23/11/2015)

