

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**Determinación del grado de contaminación ambiental por
partículas atmosféricas sedimentables, mediante el método de
muestreo activo, en la zona urbana de la ciudad de Cerro de
Pasco - Pasco**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Ambiental

Autor : Bach. Andres CAJACHAHUA CASTILLO

Asesor : Dr. Rommel Luis LÓPEZ ALVARADO

Cerro de Pasco – Perú – 2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**Determinación del grado de contaminación ambiental por
partículas atmosféricas sedimentables, mediante el método de
muestreo activo, en la zona urbana de la ciudad de Cerro de
Pasco - Pasco**

Sustentado y aprobado ante los miembros del jurado:

Mg. Rosario Marcela VASQUEZ GARCIA
Presidente

Mg. Luis Alberto PACHECO PEÑA
Miembro

Mg. Lucio ROJAS VITOR
Miembro

DEDICATORIA

A mis padres por el esfuerzo, dedicación y apoyo para poder desarrollarme como profesional, a mis hijos Axel Ismael y Zaid Alexander que son el motor que impulsa poder mejora cada dia en mi desarrollo profesional, personal y familiar.

AGRADECIMIENTOS

A los catedráticos de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Ambiental por las enseñanzas y asesoramiento a lo largo de mi desarrollo profesional.

Al Dr. Rommel López Alvarado, en su condición de asesor y gran amigo, quien ha sido el soporte técnico y profesional para la elaboración de esta investigación.

Al Ing. Antonio Colqui Huamán, Responsable de la Vigilancia de la calidad de aire en la Unidad de Ecología y Protección del Ambiente, Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental, Dirección Regional de Salud Pasco, por el apoyo técnico y profesional para la elaboración de esta importante investigación.

A la Dirección Regional de Salud Pasco, por brindarme la data de los resultados de los monitoreos de calidad de aire de la zona urbana de la ciudad de Cerro de Pasco.

A la Municipalidad Provincial de Pasco, por brindarme la oportunidad de laborar como profesional técnico, el cual a motivado el análisis de la problemática que se presenta en esta investigación.

RESUMEN

La ciudad de Cerro de Pasco durante los últimos 50 años se ha desarrollado dentro de una de las actividades económicas más importantes del País, la Minería, el cual durante su crecimiento en esta localidad ha permitido el progreso y crecimiento poblacional, sin embargo también ha desarrollado focos de contaminación ambiental que día a día forman parte de la problemática ambiental que se encuentra expuesta la población urbana de la Ciudad de Cerro de Pasco.

Mediante el presente trabajo de investigación que se realizó en la ciudad de Cerro de Pasco desde el mes Junio del 2016 al mes Junio del 2018, se realizó diversos análisis al estado situacional de la calidad de aire que se encuentra en la ciudad de Cerro de Pasco, determinando el grado de contaminación ambiental por partículas sedimentables mediante el método del muestreo activo en la zona urbana, para lo cual se realizaron los monitoreos en tres (03) estaciones de monitoreo, esto realizado a través de la Dirección Regional de Salud de Pasco, mediante el equipo Muestreador de Alto Volumen PM10/Venturi, la metodología de muestreo y análisis se desarrolla teniendo en cuenta el "Protocolo de monitoreo de calidad de aire y gestión de los datos de DIGESA" aprobado mediante Resolución Directoral N° 1404-2005/DIGESA/SA donde establece la metodología del muestreo.

Para la ubicación de las estaciones a monitorear se tuvo en cuenta el tipo de vía, densidad poblacional y tráfico; logrando determinar con ello 03 zonas de muestreo en la ciudad de Cerro de Pasco: Centro, Intermedia y Periferia.

Los resultados obtenidos del monitoreo de partículas sedimentables, en los meses de enero, febrero y marzo del 2017 no han superado los Estándares de Calidad Ambiental para Aire 150 ug/m³ para 24 horas.

En los meses Abril, mayo y junio del 2018 los valores determinados en las estaciones E1 y E3 no supera los valores permisibles, sin embargo, la E-2 ha superado los valores permisibles en tres de los nueve días de monitoreo.

Las operaciones de las actividades minero metalúrgicas de las compañías mineras operativas, generan residuos metálicos peligrosos que contaminan especialmente el suelo, el aire y las fuentes de agua; además de contaminar las localidades y comunidades vecinas a ellas, por la generación de polvos metálicos y por el transporte de maquinaria pesada.

Otro factor de impacto negativo, es la no existencia de infraestructuras suficientes para el manejo controlado de sus residuos peligrosos, es común encontrar sitios donde se depositan los residuos mineros como los desmontes, Stock Piles, presas de relaves en áreas que representan riesgos para la salud pública, cuya reducción requiere de programas de restauración ambiental que resultan sumamente costosos; además de la ubicación de los denominados pasivos mineros (desmonteras, bocaminas y depósitos de relaves), generados por las antiguas operaciones mineras son las otras fuente de contaminación ambiental. Los resultados obtenidos mediante planes de acción de salud y mejora de la calidad del aire en los últimos años demuestran que el material particulado medido presenta valores que tienden a superar los estándares de la calidad ambiental anual de 50 ug/m³.

Palabras Clave: Partículas sedimentables, material particulado, polvos metálicos.

SUMMARY

The city of Cerro de Pasco during the last 50 years has developed into one of the most important economic activities in the country, Mining, which during its growth in this town has allowed progress and population growth, but has also developed foci of environmental pollution that day by day are part of the environmental problem that is exposed to the urban population of the City of Cerro de Pasco.

Through the present research work that was carried out in the city of Cerro de Pasco from June 2016 to June of 2018, several analyzes were made to the situational status of the air quality found in the city of Cerro de Pasco , determining the degree of environmental contamination by sedimentary particles by means of the passive sampling method in the urban area, for which the monitoring was carried out in three (03) monitoring stations, this carried out through the Regional Directorate of Health of Pasco, using the PM10 / Venturi High Volume Sampling equipment, the sampling and analysis methodology is developed taking into account the "DIGESA air quality monitoring and data management protocol" approved by Directorial Resolution No. 1404-2005 / DIGESA / SA where it establishes the sampling methodology.

For the location of the stations to be monitored, the type of road, population density and traffic were taken into account; achieving with it 03 sampling areas in the city of Cerro de Pasco: Center, Intermediate and Periphery.

The results obtained from the monitoring of sedimentary particles, in the months of January, February and March of 2017 have not exceeded the Environmental Quality Standards for Air 150 ug / m³ for 24 hours.

In April, May and June 2018 the values determined in stations E1 and E3 do not exceed the permissible values, however, E-2 has exceeded the permissible values in three of the nine monitoring days.

The operations of the mining metallurgical activities of the operating mining companies generate dangerous metallic residues that pollute especially the soil, air and water sources; besides contaminating the localities and communities neighboring them, for the generation of metallic powders and for the transport of heavy machinery.

Another factor of negative impact is the lack of sufficient infrastructures for the controlled management of their hazardous waste. It is common to find sites where mining waste is deposited, such as debris, Stock Piles, tailings dams in areas that represent health risks. public, whose reduction requires environmental restoration programs that are extremely expensive; In addition to the location of the so-called mining liabilities (dismantlers, manholes and tailings deposits), generated by the old mining operations are the other source of environmental pollution. The results obtained through health action plans and improvement of air quality in recent years show that the particulate material measured has values that tend to exceed the standards of annual environmental quality of 50 ug / m³.

Keywords: Sedimentable particles, particulate material, metallic powders.

INDICE

DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTOS	2
RESUMEN	3
SUMMARY	5
CAPITULO I	16
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	16
1.1. DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA.....	16
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	17
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	17
1.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICO	17
1.3. OBJETIVOS.....	18
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	18
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICO.....	18
1.4. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	18
1.5. IMPORTANCIA Y ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN	19
1.5.1. Importancia de la Investigación	19
1.6. LIMITACIONES	20
CAPITULO II	21
II. MARCO TEÓRICO	21
2.1. ANTECEDENTES	21
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	21
2.2. BASES TEÓRICAS – CIENTÍFICAS	35
2.2.1. El Aire.....	35
2.2.2. Calidad del Aire.....	35
2.2.3. Contaminación Atmosférica.....	36
2.2.4. Los Contaminantes y su Efecto Sobre la Salud.....	36
2.2.5. Material Particulado	37
2.2.6. Clasificación y Fuentes de Material Particulado:	37
2.2.7. Efectos del tamaño y componentes del material particulado.....	41
2.2.8. Enfermedades humanas asociadas con la contaminación por Material Particulado	45

2.2.9.	Mortalidad de la contaminación por material particulado.	48
2.2.10.	Escenario de la contaminación y guías para la regulación del material particulado.	50
2.2.11.	Estándar de Calidad Ambiental para Aire del PM ₁₀ y PM _{2,5} ..	55
2.2.12.	Reglamento de los Niveles de Estados de Alerta por contaminación del aire.	56
2.2.13.	Índice de Calidad del Aire – INCA.	57
2.2.14.	Relación entre el PM _{2,5} y el PM ₁₀	59
2.2.15.	Método Pasivo de Monitoreo de Partículas.	61
2.2.16.	Método Activo de Monitoreo de Partículas.	62
2.2.17.	Selección de áreas de monitoreo de partículas atmosféricas sedimentables.....	63
2.2.18.	Selección de puntos de monitoreo de partículas atmosféricas sedimentables.....	69
2.3.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.....	73
2.4.	HIPÓTESIS	78
2.4.1.	HIPÓTESIS GENERAL	78
2.4.2.	HIPÓTESIS ESPECÍFICA	78
2.5.	IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	78
2.5.1.	Variables Independientes	79
2.5.2.	Variables Dependientes	79
CAPITULO III		80
III.	METODOLOGÍA.....	80
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	80
3.2.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	81
3.3.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	82
3.3.1.	Población.....	82
3.4.	MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN	86
3.5.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS..	86
3.5.1.	Fases de recolección de datos	88
3.6.	ANÁLISIS DE DATOS	92
CAPITULO IV		94
IV.	RESULTADOS	94

4.1. RESULTADOS DEL MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE – NOVIEMBRE 2008 (1er estudio realizado).....	94
4.2. RESULTADO DE LA VIGILANCIA DE CALIDAD DE AIRE 2016 - DIRESA PASCO	102
4.3. RESULTADOS DE LA VIGILANCIA DE CALIDAD DE AIRE 2017 - DIRESA PASCO	111
4.4. RESULTADOS DE LA VIGILANCIA DE CALIDAD DE AIRE 2018 - DIRESA PASCO	118
4.5. RESULTADOS DE PARÁMETROS METEREOLÓGICOS.....	126
4.6. RESULTADOS DEL ESTUDIO GEOLÓGICO GEOQUÍMICO.....	127
4.7. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS.....	130
CONCLUSIONES	132
RECOMENDACIONES	134
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	135
ANEXOS.....	140
ANEXO N° 01 Registro Fotográfico	140
ANEXO N° 02: Informes de Ensayo 2016.....	143
ANEXO N° 03: Informes de Ensayo 2017.....	155

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1 Estación de Monitoreo E-1.....	140
Fotografía 2 Estación de Monitoreo E-2.....	140
Fotografía 3 Estación de Monitoreo E-3.....	141
Fotografía 4 Estación de Monitoreo E-4 - UNDAC.....	141
Fotografía 5 Estación de Monitoreo Hospital Carrión	142
Fotografía 6 Estación de Monitoreo UNDAC.....	142

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Sustancias Contaminantes y efectos Sobre la Salud.....	36
Cuadro 2 Recomendaciones de la OMS de la	70
Cuadro 3 Determinación de número de estaciones de monitoreo,.....	71

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Comparación de tamaños del PM _{2,5} y PM ₁₀ con el diámetro medio de un cabello humano (~ 70 µm) y arena de playa fina (~ 90 µm).	38
Figura 2 – Potencial de deposición para partículas de diferentes tamaños... ..	43
Figura 3 – Impactos de la exposición al material particulado en la salud.....	47

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Mapa de Ubicación del Proyecto	83
Gráfico 2 – Mapa de Ubicación del Proyecto	85
Gráfico 3 – Partículas menores a 10 micras.....	95
Gráfico 4 – Plomo en PM10	96
Gráfico 5 – Concentración promedio mensual de partículas respirables menores a 10 micras.....	104
Gráfico 6 – Calificación del INCA – Estación E-1	105
Gráfico 7 – Calificación del INCA – Estación E-2	105
Gráfico 8 – Calificación del INCA – Estación E-3	106
Gráfico 9 – Concentración Promedio de Plomo.....	111
Gráfico 10 –.....	112
Gráfico 11 –.....	113
Gráfico 12 –.....	115
Gráfico 13 –.....	116
Gráfico 14 –.....	116
Gráfico 15 –.....	117
Gráfico 16 –.....	119
Gráfico 17 –.....	120
Gráfico 18 –.....	122
Gráfico 19 –.....	124
Gráfico 20 –.....	125
Gráfico 21 –.....	125

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 – Comparación de las propiedades básicas del PM con respecto al tamaño de partícula: partículas finas (PM _{2,5}) versus partículas gruesas (PM ₁₀)	39
Tabla 2 – Estudios de caso sobre los efectos en la salud humana de la exposición al Material Particulado con respecto a la admisión hospitalaria aguda.	47
Tabla 3 - Nivel medio anual de exposición ($\mu\text{g m}^{-3}$) de partículas entre países desarrollados y en desarrollo.....	51
Tabla 4 – Directrices de regulación del PM establecidas por varios gobiernos.	54
Tabla 5 – Estándares de Calidad Ambiental del Aire para PM ₁₀ y PM _{2,5}	55
Tabla 6 – Guías de Calidad del Aire de la OMS para PM ₁₀ y PM _{2,5}	56
Tabla 7 – Niveles de Estados de Alerta Nacionales para PM ₁₀	57
Tabla 8 – Valores del índice de calidad del aire.	58
Tabla 9 – Cuidados y recomendaciones del índice de calidad del aire.	59
Tabla 10 –Relaciones PM _{2,5} /PM ₁₀ para Lima.....	60
Tabla 11 –Ubicación de las estaciones de monitoreo.....	84
Tabla 12 –Equipos y parámetros.....	84
Tabla 13 –Partículas Menores A 10 MICRAS (PM ₁₀)	95
Tabla 14 –METALES: COBRE, MANGANESO, HIERRO, PLOMO, ZINC, CROMO Y CADMIO	96
Tabla 15 –TEMPERATURA AMBIENTAL.....	97
Tabla 16 –VELOCIDAD DE VIENTO.....	98
Tabla 17 –DIRECCIÓN DE VIENTO.....	100
Tabla 18 –CUADRO RESUMEN	102
Tabla 19 –: Resultados PM ₁₀ – Vigilancia de calidad del Aire 2016	103
Tabla 20 – Estación E-1	107
Tabla 21 – Estación E-2.....	108
Tabla 22 – Estación E- 3.....	108
Tabla 23 – Estación E- 1.....	109
Tabla 24 – Estación E- 2.....	109
Tabla 25 – Estación E- 3.....	110

Tabla 26 – Plomo (Pb)	110
Tabla 27 –Resultados PM10 – Enero 2017	112
Tabla 28 –Resultados PM10 – Febrero 2017.....	113
Tabla 29 –Resultados PM10 – Marzo 2017.....	114
Tabla 30 –Resultados PM10 – abril 2018.....	118
Tabla 31 –Resultados PM10 – mayo 2018.....	120
Tabla 32 –Resultados PM10 – junio 2018	122
Tabla 33 –Estación Tupac Amaru	126
Tabla 34 –Estación Paragsha.....	127
Tabla 35 – Resultados de análisis geológicos	129

INTRODUCCIÓN

La contaminación del aire representa un importante riesgo ambiental para la salud, tanto en los países desarrollados o en los países en desarrollo.

Según las últimas estimaciones de la organización Mundial de la Salud (OMS) sobre la carga mundial de morbilidad, la contaminación del aire exterior e interior provoca unos siete millones de defunciones prematuras.

Esto representa actualmente uno de los mayores riesgos sanitarios mundiales, comparable a los riesgos relacionados con el tabaco, y superado únicamente por los riesgos sanitarios relacionados con la hipertensión y la nutrición.

En esta investigación se presentan un análisis de la determinación del grado de contaminación ambiental por partículas atmosféricas sedimentables a través de los resultados monitoreados de calidad de aire de las 03 estaciones ubicados en áreas estratégicas de la cuenca atmosférica de nuestra ciudad, siendo los parámetros monitoreados: material particulado menores a 10 micras (PM10), metales pesados (plomo, zinc, cobre, hierro, manganeso, cromo, cadmio) con la finalidad de conocer las concentraciones de las sustancias o contaminantes presentes en el aire.

Pasco, es considerada desde sus orígenes como un centro minero nacional y, ahora, una de las cinco regiones mineras más importantes. Principalmente, las reservas de la zona son polimetálicas (zinc, plomo, cobre). Por la interconectividad del Ferrocarril Central se demuestra que no sólo una minera aprovecha el potencial pasqueño. La Compañía Minera Milpo es una de las empresas que opera en la provincia de Pasco a través de sus yacimientos de zinc, plomo y cobre en sus operaciones del El Porvenir y Atacocha (adquirida en el 2008). Ambas mantienen, además, trabajos exploratorios en la región. Por su parte, Pan

American Silver opera a través de la Compañía Minera Huarón, en el distrito de Huayllay; y la Sociedad Minera El Brocal opera a través de su yacimiento de tajo abierto Colquijirca y planta de concentrados de Huaraucaca. A ellas se suma Compañía Minera Raura, con sus yacimientos polimetálicos

Los estudios de línea base de calidad del aire indican que la ciudad de Cerro de Pasco, tiene impactos negativos por material particulado, siendo la principal fuente, las emisiones provenientes de la actividad minera, fuentes estacionarias, parque automotor y la naturalidad del suelo.

CAPITULO I

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

La cuenca atmosférica de Pasco constituye una de las trece zonas de atención prioritaria para el control y monitoreo permanente en los niveles de contaminación, de conformidad con el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Aire, aprobado por Decreto Supremo N° 074-2001-PCM, ante la actividad minera que ha sido la principal economía de la capital del departamento y provincia de Pasco, ha generado diversos pasivos ambientales que a lo largo del tiempo hoy en día son los principales generadores de la contaminación atmosférica que se encuentra expuesta la ciudad, así mismo siendo el suelo mineralizado, determina la influencia directa de la población que

hoy habita la ciudad de Cerro de Pasco, por lo que ante las diversas actividades económicas (construcción, minería, transporte, etc.) se encuentra muy expuesta la generación de contaminación de Partículas Totales Suspensas de minerales originarios de la zona.

Los efectos significativos que ha logrado esta condición de vida en la población han generado problemas de salud en las personas, principalmente en aquellas donde la exposición ante los pasivos ambientales es más cercana, por lo que durante los últimos años a través de disposiciones legales han sido, declarados en emergencia ambiental, identificando a personas con Plomo en la Sangre y otros metales pesados.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿En qué medida se determinará el grado de contaminación ambiental por partículas atmosféricas sedimentables mediante el método del muestreo activo, dentro de la zona urbana de la ciudad de Cerro de Pasco?

1.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICO

¿Cuál es la calidad de aire, presencia de metales y valores Meteorológicos en la zona urbana de la ciudad de Cerro de Pasco?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar el grado de contaminación ambiental por partículas sedimentables atmosféricas, mediante el método de muestreo activo en la zona urbana de la Ciudad de Cerro de Pasco.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICO

Conocer la calidad de aire, presencia de metales y valores Meteorológicos en la zona urbana de la ciudad de Cerro de Pasco.

1.4. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Mediante la Resolución Ministerial N° 309-2013-MINAM, el Ministerio del Ambiente ha establecido el desarrollar actividades con el propósito de poder mejorar y proyectar acciones de mejora de la calidad de aire en la cuenca atmosférica de Pasco, sobreentendiendo la reseña histórica de la problemática que se ha dado en los últimos años, producto de la herencia de la explotación minera de los años 50', siendo así el estado ha determinado que la cuenca atmosférica de Pasco constituye una de las trece zonas de atención prioritaria para el control y monitoreo permanente de los niveles de contaminación, de conformidad con el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire, aprobado por Decreto Supremo N° 074-2001-PCM.

Durante los años 2011 y 2012 se ha declarado en emergencia ambiental a diversas localidades pertenecientes a la zona urbana de la ciudad de Cerro de Pasco, tales como la comunidad urbana de Champamarca, hasta la fecha se ha dispuesto inversión para la atención a las personas contaminadas por metales pesados, se ha desarrollado acciones de monitoreo y seguimiento a las condiciones climatológicas, y habitabilidad de cada una de ellas.

En cumplimiento a las funciones establecidas para los gobiernos locales se ha desarrollado proyectos importantes para la determinación más cercana de la problemática de explosión y/o contaminación de la cuenca atmosférica de Pasco, desarrollando así un estudio geológico para determinar la naturalidad de los minerales que se encuentra en toda la zona urbana del distrito.

1.5. IMPORTANCIA Y ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1. Importancia de la Investigación

La ejecución del presente estudio de investigación, es importante por las siguientes razones:

- a) Promover la implementación de un sistema de vigilancia y monitoreo de la calidad de aire, así como de los efectos de salud y el ambiente que permita determinar las concentraciones y efectos de los contaminantes regulados a través de los ECAS con especial énfasis en el material particulado en suspensión.

b) Fortalecer la interacción interinstitucional, la educación ambiental, la participación de la población y generar el compromiso para el cumplimiento del Plan de Acción para la mejora de la calidad de aire en la cuenca atmosférica de Pasco.

1.6. LIMITACIONES

La ejecución y desarrollo de la presente investigación tiene ciertas limitaciones, tales como la falta de informaciones científicas en relación a estudios de calidad ambiental (componentes aire y suelo) de la zona urbana de la ciudad de Cerro de Pasco, así como múltiples estudios similares para tomar como referencia con respecto al tema de investigación.

CAPITULO II

II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. Antecedentes Internacionales

- *Joanne Green Especialista en Calidad del Aire y Cambio Climático, Clean Air Institute Sergio Sánchez Director Ejecutivo, Clean Air Institute, marzo de 2013 **La calidad del Aire en America Latina_ Una visión Panorámica** Clean Air Institute EUA, Washington D.C.*

RESUMEN: En América Latina y el Caribe (LAC por sus siglas en inglés), por lo menos 100 millones de personas están expuestas a niveles de contaminación del aire por encima de los recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) (Cifuentes et al,

2005). Los grupos más vulnerables a los efectos dañinos de una mala calidad del aire incluyen a niños, adultos mayores, personas con previos problemas de salud y población de bajos estratos socioeconómicos. Tanto la OMS como el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) han resaltado la contaminación del aire ambiental como una de las áreas focales estratégicas para combatir causas fundamentales de mortalidad y morbilidad a nivel mundial. La OMS afirma, en un comunicado de prensa de 2011, que “para 2008, la mortalidad estimada, atribuible a la contaminación del aire ambiental en ciudades, asciende a 1.34 millones de muertes prematuras.”¹ De igual modo, un reporte de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (OCDE, 2012), que se adelanta al año 2050 para estimar el impacto en el medio ambiente si el mundo no adopta políticas verdes más ambiciosas, asevera:

Dentro de su acervo de datos del Observatorio Mundial de la Salud, la OMS permite el acceso a bases de datos en temas prioritarios de salud, que incluyen mortalidad y morbilidad²

En el 2012 la Organización Mundial de la Salud (OMS) refiere que existen aproximadamente 7 millones de personas fallecidas como consecuencia de la exposición a la contaminación atmosférica. A nivel ocupacional el 19% de todos los cánceres son atribuidos a la

¹ http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2011/air_pollution_20110926/en/

² Observatorio Mundial de la Salud, <http://apps.who.int/ghodata>

contaminación del ambiente y la contaminación del aire en el hogar está causando 4,3 millones de muertes cada año.

En el marco de las políticas sanitarias y de gestión pública, en el ejercicio de su rol rector, el Ministerio de Salud a través de la Dirección General de Epidemiología elaboró la Norma Técnica de Salud (NTS) que establece la “Vigilancia Epidemiológica en Salud Pública de Factores de Riesgo por Exposición e Intoxicación por Metales Pesados y Metaloides”, con el fin de contribuir a la prevención y control de la exposición e intoxicación por metales pesados en la población peruana.

- Dirección de Ecología y Protección del Ambiente Area de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica, **Monitoreo de la Calidad de Aire en Cerro de Pasco – Noviembre del 2008**, Dirección General de Salud Ambiental.

RESUMEN: El monitoreo de calidad del aire en la ciudad de Cerro de Pasco se realizó del 24 al 30 de noviembre del 2008, para lo cual se establecieron 03 puntos de monitoreo ubicados en los centros poblados de Quiulacocha, Champamarca y Paragsha, con Equipos Muestreadores de Alto Volumen para la determinación de Partículas Menores a 10 micras y metales pesados. Para la ejecución del Monitoreo de Calidad del Aire en la zona, la Dirección General de Salud Ambiental DIGESA coordinó con la Ing. Elsa De

La Torre, Responsable de la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental de Cerro de Pasco,

La estación de Champamarca presentó las mayores concentraciones de material particulado en suspensión PM10 que exceden su respectivo Estándar de Calidad Ambiental del Aire. La estación Paragsha presento igualmente concentraciones altas superando el referido estándar en el 40% de datos obtenidos durante el monitoreo.

Los valores más elevados de metales pesados, tales como cobre, manganeso, fierro, plomo y zinc se determinaron en la estación de Paragsha. Las concentraciones obtenidas se encuentran por debajo de la Normativa de Canadá, a excepción de dos valores hallados en la estación de Paragsha, la que supera el referido estándar.

La dirección predominante del viento en las zonas de Paragsha y Champamarca), fue Oeste y Sur Oeste respectivamente.

Las fuentes cercanas de contaminación del aire, dirección de viento y suspensión de partículas por la época de escasas lluvias, son factores que contribuyen con la contaminación del aire de la zona de Champamarca y Paragsha.

- *José Abel Espinoza Guillen*, **Evaluación espacial y temporal del material particulado PM10 y PM2,5 en Lima metropolitana para el periodo 2015-2017**, *Universidad Nacional Agraria la Molina*

La investigación espacial temporal de material particulado PM 10 y PM 2.5 en Lima Metropolitana, es un instrumento científico moderno estableciendo nuevas tecnologías para poder determinar y proponer posibles alternativas de mejora de la calidad de vida en las poblaciones que se encuentran afectadas por contaminación ambiental, concluyendo en esta investigación de la siguiente manera:

- i- De la evaluación y análisis de la distribución espacial y temporal (horario, mensual y multianual) de la concentración del material particulado PM10 en Lima Metropolitana, durante el periodo 2015-2017 La variación horaria del PM10 en Lima Metropolitana presenta dos picos máximos durante el día (09:00 a.m. y 08:00 p.m.) y dos picos mínimos (04:00 a.m. y 03:00 p.m.). La distribución espacial, presenta las mayores concentraciones en las Zonas Sur y Este, principalmente en las estaciones Villa María del Triunfo y Ate, respectivamente. Y los menores niveles se encuentran en la Zona Centro, principalmente en la estación Campo de Marte. A nivel diario los máximos valores se registran los martes y sábados y los mínimos valores los días domingos. A nivel mensual los mayores valores de PM10 se registran durante los meses marzo, abril y mayo y los mínimos durante julio, agosto y setiembre. A nivel estacional en general se presentan mayores valores de PM10 durante el verano que durante el invierno. La variación multianual del PM10 muestra

que todas las estaciones de monitoreo, a excepción del Callao, superan significativamente los valores límites del ECA para PM10 (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Existe una disminución moderada de los niveles de PM10 en casi todas las estaciones de monitoreo, fundamentado en el análisis del coeficiente de determinación que es de 0.560. 137

- ii- De la evaluación y análisis de la distribución espacial y temporal (horario, mensual y multianual) de la concentración del material particulado PM2,5 en Lima Metropolitana, durante el periodo 2015-2017 La variación horaria del PM2,5 en Lima Metropolitana presenta dos picos máximos durante el día (09:00 a.m. y 10:00 p.m.) y dos picos mínimos (04:00 a.m. y 05:00 p.m.). La distribución espacial, presenta las mayores concentraciones en la Zona Este, principalmente en la estación Ate. Y los menores niveles se encuentran en la Zona Centro, principalmente en la estación Campo de Marte. A nivel diario los máximos valores se registran los martes y sábados y los mínimos valores los días domingos. A nivel mensual los mayores valores de PM2,5 se registran durante los meses abril, mayo y junio y los mínimos durante enero, febrero y marzo. A nivel estacional en general se presentan mayores valores de PM2,5 durante el invierno que durante el verano. La variación multianual del PM2,5 muestra que todas las estaciones de monitoreo, a excepción del Callao, superan significativamente los valores límites del ECA para

PM_{2,5} (25 µg/m³); y las guías de la OMS (10 µg/m³). La tendencia de la serie histórica de PM_{2,5} muestra que existe en general una disminución alta de los niveles de PM_{2,5} en casi todas las estaciones de monitoreo, fundamentado en el análisis del coeficiente de determinación que es de 0.734.

iii- Del cálculo y análisis de la relación de las concentraciones del material particulado (PM_{2,5}/PM₁₀) de las estaciones de la red de monitoreo de calidad del aire de Lima Metropolitana. La variación horaria de la relación PM_{2,5}/PM₁₀ en Lima Metropolitana presenta una cresta a las 04:00 a.m. y un valle a las 07:00 p.m. La relación PM_{2,5}/PM₁₀ disminuye durante el día y aumenta en las noches y madrugadas. La distribución espacial, presenta las mayores relaciones en la Zona Este y Centro, principalmente en la estación Ate y Campo de Marte, respectivamente. Y los menores valores se encuentran en la Zona Sur, principalmente en la estación Villa María del Triunfo. La relación PM_{2,5} /PM₁₀ es de 0.40 en promedio para la estación Santa Anita y 0.20 para la estación de Villa María del Triunfo, dando un promedio de 0.33 para la ciudad de Lima Metropolitana. La linealidad de la relación PM_{2,5}/PM₁₀ en las estaciones Santa Anita y Campo de Marte permite utilizar datos de PM₁₀ para estimar con confianza la concentración de PM_{2,5} que pueden ser utilizados en estudios de relaciones entre este contaminante y la salud de la población en los distritos

representados por estas estaciones. En estas estaciones la relación $PM_{2,5}/PM_{10}$ registra una mayor influencia de fuentes de combustión. Los datos de $PM_{2,5}$ no son estimados a partir de datos de PM_{10} en las estaciones de Puente Piedra, San Borja y Villa María del Triunfo. Sería necesario monitorear $PM_{2,5}$ de manera directa y estudiar con detalle las interacciones entre las fuentes y las variables meteorológicas alrededor de estas estaciones. En estas estaciones la relación $PM_{2,5}/PM_{10}$ demuestra una mayor influencia de fuentes de material particulado grueso para las estaciones Villa María del Triunfo y Puente Piedra; y fuentes de material particulado fino para la estación de San Borja. A nivel diario los mayores valores se registran los domingos y los mínimos valores los días jueves. A nivel mensual los mayores valores de la relación $PM_{2,5}/PM_{10}$ se registran durante los meses junio, julio y agosto y los mínimos durante enero, febrero y marzo. A nivel estacional en general se presentan mayores valores de la relación $PM_{2,5}/PM_{10}$ durante el invierno que durante el verano. La variación multianual de la relación $PM_{2,5}/PM_{10}$ muestra que todas las estaciones de monitoreo, han ido aumentando hasta alcanzar un pico en el año 2013 y a partir de este ha ido disminuyendo progresivamente. La tendencia de la serie histórica de relación $PM_{2,5}/PM_{10}$ muestra que existe en general una disminución débil de la relación $PM_{2,5}/PM_{10}$ en casi todas las estaciones de monitoreo,

fundamentado en el análisis del coeficiente de determinación que es de 0.171.

iv- De la evaluación y análisis de las influencias de las variables meteorológicas temperatura del aire y viento en la distribución espacial y temporal de la concentración del material particulado PM10 y PM2,5 en Lima Metropolitana, durante el periodo 2015-2017 Los niveles de material particulado tanto fino como grueso en Lima Metropolitana registran importante relación con las condiciones meteorológicas de la zona, como lo son la temperatura del aire, la velocidad y dirección del viento. Los factores meteorológicos junto con los diferentes tipos de emisiones de material particulado muy probablemente determinan la calidad de aire en Lima Metropolitana. En Lima Metropolitana las direcciones que registran las mayores frecuencias son las provenientes del suroeste. Durante las horas diurnas se registran importantes variaciones en la velocidad y dirección del viento, comportamiento que posiblemente está relacionado con efectos generados por el anticiclón del Pacífico Sur, la interacción con fenómenos sinópticos de la corriente de Humboldt y efecto local generado por la variación de temperatura del aire y presión atmosférica. En el periodo diurno, a nivel horario se registra una correlación negativa entre la temperatura del aire y el material particulado tanto fino como grueso. En el periodo nocturno y madrugadas en general, a nivel

horario se registra una correlación positiva entre la temperatura del aire y el material particulado grueso; y una correlación negativa entre la temperatura del aire y el material particulado fino. En el periodo diurno, a nivel horario se registra una correlación negativa entre la velocidad del viento y el material particulado tanto fino como grueso. En el periodo nocturno y madrugadas en general, a nivel horario se registra una correlación positiva entre la velocidad del viento y el material particulado grueso; y una correlación negativa entre la velocidad del viento y el material particulado fino.

A nivel mensual, en general se registra una correlación negativa entre la temperatura del aire y el material particulado tanto fino como grueso. Y una correlación negativa entre la velocidad del viento y el material particulado tanto fino como grueso. La distribución espacial de la temperatura del aire, velocidad y dirección del viento transportan el material particulado generado desde las Zonas Sur hacia las Zonas Norte y Este de Lima Metropolitana.

- *Rubén Marcos, Mileydi Cabrera, Héctor Laos, Dalma Mamani & Andrés Valderrama., **Estudio Comparativo para la Determinación del Polvo Atmosférico Sedimentable Empleando las Metodologías de Tubo Pasivo y de Placas Receptoras en la Ciudad Universitaria de San Marcos – Lima, Universidad Nacional de San Marcos. 2009.***

En el presente trabajo se realiza el análisis comparativo de resultados de las mediciones de los niveles de concentraciones de polvo atmosférico (PS) obtenidas mediante dos metodologías validadas; la primera validada por DIGESA, denominada “tubo pasivo” y la segunda polvo atmosférico sedimentable (PAS) validada por SENAMHI denominada “placas receptoras”, para el trabajo experimental se ubican estaciones de monitoreo en la ciudad universitaria de la UNMSM, la ubicación de estos puntos, han sido previamente evaluados de acuerdo a los factores que influyen en la medición: velocidad y dirección del viento, humedad relativa, temperatura, densidad poblacional. Los resultados del monitoreo de la concentración de PAS, PS de cada punto, obtenidos mediante las dos metodologías; son comparados con el nivel de referencia normado por los límites máximos permisibles dado por la Organización Mundial de la Salud, que es de 0.5 mg/cm²/mes. El análisis comparativo permite determinar la estación que presenta la mayor incidencia de concentración de polvo atmosférico sedimentable y partículas sedimentables.

- *Silva et al.* 2008, **Evaluación de la Contaminación Atmosférica en la Zona Metropolitana de Lima Callao/ Agosto – 2008.**

Conclusiones:

Los niveles de contaminación en los principales núcleos durante agosto fueron inferiores a los registrados el mes de julio, con excepción de Lima Sur este, que se incrementó. La configuración resultante fue de 4 centros de alta contaminación: el primer núcleo se presentó en Lima norte con 20,7 t/km².mes; el segundo en Lima centro-este con un valor medio de 26,7 t/km².mes; el tercero en Lima sur-este con 28,8 t/km².mes; y el cuarto en Lima sur con una media de 32,8 t/km².mes. El 83 % de las estaciones sobrepasaron el nivel referencial establecido por la Organización Mundial de la Salud. La media mensual para las estaciones evaluadas fue de 10,4 t/km².mes, inferior a la media del mes anterior; el valor máximo registrado fue de 28,8 t/km².mes en Pachacamac y el mínimo de 1,6 t/km².mes en Carabayllo.

Las máximas concentraciones de partículas menores a 2.5 micras (PM_{2.5}) se registraron los días lunes y martes equivalentes a 86,3 y 87 ug/m³, respectivamente.

En cuanto a los contaminantes gaseosos, se observó lo siguiente:

- i. Las máximas concentraciones de óxido nítrico y dióxido de nitrógeno, fueron de 196,2 ppb el día lunes 11 a las 12:00 horas y 87,3 ppb el día martes 05 a las 18:00 horas. Las mínimas concentraciones (0 – 2 ppb) se registraron en horas de la madrugada comprendidas entre las 3: 00 y 5:00 horas.
- ii. La concentración media de Dióxido de Nitrógeno para el mes de mayo fue de 17,9 ppb y la máxima (87,3 ppb) equivalió al

82% del ECA Nacional horario para este contaminante. Las máximas concentraciones de Dióxido de Nitrógeno se presentaron los días lunes y martes (75,6 y 87,3 ppb, respectivamente); el día sábado la media fue de 14,6 ppb, menor en relación al resto de la semana.

- iii. El Dióxido de Azufre, registró su valor máximo de 27,5 ppb, inferior al mes anterior, el día martes 05 a las 09:00 horas. Se observaron además dos picos horarios máximos de 8,5 ppb a las 09:00 y de 12 ppb a las 19:00 horas, coincidiendo de esta manera con las horas de mayor actividad vehicular.
- iv. La concentración media de Dióxido de Azufre, para el mes de mayo fue de 6,0 ppb y la máxima diaria de 11 ppb) equivalió al 8 % del ECA Nacional horario para este contaminante. Las máximas concentraciones de Dióxido de Azufre se presentaron los días lunes y martes de 26,1 ppb y 27,5 ppb; la media del día sábado fue de 4,3 ppb.

En cuanto a la nubosidad horaria, la nubosidad baja estratiforme se presentó muy densa y debido a la configuración de la inversión térmica con su base por encima de los 800 msnm, la nubosidad cubrió toda la cuenca atmosférica, afectando con intensas y persistentes garúas a todos los distritos de la ciudad capital.

En cuanto al comportamiento de la temperatura y humedad relativa del aire, las medias de las estaciones analizadas en

agosto fueron de 16,6° C y 86 %. Así mismo el análisis medio señala el día 31 de agosto como el más cálido con una máxima media de 19,2 ° C y el día 28 como el más frío con un valor medio de 15,5 ° C. Con respecto a la humedad relativa, el día más seco fue el 31 con la mínima media de 76 %, y el más húmedo el 8 de agosto (94 %).

Con respecto al análisis de las intensidades del viento superficial en los períodos analizados, en horas matutinas predominaron vientos de intensidad media débil (< 3 m/s); en horas vespertinas la intensidad fue moderada en ambas estaciones evaluadas (El Callao y La Molina); mientras que hacía horas de la noche también se registraron intensidades medias débiles. En cuanto a las direcciones predominantes en horas matutinas se registraron principalmente vientos de direcciones comprendidas entre ESE y WNW; en horas vespertinas entre SSE y WNW; y, en horas nocturnas entre S y WNW.

Durante el mes de agosto 2008, la inversión térmica por subsidencia se presentó muy intensa con su base por sobre los 800 msnm, debido a la intensificación del Anticiclón del Pacífico sur oriental, de los vientos y por lo tanto del afloramiento marino que casi siempre es activo.

2.2. BASES TEÓRICAS – CIENTÍFICAS

2.2.1. El Aire

El aire es una mezcla de varios gases, principalmente nitrógeno y oxígeno. Es un gas inodoro e insípido, incoloro en pequeños volúmenes pero que adquiere un color azulado en grandes espacios debido a la difracción de la luz sobre sus moléculas gaseosas. La presión que ejerce en la atmósfera es de 760 mmHg que es igual a 1 atm.

2.2.2. Calidad del Aire

Se entiende por calidad del aire la adecuación a niveles de contaminación atmosférica, cualesquiera que sean las causas que la produzcan, que garanticen que las materias o formas de energía, incluidos los posibles ruidos y vibraciones, presentes en el aire no impliquen molestia grave, riesgo o daño inmediato o diferido, para las personas y para los bienes de cualquier naturaleza. Calidad del Aire ha sido desarrollada por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) de la Organización Panamericana de la Salud (OPS), Oficina Regional para las Américas de la Organización Mundial de la Salud (OMS) con financiamiento de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de Norte América (U.S.EPA).

2.2.3. Contaminación Atmosférica.

Se entiende por contaminación atmosférica a la presencia en la atmósfera de sustancias en una cantidad que implique molestias o riesgo para la salud de las personas y de los demás seres vivos, vienen de cualquier naturaleza, así como que puedan atacar a distintos materiales, reducir la visibilidad o producir olores desagradables. El nombre de la contaminación atmosférica se aplica por lo general a las alteraciones que tienen efectos perniciosos en los seres vivos y los elementos materiales, y no a otras alteraciones inocuas. Fuente: Molina, M.J. Estrategia Integral de Gestión de la Calidad del Aire. México 2001.

2.2.4. Los Contaminantes y su Efecto Sobre la Salud.

Es de suma importancia considerar los impactos negativos que causa la contaminación del aire en la salud de la población, originando la ocurrencia de enfermedades, por lo que es importante un ordenamiento y la mejor disposición de las actividades urbanas para reducir los impactos negativos al medio ambiente y a la salud de la población.

Cuadro 1: Sustancias Contaminantes y efectos Sobre la Salud

Sustancias contaminantes	Efectos sobre la salud
CO, CO ₂	Dolores de cabeza, estrés, fatiga, problemas cardiovasculares, desmayos, etc. Deterioro en la percepción auditiva y visual.
Óxidos de nitrógeno y azufre (NO _x y SO _x)	Enfermedades bronquiales, irritación del tracto respiratorio, cáncer, disminución de defensas anti-inflamatorias pulmonares.
Mercurio y las dioxinas	Genera problemas en el desarrollo mental de los fetos, enfermedades ocupacionales en ciertas industrias.
Cadmio	Enfermedades en la sangre.
Polvos	Enfermedades a la vista y pulmonares.
PTS; PM ₁₀ , PM _{2.5}	Infección de las membranas mucosas
Dióxido de azufre (SO ₂)	Bronco constricción en asmáticos y malestar torácico.
Plomo	Deterioro del coeficiente de inteligencia en niños, efectos cardiovasculares (hipertensión)
Sulfuro de hidrógeno (H ₂ S)	Irritación ocular, intoxicación, edema pulmonar.

FUENTE: Organización Panamericana de la Salud

2.2.5. Material Particulado

El material particulado es una mezcla heterogénea de partículas sólidas y líquidas en suspensión en el aire ambiental que varían continuamente su tamaño y composición en el espacio y tiempo (OMS, 2013). Entre sus constituyentes tenemos a: nitratos, sulfatos, carbono elemental y orgánico, compuestos orgánicos (por ejemplo, hidrocarburos aromáticos policíclicos), compuestos biológicos (por ejemplo, endotoxinas, fragmentos celulares) y metales (por ejemplo, hierro, cobre, níquel, zinc y vanadio) (Kim et al., 2013; OMS, 2013).

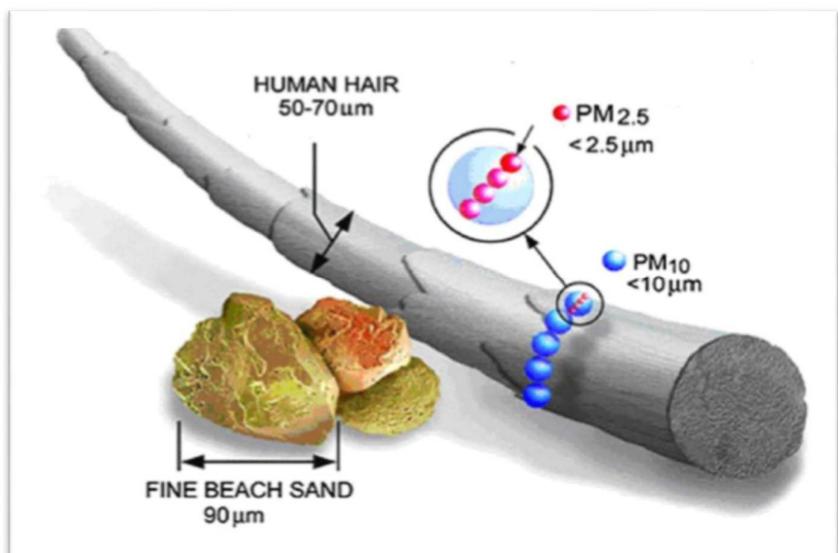
2.2.6. Clasificación y Fuentes de Material Particulado:

Existen diferentes maneras de clasificar al material particulado, sin embargo, el diámetro aerodinámico es uno de los principales criterios para describir su capacidad de transporte en la atmósfera y/o capacidad de inhalación a través del sistema respiratorio del organismo (Esworthy, 2013).

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos ha estado regulando partículas principalmente en dos categorías de

tamaño basadas en su capacidad de penetración en el pulmón tenemos así a las: partículas gruesas (PM10) con un diámetro aerodinámico igual o menor a $10\ \mu\text{m}$ y las partículas finas (PM2,5) con diámetro aerodinámico menor o igual a $2.5\ \mu\text{m}$ (Esworthy, 2013). Estas partículas provienen principalmente de diferentes fuentes, incluyendo polvo de caminos, polvo de agricultura, lechos de ríos, sitios de construcción, operaciones de minería y otras actividades similares (Juda-Rezler et al., 2011). Una comparación de las propiedades generales que distinguen a las partículas finas (PM2,5) y las gruesas (PM10) se resume en el Tabla 1. Las partículas finas con un diámetro menor de $0.1\ \mu\text{m}$ se clasifican como partículas ultrafinas (PM0,1), que están aún en las primeras etapas de la investigación (Hasheminassab et al., 2013; Kumar et al., 2014). La Figura 1 muestra una comparación de tamaños entre el PM2,5 y PM10 frente al diámetro medio de un cabello humano ($\sim 70\ \mu\text{m}$) y arena de playa fina ($\sim 90\ \mu\text{m}$).

Figura 1 – Comparación de tamaños del PM2,5 y PM10 con el diámetro medio de un cabello humano ($\sim 70\ \mu\text{m}$) y arena de playa fina ($\sim 90\ \mu\text{m}$).



FUENTE: Guaita et al., 2011.

Las fuentes de Material Particulado pueden explicarse como la emisión directa al aire o como conversión de precursores de gases, tales como dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, amoníaco y compuestos orgánicos volátiles no metánicos, los cuales son liberados tanto de fuentes antropogénicas como naturales (Atkinson et al., 2010; OMS, 2011). Las fuentes antropogénicas son muy variables e incluyen la combustión de combustibles sólidos (carbón, lignito, petróleo pesado y biomasa), las actividades industriales y agrícolas, la erosión del pavimento por el tráfico por carretera y la abrasión de frenos y neumáticos (Srimuruganandam y Nagendra, 2012). Por el contrario, los que ocurren naturalmente pueden ser explicados por fuentes como volcanes, tormentas de polvo, incendios forestales, vegetación viva y rocío (Misra et al., 2001; WHO, 2006).

Tabla 1 – Comparación de las propiedades básicas del PM con respecto al tamaño de partícula: partículas finas (PM_{2,5}) versus partículas gruesas (PM₁₀)

Características	Partículas finas (PM_{2,5})	Partículas gruesas (PM₁₀)
------------------------	--	---

Diámetro	Menos de 2.5 µm	Menos de 10 µm
Compuesto de	Sulfato, SO ₄ ²⁻ ; Nitrato, NO ₃ ⁻ ; Amonio, NH ₄ ⁺ ; Hidrógeno, H ⁺ ; Carbono elemental, C; compuestos orgánicos; PAH; Metales, Pb, Cd, V, Ni, Cu, Zn; Agua unida a partículas; y orgánicos biogénicos.	Polvo resuspendido, polvo del suelo, polvo de la calle; carbón y cenizas volantes; óxidos metálicos de Si, Al, Mg, Ti, Fe, CaCO ₃ , NaCl, sal marina; polen, esporas de moho y partes de plantas.
Fuentes	Combustión de carbón, petróleo, gasolina; Productos de transformación de NO _x , SO ₂ y compuestos orgánicos, incluyendo orgánicos biogénicos, por ejemplo, terpenos; Procesos de alta temperatura; Fundiciones y acerías.	Resuspensión del suelo rastreado en carreteras y calles; Suspensión de suelos perturbados, por ejemplo, agricultura, minería; Resuspensión de polvos industriales; Construcción, combustión del carbón y del petróleo, y rocío del océano.
Tiempo de vida	Días a semanas	Minutos a horas
Distancia de viaje (Kilómetros)	100 a 1000	1 a 10

FUENTE: Guaita et al., 2011.

El tráfico es la principal fuente de material particulado, originada principalmente por el desgaste de componentes del vehículo, tales como frenos y neumáticos, así como la suspensión del polvo de la carretera (Kim et al., 2013). Las partículas inorgánicas de material cristal procedentes de la abrasión del pavimento son a menudo ricas en minerales que contienen silicio (Si), aluminio (Al), potasio (K), sodio (Na) y calcio (Ca), mientras las partículas de desgaste de frenos y neumáticos pueden contener metales como cobre (Cu), antimonio (Sb), plomo (Pb), cadmio (Cd) y zinc (Zn) (Srimuruganandam y Nagendra, 2012). Además de las fuentes y efectos que causan el material particulado en exteriores, no es

extraño encontrar que los niveles de la concentración del material particulado en el ambiente de interior exceden los de afuera. Un número de actividades pueden generar partículas en el ambiente interior que van desde cocinar, las mascotas, caminar a través de la alfombra, los productos domésticos que generan aerosoles líquidos (por ejemplo, latas de aerosol) y equipo de oficina (por ejemplo, impresoras y fotocopiadoras); los procesos de origen del material particulado pueden incluso estar asociados con factores tales como el diseño de la casa (por ejemplo, los materiales de construcción de la casa, el tamaño y la disposición de las habitaciones y el número de ventanas para la ventilación) (Moreano y Palmisano, 2012; OMS, 2014).

2.2.7. Efectos del tamaño y componentes del material particulado

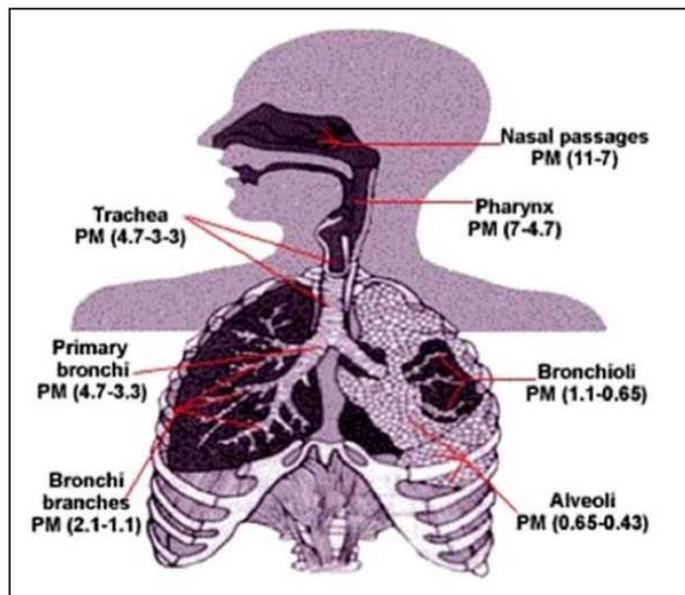
Se reconoce que la exposición al material particulado está muy influenciada por las condiciones locales como el clima, las estaciones, la topografía, las fuentes de partículas, las concentraciones que se emiten y los microambientes (Antonel y Chowdhury, 2014; Sánchez et al., 2015). Aunque el efecto de la exposición al material particulado depende de las características físicas (por ejemplo, el modo de respiración, la velocidad y el volumen de una persona), el tamaño de las partículas se ha relacionado directamente con la causa principal de los problemas a la salud humana (Esworthy, 2013). En general, cuanta más

pequeña sea una partícula, más profundamente penetrará para depositarse en el tracto respiratorio a un ritmo creciente. En la respiración nasal, los cilios y el moco actúan como un filtro muy eficaz para la mayoría de las partículas que exceden 10 μm de diámetro (PM gruesa). Debido a que la fracción del PM gruesa se asienta rápidamente, tiende a alojarse en la tráquea (garganta superior) o en los bronquios (Atkinson et al., 2010). Si inhalamos este PM, será recogido inicialmente en nuestra nariz y garganta. Entonces, nuestro cuerpo reaccionará para eliminar estos intrusos del PM a través de procesos tales como estornudos y tos (OMS, 2016).

Hasta la fecha, se ha reconocido que las partículas que tienen el mayor impacto en los efectos sobre la salud humana son aquellas de diámetro inferior a 10 μm . Estas partículas pueden penetrar dentro del tracto respiratorio empezando por los conductos nasales hasta los alvéolos, profundamente dentro de los pulmones debido a su penetrabilidad excesiva (Londahl et al., 2006). Las partículas entre aproximadamente 5 y 10 μm se depositan más probablemente en el árbol traqueobronquial, mientras que aquellas entre 1 y 5 μm se depositan en los bronquiolos respiratorios y los alvéolos donde ocurre el intercambio gaseoso (Figura 2). Estas partículas pueden afectar el intercambio de gases dentro de los pulmones e incluso pueden penetrar en el pulmón. Eventualmente, estas partículas se escaparán al torrente sanguíneo para causar

problemas significativos a la salud. Las partículas más pequeñas de 1 μm en general se comportan de manera similar a las moléculas de gas y, por lo tanto, penetran hasta los alvéolos (deposición por fuerzas de difusión) y pueden trasladarse aún más al tejido celular y/o sistema de circulación (OMS, 2016).

Figura 2 – Potencial de deposición para partículas de diferentes tamaños.



FUENTE: Londahl et al., 2006.

Diferentes investigaciones informan que los metales presentes en el Material Particulado actúan como posibles mediadores de la

lesión e inflamación de las vías respiratorias a través de la reacción de Fenton. Los metales de transición presentes en el Material Particulado, especialmente el hierro, aumentan la producción de especies reactivas de oxígeno (ROS) in vivo. Como la liberación de ROS puede resultar en daño celular y de los tejidos, puede así iniciar o exacerbar la inflamación (OMS, 2016). Además, efectos genotóxicos son atribuidos al PM los cuales pueden ser explicados por el contenido de metales de transición como el hierro. En un estudio de modelo animal se encontró una conexión directa para el papel in vivo de los metales de transición solubles en la lesión pulmonar inducida por el PM. Tenga en cuenta que las endotoxinas encontradas en el material particulado están correlacionadas con la contaminación bacteriana gram-negativa (Kim et al. 2015). El Material Particulado también puede estar implicada en el estrés oxidativo y la inflamación, lo que posiblemente puede conducir a la apoptosis inducida por TNFa o mitocondrias. En un estudio realizado en Seúl, Corea se encontró que el extracto orgánico del metro PM10 tenía efectos genotóxicos en células pulmonares humanas normales. Por consiguiente, se induce que el estrés oxidativo es uno de los principales mecanismos de estos efectos genotóxicos (Kim et al. 2015).

2.2.8. Enfermedades humanas asociadas con la contaminación por Material Particulado

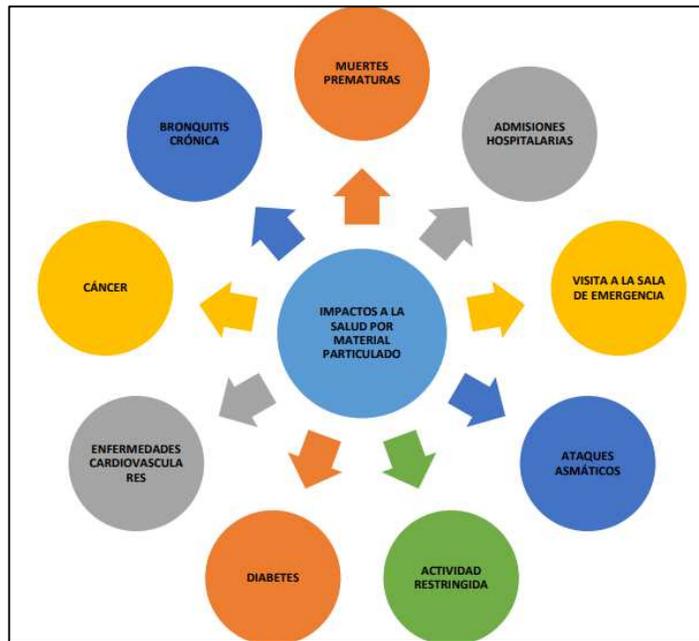
La exposición al Material Particulado ha sido identificada como la causa de numerosos efectos sobre la salud humana, incluyendo el aumento de los ingresos hospitalarios, las visitas a las salas de emergencia, los síntomas respiratorios, la exacerbación de las enfermedades respiratorias y cardiovasculares crónicas; así mismo la disminución de la función pulmonar y la mortalidad prematura (Beelen et al., 2014; Guaita et al., 2011; Pascal, 2014; Wu et al., 2014). Además, los científicos han sugerido que la exposición a altos niveles de partículas también puede conducir a diversos síntomas incluyendo el bajo peso al nacer en los bebés, los partos prematuros y posiblemente las muertes fetales e infantiles. Entre los problemas leves relacionados con la inhalación de PM_{2,5} tenemos: a la falta de aliento (disnea), malestar y dolor en el pecho, tos y sibilancias (Guaita et al., 2011).

Un estudio epidemiológico nacional en los Estados Unidos encontró una correlación fuerte y consistente entre la diabetes de adultos y la contaminación atmosférica por partículas que persisten después del ajuste para otros factores de riesgo como obesidad y origen étnico (Pearson et al., 2010). Los adultos mayores y los niños o las personas con enfermedad cardíaca (o pulmonar) están sujetos a un riesgo mucho mayor por parte de las partículas que otras personas. Se informó que la exposición al PM afecta al

desarrollo pulmonar en los niños, incluyendo déficits reversibles en la función pulmonar, reducción crónica de la tasa de crecimiento pulmonar y un déficit en la función pulmonar a largo plazo (Miranda y Ortiz, 2008; Pope et al., 2002). El impacto en la salud de la exposición al PM se describe brevemente en un gráfico en la Figura 4.

Miranda y Ortiz (2008) observaron que un aumento de $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} , generó un incremento de los casos de Enfermedad Respiratoria Aguda (ERA) en niños menores a 14 años en un 1.45 por ciento diez días después, que acotado por un intervalo de confianza del 95 por ciento corresponde a un incremento entre 0.52 por ciento y 2.39 por ciento, es decir, que al haber un aumento de PM_{10} generaría un incremento en el número de consultas por ERA. Así mismo, Arciniegas y Rodríguez (2005) encontraron que un aumento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en los niveles de PM_{10} ocasionaría un incremento del 4 por ciento en las consultas por ERA en niños menores a cinco años, para un periodo de latencia de seis días. Es bien sabido que la contaminación por Material Particulado está relacionada con un mayor riesgo de hospitalización por infarto de miocardio y la exacerbación de la insuficiencia cardíaca congestiva entre los ancianos (OMS, 2013). El Tabla 2 presenta una lista de estudios que se han centrado en el efecto de la exposición al PM y las admisiones hospitalarias.

Figura 3 – Impactos de la exposición al material particulado en la salud.



FUENTE: Kim et al. 2015.

Tabla 2 – Estudios de caso sobre los efectos en la salud humana de la exposición al Material Particulado con respecto a la admisión hospitalaria aguda.

Orden	Ubicación	Asignaturas	Contaminantes	Efecto en la salud
1	Ontario, Canadá	No específico	PM ₁₀ , O ₃ , NO ₂ , SO ₂ , CO	11% y 13% aumentaron las hospitalizaciones diarias por enfermedades respiratorias y cardíacas, respectivamente

2	204 condados de los Estados Unidos	>65 años	PM _{2,5}	Aumento de la admisión hospitalaria por enfermedades cardiovasculares y respiratorias
3	7 ciudades de los Estados Unidos	>65 años	PM ₁₀	Aumento de la admisión hospitalaria por insuficiencia cardíaca crónica
4	202 condados de los Estados Unidos	>65 años	PM _{2,5}	1.49% de aumento en las hospitalizaciones de enfermedades cardiovasculares por 10 ug m ⁻³ de aumento en las admisiones en el mismo día
5	Reino Unido	Todas las edades	PM ₁₀ , O ₃ , NO ₂ , CO	Admisión hospitalaria de urgencia por enfermedad cardíaca y respiratoria
6	Taiwán	No específico	PM ₁₀ , O ₃ , NO ₂ , CO	Aumento de los ingresos hospitalarios por enfermedad cardiovascular
7	Australia, Nueva Zelanda	Todas las edades	PM ₁₀ , PM _{2,5} , NO ₂ , CO	Admisiones hospitalarias cardiovasculares de adultos con cinco categorías de enfermedad cardiovascular
8	Australia	Todas las edades	PM ₁₀	Enfermedades respiratorias y cardiopatía isquémica
9	Estados Unidos	>65 años	PM _{2,5} , PM ₁₀ , PM _{10-2.5}	Aumento de 10 ug m ⁻³ en PM _{10-2.5} asociado con un aumento de 0,36% en las admisiones de enfermedades cardiovasculares en el mismo día

Fuente Kim et al. 2015.

2.2.9. Mortalidad de la contaminación por material particulado.

De acuerdo con la mayoría de las investigaciones epidemiológicas actualmente difundidas, la mortalidad se ha utilizado como

indicador de los efectos para la salud con respecto a la contaminación por material particulado. Además, la información sobre las admisiones diarias al hospital también se utiliza en estudios de series de tiempo. Sin embargo, esta aplicación está limitada por la falta de comparaciones entre países, pero se utiliza para las evaluaciones de impacto en la salud para reflejar diferencias en las prácticas nacionales o locales en los ingresos hospitalarios y en el uso de otras formas de atención médica en el caso de síntomas agudos. Se estima que aproximadamente el 3 por ciento de las muertes cardiopulmonares y el 5 por ciento de las muertes por cáncer de pulmón son atribuibles globalmente a la exposición al material particulado. Se estima que la exposición al PM_{2,5} reduce la esperanza de vida de la población en aproximadamente 8,6 meses en promedio (OMS, 2011). Correia et al. (2013) sugirió un posible vínculo entre la reducción de la concentración de partículas finas y una mejor esperanza de vida basada en conjuntos de datos recolectados de 545 condados en los EE.UU. de 2000 a 2007. Sus estudios afirmaron que una disminución de 10 µg m⁻³ de PM_{2,5} traería un aumento de la esperanza de vida de 0.35 años en promedio.

Varias investigaciones han aportado una fuerte evidencia de que la exposición al PM puede ejercer una influencia directa en las enfermedades cardiopulmonares y en la mortalidad por cardiopatía isquémica (OMS, 2013). Atkinson et al. (2010) informó que los

aumentos de 10 $\mu\text{g m}^{-3}$ en el PM10 y PM2,5 en Londres, Inglaterra se asociaron con incrementos de 0.5 por ciento en la mortalidad por todas las causas y 2.1 por ciento en la mortalidad respiratoria, respectivamente. De forma similar, en otro estudio en los Países Bajos, los aumentos de 10 $\mu\text{g m}^{-3}$ del PM10 y PM2,5 se relacionaron con un aumento del 0,5 por ciento en todas las causas y 1,6 por ciento en la mortalidad respiratoria, respectivamente (Janssen et al., 2013).

Un aumento de 10 $\mu\text{g m}^{-3}$ en el PM2,5 aumentó todas las causas de mortalidad en 2,7 por ciento en Madrid, España (Guaita et al., 2011).

En contraste, varios estudios no fueron capaces de demostrar efectos significativos del PM2,5 en todas las causas o causar mortalidad específica (Karanasiou et al., 2012). Las limitaciones de estos estudios se atribuyeron generalmente a un tamaño de población relativamente pequeño o a la corta duración del período de estudio (1 año) (Pope et al., 2002).

2.2.10. Escenario de la contaminación y guías para la regulación del material particulado.

La urbanización, junto con el aumento de la industrialización, de las emisiones de los vehículos, así como la suspensión de las carreteras no pavimentadas y las emisiones de la quema de los residuos y de la biomasa para las necesidades domésticas y

comerciales pueden conducir a un aumento sustancial del PM en el aire ambiental (Kim et al. 2015).

La Tabla 3 enumera el nivel medio anual de exposición ($\mu\text{g m}^{-3}$) del material particulado

(PM10) en diferentes países del mundo. En la mayoría de los casos, las concentraciones del PM exceden las últimas directrices de calidad del aire establecidas por la OMS para la exposición anual media del PM10 ($20 \mu\text{g m}^{-3}$). También se observa que los niveles de concentración de partículas en los países en desarrollo son mucho más elevados que los de los países desarrollados. No hay duda de que las concentraciones crecientes de partículas deben causar o contribuir a la mortalidad prematura y los parámetros de salud relacionados con la morbilidad en esos países (Kim et al. 2015).

Tabla 3 - Nivel medio anual de exposición ($\mu\text{g m}^{-3}$) de partículas entre países desarrollados y en desarrollo.

ORDEN	NOMBRE	AÑO		
		2009	2010	2011
1	Australia	15	14	14
2	Canadá	15	14	14

3	Finlandia	16	16	16
4	Nueva Zelanda	18	17	16
5	Irlanda	18	17	18
6	Estados Unidos	20	19	18
7	Japón	20	19	19
8	Reino Unido	20	19	20
9	Francia	25	24	24
10	Alemania	25	24	24
11	noruega	25	23	24
12	Federación Rusa	30	28	27
13	Italia	36	34	34
14	Corea del Sur	50	48	46
15	Arabia Saudita	113	112	108
16	Emiratos Árabes Unidos	131	132	132
PAÍSES EN DESARROLLO				
17	Argentina	39	36	36
18	Brasil	41	38	36
19	South África	42	40	40
20	Filipinas	44	42	43
21	Tailandia	45	44	45
22	Indonesia	50	49	47

23	Malasia	49	49	47
24	Sri Lanka	67	66	62
25	Afganistán	68	65	63
26	Turquía	70	66	65
27	Kenia	70	71	66
28	China	86	85	82

29	India	108	105	100
30	Zimbabue	101	104	105
31	Egipto	129	125	120
32	Bangladesh	118	127	121
33	Nigeria	153	145	150
34	Pakistán	207	184	171

FUENTE: Banco Mundial, 2013.

El aire limpio se considera un requisito básico de la salud y el bienestar humano. Para proteger la salud pública, se han establecido normas de calidad del aire en muchos países y, como tales, han sido un componente importante de las políticas nacionales de gestión del riesgo y medio ambiente (Ministerio del Ambiente, 2014; OMS, 2006). Sin embargo, no hay evidencia que apoye un nivel seguro o umbral de exposición por debajo del cual no se produzcan efectos adversos para la salud o se perciban tales efectos. Como la exposición al PM es omnipresente e involuntaria, aumenta la importancia del Material Particulado como determinante de la salud humana. Deben establecerse directrices para la reglamentación para que el Material Particulado reduzca sus

efectos perjudiciales potenciales en la salud pública y el medio ambiente y ofrecer orientación para proteger la salud pública en muchos otros contextos (Beatriz, 2005). En el Tabla 4 se enumeran las normas sobre partículas fijadas por diversos gobiernos de todo el mundo.

Tabla 4 – Directrices de regulación del PM establecidas por varios gobiernos.

ORDEN	PAÍS	PERIODO	PM ₁₀ (µg m ⁻³)	PM _{2,5} (µg m ⁻³)
1	Estados Unidos	Promedio anual	-	12
		Promedio diario (24 horas)	150	35
2	Unión Europea	Promedio anual	40	25
		Promedio diario (24 horas)	50	-
3	China	Promedio anual	70	35
		Promedio diario (24 horas)	150	75
4	Hong Kong	Promedio anual	50	35
		Promedio diario (24 horas)	100	75
5	Japón	Promedio anual	-	15
		Promedio diario (24 horas)	100	35
6	Corea del Sur	Promedio anual	50	25
		Promedio diario (24 horas)	100	25
7	Australia	Promedio anual	-	8
		Promedio diario (24 horas)	50	25

FUENTE: Kim et al. 2015.

2.2.11. Estándar de Calidad Ambiental para Aire del PM₁₀ y PM_{2,5}.

Según la Ley General del Ambiente N° 28611, 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.

Asimismo, el Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM, Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias, establece los valores que no representen riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente para los contaminantes PM₁₀ y PM_{2,5} (Tabla 5); adicionalmente presentamos las Guías de Calidad del Aire de la Organización Mundial de la Salud (OMS) para el PM₁₀ y PM_{2,5} (Tabla 6) de acuerdo a:

Tabla 5 – Estándares de Calidad Ambiental del Aire para PM₁₀ y PM_{2,5}.

PARÁMETRO	VALOR PERIODO [µg/m ³]	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	MÉTODO DE ANÁLISIS ^[1]
-----------	------------------------------------	-------------------------	-----------------------------------

Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM ₁₀)	24 horas Anual	100 50	NE más de 7 veces al año Media Aritmética Anual	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
Material Particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM _{2,5})	24 horas Anual	50 25	NE más de 7 veces al año Media aritmética anual	Separación inercial/filtración (Gravimetría)

NE: No Exceder. ^[1] o método equivalente aprobado.

FUENTE: Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM.

Tabla 6 – Guías de Calidad del Aire de la OMS para PM₁₀ y PM_{2,5}.

PARÁMETRO	PERIODO	VALOR [µg/m ³]
PM ₁₀	media anual	20
	media de 24 horas	50
PM _{2,5}	media anual	10
	media de 24 horas	25

FUENTE: WHO, 2006.

2.2.12. Reglamento de los Niveles de Estados de Alerta por contaminación del aire.

Según el Decreto Supremo N° 009-2003-SA, Reglamento de los Niveles de Estados de Alerta Nacionales para Contaminantes del Aire y su modificatoria el Decreto Supremo N° 012-2005-SA, establecen los niveles de alerta para el contaminante PM₁₀. Este es un documento de gestión que tiene como fin la implementación de un conjunto de medidas predeterminadas para la prevención de riesgos a la salud y la exposición aguda de la población a los

contaminantes atmosféricos, los niveles de alerta para PM10 son los siguientes:

Tabla 7 – Niveles de Estados de Alerta Nacionales para PM₁₀.

TIPO DE ALERTA	MATERIAL PARTICULADO PM ₁₀	
CUIDADO	>250	Promedio de 24 horas
PELIGRO	>350	Promedio de 24 horas
EMERGENCIA	>420	Promedio de 24 horas

Todos los valores son concentraciones en microgramos por metro cúbico, NE significa no exceder.

FUENTE: Decreto Supremo N° 009-2003-SA; Decreto Supremo N° 012-2005-SA.

2.2.13. Índice de Calidad del Aire – INCA.

A partir de la promulgación de la Resolución Ministerial N° 181-2016-MINAM, se establece el Índice de Calidad del Aire – INCA, que tiene como fin dar a conocer a la población el estado actual de la calidad del aire, presentando la información de forma clara y amigable, a ello se suma la constitución del Sistema de Información de Calidad del Aire – INFO AIRE PERÚ, que forma parte del SINIA, con el objetivo de fomentar el interés por la preservación de un aire limpio, y sensibilizar a los tomadores de decisiones la implementación de las acciones pertinentes que conlleven a la mejora en sus respectivas ciudades.

El INCA se divide en 4 categorías o calificaciones de la calidad del aire. La banda de color verde comprende un rango de valores del INCA de 0 a 50 y significa que la calidad del aire es buena, la banda de color amarillo comprende un rango de valores de 51 a 100 e

indica una calidad moderada del aire; la banda de color anaranjado se encuentra comprendida entre los valores 101 y el valor umbral del estado de cuidado (VUEC) de cada contaminante, lo que nos indica que la calidad del aire es mala; finalmente el color rojo de la cuarta banda nos indica que la calidad del aire es mayor al valor umbral del estado de cuidado del contaminante, a partir de este valor corresponde la aplicación de los Niveles de Estados de Alerta Nacionales por parte de la autoridad de Salud, DIGESA. El Tabla 8 muestra los valores del INCA, con las 4 calificaciones y los colores utilizados para cada caso.

Tabla 8 – Valores del índice de calidad del aire.

CALIFICACIÓN	VALORES DEL INCA	COLORES
Buena	0-50	Verde
Moderada	51-100	Amarillo
Mala	101-VUEC*	Anaranjado
VUEC*	>VUEC*	Rojo

*VUEC: Valor umbral del estado de cuidado

FUENTE: Resolución Ministerial N° 181-2016-MINAM.

De acuerdo a la calificación del INCA la población sensible (niños, tercera edad, madres gestantes, personas con enfermedades respiratorias crónicas y cardiovasculares) y población en general deberán tomar en cuenta los cuidados y recomendaciones que se muestran en el Tabla 9.

Tabla 9 – Cuidados y recomendaciones del índice de calidad del aire.

CALIFICACIÓN	CUIDADOS	RECOMENDACIONES
Buena	La calidad del aire es satisfactoria y no representa un riesgo para la salud.	La calidad del aire es aceptable y cumple con el ECA de Aire. Puede realizar actividades al aire libre.
Moderada	La población sensible podría experimentar algunos problemas de salud.	La calidad del aire es aceptable y cumple con el ECA de Aire. Puede realizar actividades al aire libre con ciertas restricciones para la población sensible.
Mala	La población sensible podría experimentar problemas de salud. La población en general podría sentirse afectada.	Mantenerse atento a los informes de calidad del aire. Evitar realizar ejercicio y actividades al aire libre.
Umbral de cuidado	La concentración del contaminante puede causar efectos en la salud de cualquier persona y efectos serios en la población sensible.	Reportar a la Autoridad de Salud para que declare los Niveles de Estados de Alerta de acuerdo al Decreto Supremo N° 0092003- SA y su modificatoria Decreto Supremo N° 012-2005-SA.

FUENTE: Resolución Ministerial N° 181-2016-MINAM.

2.2.14. Relación entre el PM_{2,5} y el PM₁₀

La relación entre el PM_{2,5} y el PM₁₀ expresa la cantidad de material fino, casi todo de origen antrópico, y el total de partículas menores a diez micrómetros presentes en el aire ambiental. Esta relación

permite estimar la concentración de un parámetro conociendo el otro. Si se conoce esta relación en una ciudad, se cuenta con parte de la información necesaria para tomar acciones más eficaces de control sobre las fuentes (Galvis et al, 2006; Pacsi, 2016).

La relación $PM_{2,5} / PM_{10}$ ha sido calculada por diversos estudios llevados a cabo en ciudades latinoamericanas y del mundo. Valores encontrados por varios autores para la relación $PM_{2,5}/PM_{10}$ en diferentes ciudades y países del mundo se presentan en el Tabla 10. Una relación superior a 0.60 sería esperable bajo la influencia directa de fuentes de combustión, mientras que se esperaría una relación inferior a 0.30 bajo la influencia directa de polvo resuspendido o erosión (Querol et al. 2004).

Existen diferentes valores encontrados para la relación $PM_{2,5}/PM_{10}$ originada principalmente en las diferencias geológicas, climáticas, atmosféricas, y en las diversas fuentes de contaminación, que aun dentro de una misma ciudad influyen cada sitio de monitoreo (Antonel y Chowdhury, 2014; Arciniegas y Rodríguez, 2005; OMS, 2006).

Tabla 10 –Relaciones $PM_{2,5} / PM_{10}$ para Lima Metropolitana y otras ciudades.

País	Ciudad/zona	Estación	$PM_{2,5}/PM_{10}$
Perú	Lima norte	Santa Luzmila	0.50
	Lima sur	María Auxiliadora	0.60

	Lima este	Hipólito Unanue	0.66
	Lima centro	Conaco	0.75
	Callao	Callao	0.72
Colombia	Bogotá		0.60
México	México DF		0.50-0.70
Chile	Santiago		0.40-0.60
Inglaterra	Birmingham		0.50-0.80
España	Barcelona		0.60
	País Vasco		0.74
Camerún	Bafoussam		0.65 ± 0.05
	Bamenda		0.75 ± 0.05
	Yaoundé		0.78 ± 0.09
Egipto	El Gran Cairo		0.51

FUENTE: Antonel y Chowdhury, 2014; Galvis et al, 2006; Pacsi, 2016; Safar y Labib, 2010; Viana, 2003

2.2.15. Método Pasivo de Monitoreo de Partículas.

Este método de muestreo colecta un contaminante específico por medio de su adsorción y/o absorción en un sustrato químico seleccionado. Después de su exposición por un período adecuado de muestreo, que puede variar desde una hora hasta meses o inclusive un año, la muestra se regresa al laboratorio donde se realiza la desorción del contaminante para ser analizado

cuantitativamente. Los equipos utilizados se conocen como muestreadores pasivos que se presentan en diversas formas y tamaños, principalmente en forma de tubos o discos.

Ventajas:

- Simplicidad en la operación y bajo costo (no requiere energía eléctrica).

Desventajas:

- No desarrollados para todos los contaminantes, sólo proporcionan valores promedios con resoluciones típicas semanales o mensuales; no tienen gran exactitud (sirven solo como valor referencial), en general requieren de análisis de laboratorio. Fuente: Molina, M.J. Estrategia Integral de Gestión de la Calidad del Aire. México 2001.

2.2.16. Método Activo de Monitoreo de Partículas.

Requiere de energía eléctrica para succionar el aire a muestrear a través de un medio de colección físico o químico. El volumen adicional de aire muestreado incrementa la sensibilidad, por lo que pueden obtenerse mediciones diarias promedio. Los muestreadores activos se clasifican en burbujeadores (gases) e impactadores (partículas); dentro de estos últimos, el más utilizado actualmente es el muestreador de alto volumen "High – Vol." (Para PST, PM10 y PM2.5).

Ventajas: Fácil de operar, muy confiables y costo relativamente bajo (requieren energía eléctrica).

Desventajas. No se aprecian los valores mínimos y máximos durante el día, sólo promedios generalmente de 24 horas; requieren de análisis de laboratorio. Fuente: Molina, M.J. Estrategia Integral de Gestión de la Calidad del Aire. México 2001.

2.2.17. Selección de áreas de monitoreo de partículas atmosféricas sedimentables

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:

Definir claramente el propósito de la red o estación de monitoreo, 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), 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). 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). Inspeccionar los sitios potenciales en cada área. Selección final del sitio.

Fuente: DIGESA, 2005.

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:

Fuente: DIGESA, 2005.

2.2.17.1. Objetivo del monitoreo

Definen apropiadamente las áreas seleccionadas para el estudio, por ejemplo, el monitoreo orientado hacia el

tránsito puede incluir estaciones ubicadas en zonas de tránsito peatonal o cerca de las carreteras, mientras que los estudios epidemiológicos pondrán énfasis en los entornos periurbanos versus los entornos céntricos donde se produce la exposición humana.

Fuente: DIGESA, 2005.

2.2.17.2. Seguridad del sitio de instalación

Considerar sitios que no presenten problemas para la permanencia de los equipos, ya sea por actos vandálicos o por fenómenos de la naturaleza.

Fuente: DIGESA, 2005.

2.2.17.3. Inventario de emisiones

Conocer la información de ubicación de fuentes y sus emisiones. De no contar con un inventario total de emisiones, es importante conocer por lo menos la ubicación de las fuentes emisoras y la información básica de qué contaminantes emiten.

Fuente: DIGESA, 2005.

2.2.17.4. Monitoreo de la calidad del aire

La información generada permite localizar áreas problemáticas, de no contar con ellas se puede diseñar estudios de sondeo para proporcionar información sobre los problemas de contaminación en la localidad.

Fuente: DIGESA, 2005.

2.2.17.5. Resultado de simulaciones de modelos de dispersión

Los resultados de las simulaciones de modelos se pueden usar para predecir la dispersión de los contaminantes, lo que puede ser de ayuda en la selección de sitios. Fuente: DIGESA, 2005.

2.2.17.6. Consideraciones atmosféricas

Las consideraciones atmosféricas pueden influir en la variabilidad espacial y temporal de los contaminantes y en su transporte. La meteorología debe ser considerada en conjunto con la situación geográfica del sitio y junto con ello factores como altura, dirección y extensión de las sondas de monitoreo. Fuente: DIGESA, 2005.

2.2.17.7. Topografía

La influencia de la topografía en la dispersión de contaminantes afecta directamente al flujo de aire y por ende la selección del sitio de monitoreo. El cuadro siguiente refiere los principales rasgos topográficos a ser considerados en este ítem: Fuente: DIGESA, 2005.

2.2.17.8. Otros datos

Información como datos demográficos, salud, población o usos de suelo, y sobre todo con el uso de sistemas de información geográfica, pueden servir en la identificación de sectores impactados o más susceptibles, por sus características, a la contaminación. Fuente: DIGESA, 2005.

Como las mediciones se llevarán a cabo en sitios donde la calidad del aire es representativa de la zona que está sujeta a investigación, no podrá haber obstáculos que afecte el movimiento del aire en el sitio, ni fuentes de emisión que puedan invalidar las muestras por el arrastre a la toma del muestreador de las emisiones de alguna fuente. Es decir, el movimiento del aire alrededor de la entrada de la toma muestra deberá estar libre de restricciones que afecten el flujo del aire en las cercanías del muestreador, por lo que se

recomienda ubicarlo algunos metros alejado de edificios, balcones, árboles, etc. Algunas de las recomendaciones que se fijan en los manuales de los diferentes organismos se presentan a continuación: Fuente: DIGESA, 2005.

Para asegurar el flujo lo más libre posible, se deben evitar árboles y edificios en un área de 10 metros alrededor del sitio de muestreo y no tomar muestras en las superficies laterales de los edificios.

- En lo posible, deben rechazarse las interferencias en las estaciones de muestreo, por la circulación local que depende de factores topográficos.
- Para minimizar los efectos de las fuentes locales, se recomienda instalar la estación de monitoreo a una distancia de por lo menos 20 metros de cualquier fuente industrial, doméstica o de carreteras con alto tráfico vehicular.
- La entrada del muestreador debe estar entre 1.5 y 4 metros sobre el nivel del piso. Una altura de 1.5 metros se utiliza para estimar exposiciones potenciales del ser humano a situaciones de gran carga de tráfico vehicular. Sin embargo, para evitar el vandalismo en algunos sitios de monitoreo, se prefiere instalar la toma de muestra a una altura de 2.5 metros. Existen algunas circunstancias, para los estudios de los antecedentes de

contaminación en ciudades, en donde no es posible cumplir con el requisito de una altura de 4 metros, por lo cual se ha realizado instalaciones de toma de muestra hasta 8 metros de altura.

- La entrada del muestreador no debe localizarse cerca de fuentes de contaminación, para evitar arrastres de plumas de chimeneas domésticas o industriales.
- Para medir los parámetros meteorológicos se recomienda instalar los instrumentos a una altura de 10 metros sobre el nivel del suelo, y tomar mediciones a diferentes alturas con el objeto de obtener gradientes térmicos Fuente: DIGESA, 2005.

2.2.18. Selección de puntos de monitoreo de partículas atmosféricas sedimentables

- Existen algunos criterios generales para la ubicación de puntos de muestreo tales como: Unidades socio – económicas, donde se toma en cuenta las actividades económicas como: lugares donde se encuentra la mayor concentración del comercio, calles de la ciudad con mayor tránsito vehicular y locales con mayor concurrencia poblacional. La geografía, topografía del área para que sea accesible la toma de muestra sin

dificultades. Además de ello se considera la dirección del viento predominante, el cual determina el arrastre de las partículas. Fuente: Organización Mundial de la Salud, 2005

Para obtener muestras representativas de la concentración de PAS en una ciudad, se debe considerar las recomendaciones establecidas por la OMS, donde indica que el número de puntos de muestreo se determinan en base a la cantidad de personas que habitan en un sitio o lugar, en el cuadro 2, se detalla las recomendaciones según la (OMS) para el número de puntos de monitoreo

Cuadro 2 Recomendaciones de la OMS de la cantidad mínima de puntos de muestreo

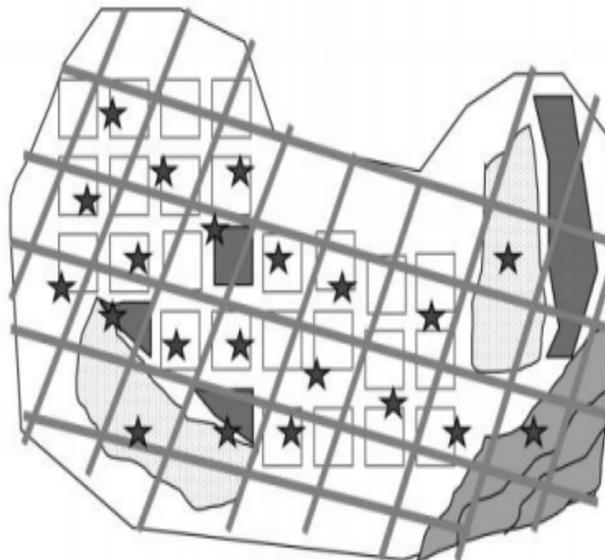
Población urbana (millones)	PM	SO ₂	NO _x	Oxidantes	CO	Meteorológicos
> a 1	2	4	1	1	1	1
1 – 4	5	5	2	2	2	2
4 – 8	8	8	4	3	3	2
< a 8	10	10	5	4	4	3

FUENTE: Organización Panamericana de la Salud

En ciudades de alta densidad industrial se deberán instalar más estaciones para medición de partículas y SO₂; En zonas donde utilizan combustibles pesados se incrementa el número de estaciones de SO₂; En zonas con tráfico intenso se duplicará las estaciones de CO y

NOX. En ciudades con poblaciones que superan los 04 millones de habitantes, de tráfico ligero se puede reducir las estaciones de CO y NOX. El número de estaciones depende muchas veces del grado de homogeneidad del uso de suelo, condiciones topográficas, densidad de habitantes, etc. Para realizar el estudio de distribución de los contaminantes, se debe “saturar” el área delimitada de estudio, para ello se deben establecer cuadrículas con igual extensión, dentro de las cuales se ubican las estaciones de monitoreo

Cuadro 3 Determinación de número de estaciones de monitoreo, mediante el uso de cuadrículas



FUENTE: Organización Panamericana de la Salud

2.2.18.1. Selección y distribución de los puntos de monitoreo

La identificación de los lugares donde se establecen los sitios de monitoreo depende de los objetivos de las mediciones, los cuales pueden ser la determinación de la concentración de referencia, caracterización de las fuentes o exposición de seres humanos y naturaleza a la contaminación, entre otros

Cuadro N° 1: Relación entre topografía, flujo de aire y la selección de los sitios de monitoreo del aire

Categoría	Caracterización
A Nivel del suelo	Alta concentración de contaminantes con alto potencial de acumulación. Sitio a 3 – 5 metros de mayor arteria de tráfico, ubicado en lugar donde la ventilación natural es restringida. Medición a 3 – 6 metros sobre suelo.
B Nivel del suelo	Alta concentración de contaminantes con bajo potencial de acumulación. Sitio a 3 – 15 metros de mayor arteria de tráfico, ubicado en lugar con buena ventilación natural. Medición a 3 – 6 metros sobre suelo.
C Nivel del suelo	Mediana concentración de contaminantes. Sitio a 15– 60 metros de mayor arteria de tráfico. Medición a 3– 6 metros sobre suelo
D Nivel del suelo	Baja concentración de contaminantes. Sitio a más de 60 metros de arteria de tráfico. Medición a 3 – 6 metros sobre suelo
E Aire libre	Medición a 6 – 45 metros sobre suelo. Dos subclases definidas: (1) buena exposición hacia todas las direcciones (p. ej. encima de edificio) o (2) exposición hacia una dirección específica (medición en una ventana).

FUENTE: Manual de laboratorio, programa de monitoreo de aire

puro

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

- **Contaminación ambiental.** - La contaminación ambiental es la presencia de sustancias nocivas para los seres vivos que irrumpen en la composición de los elementos naturales, como el agua, el suelo y el aire. Tenemos varias clases de contaminación: atmosférica, hídrica, del suelo, sonora, visual, entre otras.
- **Ecología.** - Del griego oikos = casa, logos = discurso o tratado. El estudio de las interacciones de los organismos con su ambiente físico y entre sí, y los resultados de estas interacciones.
- **Calidad del Aire.** - Se entiende por calidad del aire la adecuación a niveles de contaminación atmosférica, cualesquiera que sean las causas que la produzcan, que garanticen que las materias o formas de energía, incluidos los posibles ruidos y vibraciones, presentes en el aire no impliquen molestia grave, riesgo o daño inmediato o diferido, para las personas y para los bienes de cualquier naturaleza
- **Monitoreo de la Calidad del Aire.** - El monitoreo es la herramienta básica para conocer el estado actual y los cambios de la calidad del aire. Una red de monitoreo aun con tecnología sencilla debe ser operada bajo los lineamientos de los ministerios o autoridades ambientales de acuerdo a sus necesidades.
- **Contaminación del Aire.** - La contaminación del aire es una mezcla de partículas sólidas y gases en el aire. Las emisiones de los automóviles, los compuestos químicos de las fábricas, el polvo, el polen y las esporas de moho pueden estar suspendidas como

partículas. El ozono es un gas que es un componente fundamental de la contaminación del aire en las ciudades. Cuando el ozono forma la contaminación del aire también se denomina smog.

- **Riesgos a la salud humana.** - En efecto, la contaminación atmosférica urbana aumenta el riesgo de padecer enfermedades respiratorias agudas, como la neumonía, y crónicas, como el cáncer del pulmón y las enfermedades cardiovasculares. La contaminación atmosférica afecta de distintas formas a diferentes grupos de personas.
- **Análisis de Varianza.** - Es una colección de modelos estadísticos y sus procedimientos asociados, en el cual la varianza está particionada en ciertos componentes debidos a diferentes variables explicativas. La idea básica del análisis de varianza es comparar la variación total de un conjunto de muestras, permitiendo descomponerla en variación debida al "factor", "tratamiento" o tipo de situación estudiada, y en variación dentro de cada "factor", "tratamiento" o tipo de situación estudiada. Fuente: Calzada Benza, José (1985). Perú.
- **Coefficiente de Curtosis (g_2).** - Analiza el grado de concentración que presentan los valores alrededor de la zona central de la distribución. Se definen 3 tipos de distribuciones según su grado de curtosis:
- **Distribución Mesocúrtica.** - Presenta un grado de concentración medio alrededor de los valores centrales de la variable (el mismo

que presenta una distribución normal). $g^2 = 0$ (distribución Mesocúrtica).

- **Distribución Leptocúrtica.** - Presenta un elevado grado de concentración alrededor de los valores centrales de la variable. $g^2 > 0$ (distribución Leptocúrtica).

- **Distribución Platicúrtica.** - Presenta un reducido grado de concentración alrededor de los valores centrales de la variable. $g^2 < 0$ (distribución Platicúrtica). Fuente: Calzada Benza, José (1985). Perú.

- **Coefficiente de Asimetría.** - Se refiere a si la curva que forman los valores de la serie presenta la misma forma a izquierda y derecha de un valor central (media aritmética).

Los resultados pueden ser los siguientes:

- $g_1 = 0$ (distribución simétrica; existe la misma concentración de valores a la derecha y a la izquierda de la media).
- $g_1 > 0$ (distribución asimétrica positiva; existe mayor concentración de valores a la derecha de la media que a su izquierda).
- $g_1 < 0$ (distribución asimétrica negativa; existe mayor concentración de valores a la izquierda de la media que a su derecha). Fuente: Calzada Benza, José (1985). Perú.

- **Coefficiente de Variación.** - Es una medida de variación Relativa, que mide el grado de dispersión de un conjunto de datos en relación con su media.

Los resultados pueden ser los siguientes:

- 26% o más (Muy heterogéneo).
- 16% a 25% (Heterogéneo).
- 11% a 15% (Homogéneo).
- 0% a 10% (Muy homogéneo).

Fuente: Calzada Benza, José (1985). Perú.

- **Contaminación.** - Se denomina contaminación ambiental a la presencia en el ambiente de cualquier agente (físico, químico o biológico) o bien de una combinación de varios agentes medibles en lugares, formas y concentraciones tales que sobrepasen los Límites Máximos Permisibles (LMP) y sean o puedan ser nocivos para la salud, la seguridad o para el bienestar de la población, o bien, que puedan ser perjudiciales para la vida vegetal o animal, o impidan el uso normal de las propiedades y lugares de recreación y goce de los mismos. Fuente: Silva Cotrina et al. 2008. Perú.

- **Muestreo.** - Muestreo es seleccionar un subconjunto de casos o individuos de una población. Una muestra estadística se obtiene con la intención de inferir las propiedades de la totalidad de la población, por lo que la muestra debe ser representativa. Para cumplir con esta característica, la inclusión de sujetos en la muestra debe seguir una técnica de muestreo. En tales casos, puede

obtenerse una información similar a la de un estudio exhaustivo con mayor rapidez y menor costo. Fuente: Harris Cyril. (1995).

- **Monitoreo.** - Monitoreo significa en general observar o controlar algo. En el contexto del lugar de trabajo, el monitoreo se refiere a la vigilancia de las prácticas laborales en comparación con un conjunto establecido de estándares laborales llevada a cabo por una persona (o varias personas) con una presencia regular o frecuente en el lugar de trabajo y con acceso irrestricto a la gerencia y el personal. “Frecuente”, en este contexto, significa estar presente en el lugar de trabajo con la frecuencia suficiente para poder detectar variaciones en una conducta estándar. En el contexto de un código de prácticas laborales, monitoreo significa observar lugares de trabajo cubiertos por un código para determinar si se implementan y se cumplen con las disposiciones del código. Esto puede contrastarse con los términos “inspección” o “auditoría” que pueden describir actividades que no son necesariamente continuas o repetidas.

Fuente: Silva Cotrina et al. 2008. Perú.

- **Estación de Monitoreo.** - Sitio geográfico exacto donde se realiza el muestreo de un ecosistema, en particular de su vegetación (geografía, fisionomía, composición florística). Generalmente los puntos de muestreo son indicados en fotografías aéreas y sus coordenadas son verificadas mediante el uso de un GPS.

Fuente: Silva Cotrina et al. 2008. Perú.

- **Partículas Sedimentables.** - Son todas las partículas sólidas que se encuentran en el aire y pueden sedimentarse sobre la superficie terrestre u objeto o infraestructura que lo ocupe y está formado entre otras cosas por polvo, polen, hollín, humo, etc.

Fuente: Harris Cyril.(1995).

- **Estratiforme.** - Tipo de nube que forma capas grises que cubren uniformemente el cielo. Incluye a los estratos, nimboestratos, altoestratos y cirroestratos.

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

El grado de contaminación ambiental de partículas sedimentables atmosféricas en la ciudad de Cerro de Pasco es moderado.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA

El método de muestro activo, permite conocer la calidad de aire, presencia de metales y valores metereológicos en la zona urbana de la ciudad de Cerro de Pasco.

2.5. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

Las variables que intervienen en el presente estudio son las siguientes:

2.5.1. Variables Independientes

(X): Grado de contaminación ambiental por partículas atmosféricas sedimentables

2.5.2. Variables Dependientes

(Y): Método de muestreo activo.

CAPITULO III

III. METODOLOGÍA

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación es de tipo Descriptivo, porque se trabajó sobre **realidades de hechos**, y su característica fundamental es la de presentar una interpretación correcta del estudio. (Hernández, 2012)

La investigación descriptiva es la que se utiliza, para describir la realidad de situaciones, eventos, personas, grupos o comunidades que se estén abordando y que se pretenda analizar.

En este tipo de investigación la cuestión no va mucho más allá del nivel descriptivo; ya que consiste en plantear lo más relevante de un hecho o situación concreta.

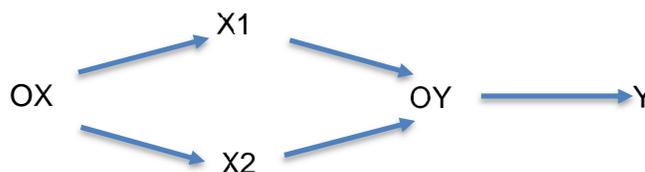
De todas formas, la investigación descriptiva no consiste únicamente en acumular y procesar datos, también se debe definir el análisis y los procesos que involucrará la investigación,

A grandes rasgos, las principales etapas a seguir en una investigación descriptiva son: examinar las características del tema a investigar, definirlo y formular hipótesis, seleccionar la técnica para la recolección de datos y las fuentes a consultar. .

3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

La investigación presenta un diseño Descriptivo Correlacional. (Tamayo y Tamayo, Mario 1990), este tipo de estudio descriptivo tiene como finalidad determinar el grado de relación o asociación no causal existente entre dos o más variables. Se caracterizan porque primero se miden las variables y luego, mediante pruebas de hipótesis correlacionales y la aplicación de técnicas estadísticas, se estima la correlación. Aunque la investigación correlacional no establece de forma directa relaciones causales, puede aportar indicios sobre las posibles causas de un fenómeno. Este tipo de investigación descriptiva busca determinar el grado de relación existente entre las variables

Para esta investigación se describe de la siguiente manera:



Donde:

OY = Variable Dependiente – Posibles afecciones a la salud de las personas.

OX = Variable Independiente – Contaminación Ambiental por partículas atmosféricas sedimentables

X1 = Monitoreo calidad de aire

X2 = Estudio Geológico y Geotécnico en la ciudad de Cerro de Pasco

Y = Riesgos a la salud de las personas expuestas

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1. Población.

La presente investigación tuvo como población a todas las personas que se encuentran en la Ciudad de Cerro de Pasco (Zona Urbana), Actualmente tiene una población de más de 56 959 habitantes según el XII Censo de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas 2017, divididos entre los distritos de Chaupimarca (25 600 habitantes), Yanacancha (25 029 habitantes) y Simón Bolívar (6 330 habitantes).

Tabla 11 –Ubicación de las estaciones de monitoreo

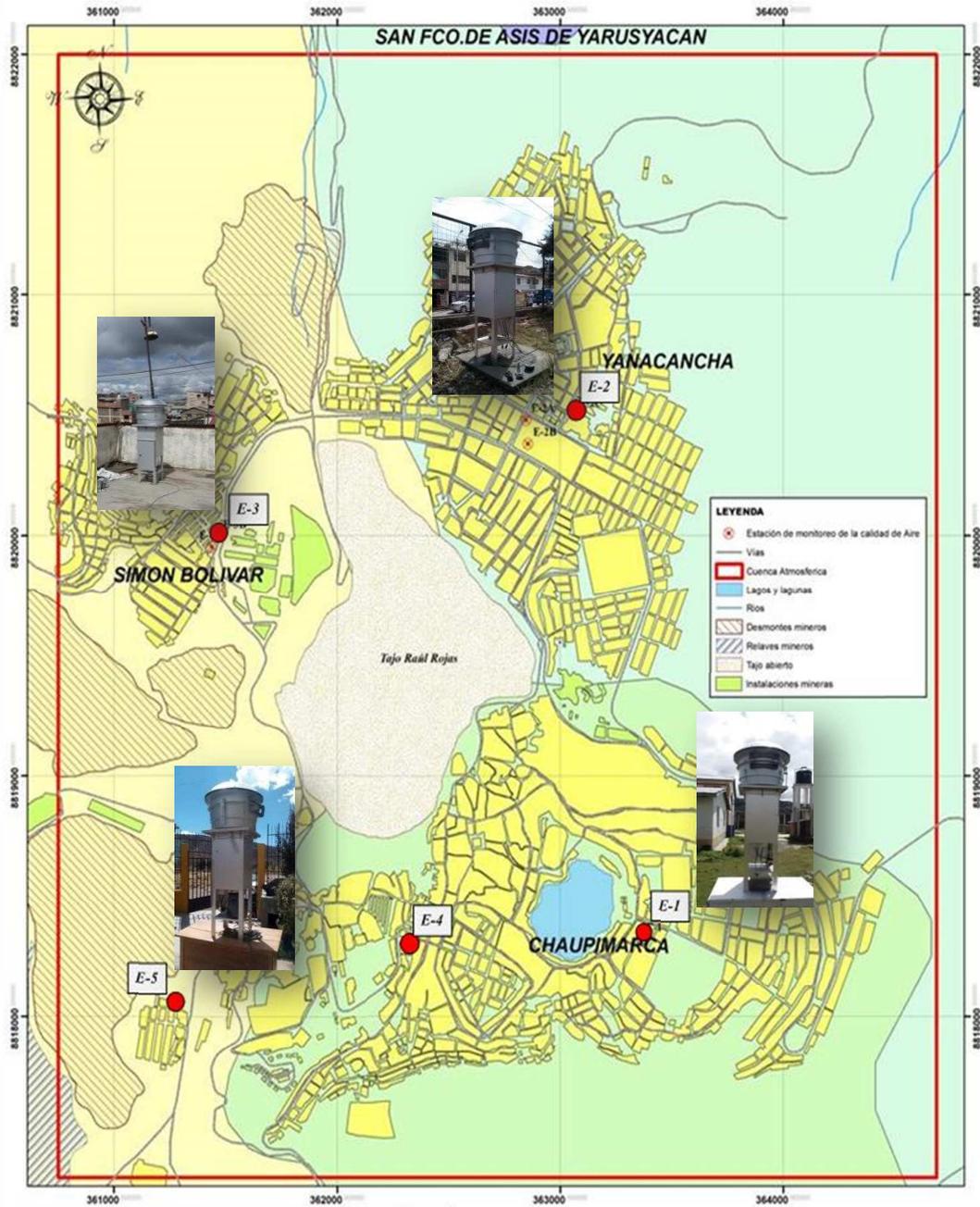
Código	Estación Monitoreo	Ubicación	Coord. UTM WGS 84		Distrito
			E	N	
E - 1	Centro de Salud Túpac Amaru	Av. 9 de diciembre- AA.HH. Túpac Amaru	0363364	8818319	Chaupimarca
E - 2	Casa Museo Daniel A. Carrión - UNDAC	Esq. Av. Los Incas y DA Carrión s/n San Juan	0363060	8820502	Yanacancha
E- 3	Puesto de Salud Paragsha.	Barrio San Andrés Centro Poblado Paragsha	0361437	8819954	Simón Bolívar

Fuente: Dirección Regional de Salud Pasco

Tabla 12 –Equipos y parámetros

PARÁMETROS	EQUIPOS	MARCA	MODELO	SERIE
Material Particulado menor a 10 micras (PM ₁₀)			G10557	P9198X
Metales pesados (Pb, Zn, Cu, Fe, Mn, Cd, Cr)	Muestreador de alto volumen PM10 /Venturi (03)	Thermo Fisher Scientific.	GUV - 15H-1-60	P5691
			GUV - 15H-1-60	P5694
Meteorológicos (Temperatura, Presión Barométrica, Precipitación, Dirección y velocidad de viento)	Estación meteorológica inalámbrica (01)	Oregon Scientific	WMR968.	
	Almacenamiento de los datos meteorológicos a través del software Virtual Weather Station V 14.01.			

Gráfico 2 – Mapa de Ubicación del Proyecto



Fuente: Dirección Regional de Salud de Pasco

3.4. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

Método de investigación analítico descriptivo:

Con el propósito de establecer una metodología óptima para la determinación del grado de contaminación ambiental por partículas atmosféricas sedimentables, se llevó a cabo una serie de procesos como son: análisis de la información, selección de una metodología de identificación y determinación del grado de contaminación, para finalmente proponer acciones de remediación.

Para desarrollar esta investigación se ha tomado los datos resultantes de los monitoreos que ha realizado en la Dirección Regional de Salud Pasco, información emitida en cumplimiento a los lineamientos legales determinado a través de la Dirección General de Salud, en su rol de vigilantes de la salud publica en la Región de Pasco.

Asi mismo se tomaron datos muy importantes del estudio Geológico de Pasco, instrumento elaborado por la Municipalidad Provincial de Pasco y finalmente se ha tomado datos del equipo de medición a tiempo real Fie Dust Monitor System (Equipo de monitoreo de Alto Volumen – Equipo de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión), con la finalidad de realizar la comparación y validación de los datos obtenidos en los monitoreos de las cuatro estaciones.

3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Técnicas

Se recopiló toda clase de información teórica – científica, los cuales fueron fundamental para poder armar nuestro marco teórico y resultados del estudio, logrando orientar con eficacia esta investigación, descritos de la siguiente manera:

Observación: Consistió en observar el campo de estudio en busca de información explorando, describiendo y comprendiendo el contexto del estudio.

Identificación de la contaminación ambiental: Consistió en identificar el grado de contaminación ambiental por partículas atmosféricas sedimentables, teniendo como indicadores los parámetros establecidos en los ECAS

Resultados de los monitoreos de calidad de aire

Consistió en recopilar los resultados de los monitores ambientales realizados por la Dirección Regional de Salud de Pasco, y de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Instrumentos

Para la recolección de los datos se utilizaron diversos instrumentos:

- Informe de Resultados de los monitoreos realizados en el 2016, 2017 y primer semestre del 2018.
- Registros documentarios existentes en la zona de la población en estudio.

- Recopilación de contenidos: Estudios ambientales anteriores en la zona de estudio.
- Fuentes documentales y fuentes fotográficas
- Fichas, apuntes y notas en libreta.

3.5.1. Fases de recolección de datos

Fase I.

Consistió en la observación del campo de estudio para explorar, describir, identificar y comprender la realidad de la investigación y así mismo poder realizar el análisis y el diagnóstico del grado de contaminación ambiental por partículas atmosféricas sedimentables, e identificar los niveles de riesgo que la población cercana se encuentra expuesta.

Fase II

Se realizó la relocalización de los principales estudios, e instrumentos de gestión que se ha desarrollado en los sectores locales competentes, estos desarrollados en los últimos 10 años, permitiendo fundamentar de manera exacta el objetivo de esta Tesis, detallando de la siguiente manera:

- A. Monitoreo de calidad de aire en Cerro de Pasco desarrollado en noviembre del 2008, elaborado por el Ing. Víctor Chávez Morote y el Tec. Carlos Guillén Carrera, integrantes de la Oficina de Vigilancia y Monitoreo de la Calidad del Aire del

Área de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica, Dirección de Ecología y Protección del Ambiente, Dirección General de Salud Ambiental, Ministerio de Salud.

B. Plan de Acción para la Mejora de la calidad de Aire en la cuenca atmosférica de Pasco, aprobado la Resolución Ministerial N° 309-2013-MINAM, publicado el 12 de octubre del 2013, en este instrumento de gestión ambiental se ha desarrollado inicialmente un diagnóstico detallado del estado situacional de la cuenca atmosférica en la localidad, con un plazo de ejecución de 05 años.

C. Estudio Geológico Geoquímico en el Distrito de Chaupimarca, Provincia Pasco – Pasco,

Por encargo de la Municipalidad Provincial de Pasco se realizó el estudio geológico – geoquímico del distrito de Chaupimarca, en un área de trabajo que involucra desde la parte norte como límite el Asentamiento Humano Miguel Bravo Quispe, al lado Este el Asentamiento Humano Tahuantinsuyo, al lado Oeste los límites del tajo de la Empresa Cerro S.A.C. y al lado Sur el Pueblo Joven de Uliachín haciendo un total de 250 Hectáreas.

Los trabajos geológicos consistieron en el cartografiado geológico a escala 1:2000 con el uso de GPS, planos topográficos base del Google Earth; se caracterizó la litología de los afloramientos existentes y accesibles siendo las rocas calcáreas frescas del Grupo Pucará la mayor parte del área mapeada y en menor proporción rocas calcáreas silicificadas en partes brechada con una alteración supérgena que oxida los afloramientos presentando abundante Óxido de Hierro (Limonitas, Goethitas, Hematitas) y Oxido de Manganeso.

Teniendo el cartografiado Geológico de diseño un programa de muestreo selectivo del tipo Rock Chip obteniendo 11 muestras de 3 Kg. El muestreo superficial fue realizado sobre afloramientos de distintas características geológicas como rocas con predominancia de Óxido de Hierro, rocas dolomitizadas con Oxido de Manganeso, rocas de caliza fresca con el objetivo de determinar el contenido de los elementos químicos de la roca.

El laboratorio encargado del ensayo geoquímico por Au+35 elementos fue CERTIMIN S.A., laboratorio de ensayo acreditado por organismo peruano de acreditación INACAL-DA con registro N° LE 022; se realizó un análisis multielemental por ICP-OES – Digestión Multiácida HF,

HClO₄, HNO₃ y HCl). (Validado en Ag, Cu, Pb, Zn); obteniendo valores en los siguientes elementos: As (entre 9 y 1385 ppm); Ba (entre 13 a 2311 ppm); Cd (entre 0.9 a 19 ppm) y Pb (entre 1.9 a 1537)

Fase III. Trabajo de campo:

Se realizo de manera conjunta con los especialistas los trabajos de monitoreo ambiental, con los profesionales de la Dirección Regional de Salud de Pasco, detallados de la siguiente manera:

- A. La metodología de muestreo y análisis se desarrolla teniendo en cuenta el “Protocolo de monitoreo de la calidad de aire y gestión de los datos de DIGESA” aprobado mediante Resolución Directoral N° 1404-2005/DIGESA/SA.
- B. Parámetros Evaluados
 - Material Particulado (PM₁₀)
 - Metales Pesados (pb, Cd, Cu, Mn, Fe, Zn, As, Be, Mo, Li, Hg, Se, Ni, Sb, Se)
- C. Parámetros Metereológicos
 - Dirección del Viento
 - Velocidad del Viento
 - Temperatura

- Presión Barométrica
- Precipitación
- Radiación Solar

Fase IV

Esta parte del estudio consistió en el manejo de los datos obtenidos y el control de calidad para poder realizar la interpretación, descripción del contexto y poder explicar los sucesos.

Fase V

En esta fase última del estudio consistió en describir la realidad

encontrada y analizarla con los parámetros establecidos, antecedentes del estudio y la realidad; así mismo se establecieron las conclusiones y recomendaciones.

3.6. ANÁLISIS DE DATOS

Se procedió a la siguiente secuencia para el análisis de datos:

- Revisión de material recolectado.
- Codificación textual de los datos.
- Análisis e Interpretación de datos.
- Determinación de conclusiones y recomendaciones

CAPITULO IV

IV. RESULTADOS

4.1. RESULTADOS DEL MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE – NOVIEMBRE 2008 (1er estudio realizado)

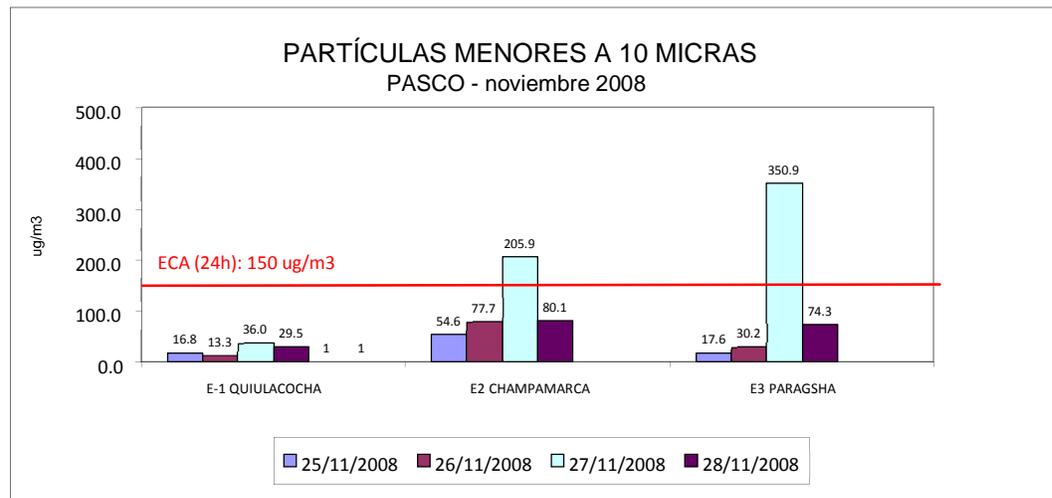
El primer monitoreo de calidad del aire en la ciudad de Cerro de Pasco se realizó del 24 al 30 de noviembre del 2008, para lo cual se establecieron 03 puntos de monitoreo ubicados en los centros poblados de Quiulacocha, Champamarca y Paragsha, con Equipos Muestreadores de Alto Volumen para la determinación de Partículas Menores a 10 micras y metales pesados.

Tabla 13 –Partículas Menores A 10 MICRAS (PM10)

FECHA	E-1 QUIULACOCHA	E2 CHAMPAMARCA	E3 PARAGSHA	ECA (24h)
25/11/2008	16.8	54.6	17.6	150
26/11/2008	13.3	77.7	30.2	150
27/11/2008	36.0	205.9	350.9	150
28/11/2008	29.5	80.1	74.3	150
PROM	26.3	104.6	118.2	
MIN	13.3	54.6	17.6	
MAX	36.0	205.9	350.9	

Nota: Los valores están expresados en microgramos por metro cúbico (ug/m3) ECA: Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Aire
Fuente: DIGESA

Gráfico 3 – Partículas menores a 10 micras



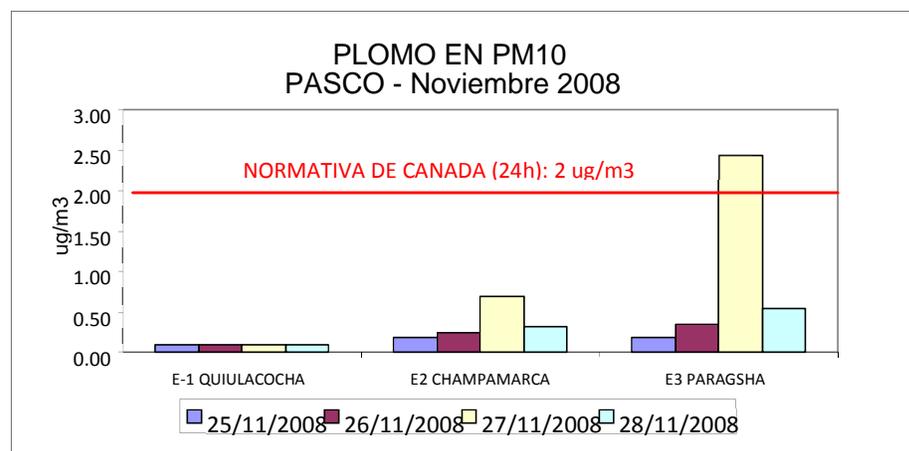
Fuente: DIGESA

Tabla 14 –METALES: COBRE, MANGANESO, HIERRO, PLOMO, ZINC, CROMO Y CADMIO

ESTACIÓN	FECHA	Cu	Mn	Fe	Pb	Zn	Cr	Cd
E-1 QUIULACOCHA	25/11/2008	0.05	0.04	0.40	0.09	0.04	0.03	0.03
	26/11/2008	0.05	0.05	0.42	0.09	0.04	0.03	0.03
	27/11/2008	0.05	0.12	1.01	0.09	0.11	0.03	0.03
	28/11/2008	0.04	0.06	0.52	0.09	0.06	0.03	0.03
	PROMEDIO	0.05	0.07	0.59	0.09	0.06	0.03	0.03
E2 CHAMPAMARCA	25/11/2008	0.05	0.20	1.57	0.18	0.19	0.03	0.03
	26/11/2008	0.04	0.32	2.39	0.24	0.28	0.03	0.03
	27/11/2008	0.08	0.83	8.77	0.68	0.71	0.03	0.03
	28/11/2008	0.04	0.27	2.45	0.32	0.26	0.03	0.02
	PROMEDIO	0.05	0.40	3.79	0.35	0.36	0.03	0.03
E3 PARAGSHA	25/11/2008	0.05	0.11	0.65	0.18	0.15	0.03	0.03
	26/11/2008	0.05	0.27	1.63	0.34	0.40	0.03	0.03
	27/11/2008	0.15	5.15	21.50	2.43	5.71	0.03	0.03
	28/11/2008	0.05	0.75	3.40	0.54	0.90	0.03	0.03
	PROMEDIO	0.07	1.57	6.79	0.87	1.79	0.03	0.03
NORMATIVA DE CANADÁ		50	2.50	25	2	120	1.5	2.0

Nota: Los valores están expresados en microgramos por metro cúbico (ug/m3) <: por debajo de su respectivo Límite de Detección.

Gráfico 4 – Plomo en PM10



Fuente: DIGESA

Tabla 15 –TEMPERATURA AMBIENTAL

	PARAGSHA		QUIULACOCHA		
	25-Nov	26-Nov	27-Nov	28-Nov	29-Nov
00:00		4.1		5.1	2.2
00:30		3.9		3.8	1.4
01:00		3.9		3.7	1.3
01:30		3.4		2.6	0.9
02:00		2.7		1.8	0.9
02:30		2.4		2.3	1.1
03:00		2.3		2.2	1
03:30		2.2		2	0.5
04:00		1.9		2.4	0.4
04:30		2.1		2.8	-0.2
05:00		2.2		2.3	-0.3
05:30		2		1.8	0.1
06:00		2.5		1.6	0.6
06:30		3.3		2.4	1.3
07:00		3.6		2.3	1.3
07:30		4.9		4.3	2.5
08:00		5.7		7.1	5
08:30		6.3		7.7	5.6
09:00		5.7		7.5	8.4
09:30		5.8		8.7	
10:00		6.8		10.3	
10:30		7.1	9.8	10.6	
11:00			8.7	10.3	
11:30			9.8	10.3	
12:00			10.4	10.3	

12:30			10.8	10	
13:00			11.4	10.4	
13:30			11	9.6	
14:00			10.3	8.1	
14:30			11	6.8	
15:00	9.5		10.6	6.5	
15:30	8.6		10.6	7.7	
16:00	7.9		10.4	7.7	
16:30	6.6		10.1	7.3	
17:00	7.4		10.4	7.7	
17:30	6.3		9.5	7.3	
18:00	6		9.1	6.3	
18:30	5.9		8.9	5.6	
19:00	5.9		8.1	5.8	
19:30	5.2		7.4	5.6	
20:00	3.4		6.6	5.1	
20:30	2.9		5.7	4.2	
21:00	3.2		5.3	3.4	
21:30	3.2		4.9	2.9	
22:00	3.7		4.8	2.9	
22:30	3.9		4.1	2.9	
23:00	3.6		4.1	2.8	
23:30	3.6		5.3	2.5	
PROM	5.4	3.9	8.5	5.5	1.8
MIN	2.9	1.9	4.1	1.6	-0.3
MAX	9.5	7.1	11.4	10.6	8.4

Fuente: DIGESA

Tabla 16 –VELOCIDAD DE VIENTO

	PARAGSHA		QUIULACOCHA		
	25-Nov	26-Nov	27-Nov	28-Nov	29-Nov
00:00		0.4		2.2	0
00:30		0.4		1.8	0

01:00		0.4		0.9	0
01:30		0		1.3	0
02:00		0		1.3	0
02:30		0		0.4	0
03:00		0		0	0
03:30		0		0	0
04:00		0		0.4	0
04:30		0		0.4	0.4
05:00		0		0.4	0
05:30		0		0.9	0
06:00		0		0.9	0
06:30		0		0	0
07:00		0		0.4	0
07:30		0		0	0.4
08:00		0.4		0	0
08:30		0.9		0.4	0.4
09:00		1.3		0.9	1.3
09:30		0.9		0.9	
10:00		0.4		1.3	
10:30		0.9	3.1	1.8	
11:00			2.7	1.3	
11:30			3.1	0.4	
12:00			3.1	2.7	
12:30			3.1	3.6	
13:00			3.6	1.8	
13:30			3.6	2.7	
14:00			3.6	2.7	
14:30			3.6	3.1	
15:00	1.8		4	1.3	
15:30	3.6		3.6	1.8	
16:00	3.6		3.6	3.1	
16:30	2.2		2.7	1.8	
17:00	0.4		2.2	1.8	

17:30	0.4		2.2	2.7	
18:00	0		1.8	3.6	
18:30	0.4		0.9	3.1	
19:00	0.4		0.9	1.8	
19:30	1.3		0.4	0.9	
20:00	2.2		0.9	0	
20:30	1.8		0.4	0.9	
21:00	0.9		0	0.4	
21:30	1.3		0.4	0	
22:00	0.4		0.4	0	
22:30	0.9		0	0	
23:00	1.3		0	0	
23:30	0		1.3	0	
PROM	1.3	0.3	2.0	1.2	0.1
MIN	0	0	0	0	0
MAX	3.6	1.3	4	3.6	1.3

Fuente: DIGESA

Tabla 17 –DIRECCIÓN DE VIENTO

	PARAGSHA		QUIULACOCHA		
	25-Nov	26-Nov	27-Nov	28-Nov	29-Nov
00:00		W		ENE	SW
00:30		WNW		ENE	SW
01:00		WNW		NE	SW
01:30		W		NNW	SW
02:00		W		NNW	SW
02:30		W		N	SW
03:00		W		NNW	SW
03:30		W		WSW	SW
04:00		WNW		NW	---
04:30		NW		NW	SW
05:00		---		NW	SW
05:30		---		NW	SW

06:00		---		NNW	---
06:30		---		NNW	SW
07:00		W		SSW	SW
07:30		W		SSW	SW
08:00		W		W	SW
08:30		SE		W	SW
09:00		W		SSW	SW
09:30		W		SSW	
10:00		WNW		NW	
10:30		ESE	E	NW	
11:00			E	NW	
11:30			E	NNE	
12:00			ENE	N	
12:30			E	N	
13:00			ENE	N	
13:30			E	SW	
14:00			E	NNE	
14:30			E	NNE	
15:00	E		ENE	NW	
15:30	SE		ENE	WSW	
16:00	SE		ENE	SW	
16:30	ESE		NNE	W	
17:00	ENE		E	WSW	
17:30	NNW		E	S	
18:00	NNW		E	SE	
18:30	NW		E	SE	
19:00	WNW		E	SSE	
19:30	WNW		E	S	
20:00	WSW		E	SSW	
20:30	WSW		NNW	S	
21:00	SSW		NNW	S	
21:30	ESE		NNW	SW	
22:00	W		SW	SW	

22:30	WNW		SW	SW	
23:00	WNW		SW	SW	
23:30	W		W	SW	
PRED	WNW	E	NW	SW	

Fuente: DIGESA

Tabla 18 –CUADRO RESUMEN

CUADRO RESUMEN – METEOROLOGÍA				
Estación	Fecha	Predominancia del viento	Temperatura ambiental promedio °C	Velocidad de viento promedio m/s
PARAGSHA	25-Nov	WNW	1.3	5.4
	26-Nov	E	0.3	3.9
QUIULACOCHA	27-Nov	NW	2.0	8.5
	28-Nov	SW	1.2	5.5
	29-Nov	SW	0.1	1.8

Fuente: DIGESA

4.2. RESULTADO DE LA VIGILANCIA DE CALIDAD DE AIRE 2016 - DIRESA PASCO

Los resultados obtenidos del análisis de los parámetros monitoreados se presentan a continuación, efectuándose la comparación con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental:

A. Resultados del análisis de material particulado respirable menores a 10 micras - PM10

Tabla 19 –: Resultados PM10 – Vigilancia de calidad del Aire 2016

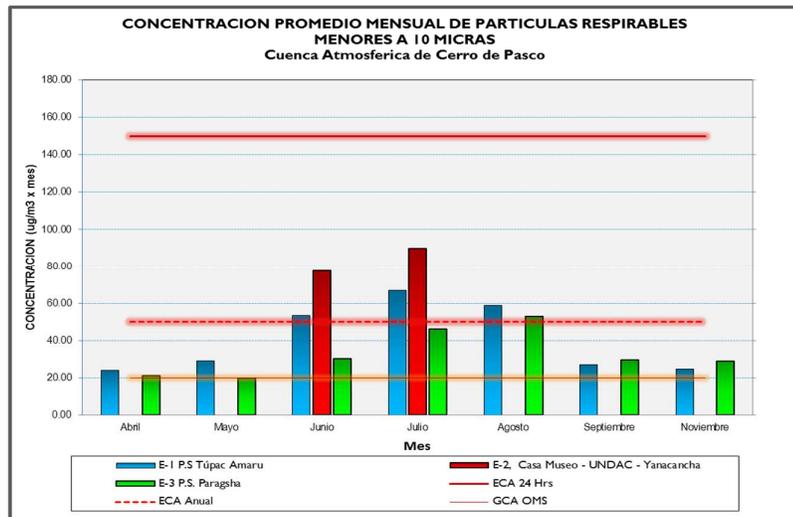
ESTACIÓN	ABR	MAY	JUN					OCT	NOV		ECA-24 Hrs (ug/m3)
			(*)						(*)		
E-1, Puesto	20.7	28.8	28.5	46.2	38.1	11.6	-	15.0	-	150	
de Salud	17.7	32.2	30.8	85.6	80.9	29.1	-	13.6	-	150	
Túpac	33.3	26.0	77.9	69.6	57.5	40.3	-	27.4	-	150	
Amaru -	-	-	88.6	-	-	-	-	42.9	-	150	
Chaupimarca	-	-	40.8	-	-	-	-	25.1	-	150	
Promedio	23.90	29.01	45.73	67.15	58.85	27.01		24.7			
E-2, Casa	-	-	33.5	38.1	-	-	-	-	-	150	
Museo -	-	-	45.9	80.9	-	-	-	-	-	150	
UNDAC -	-	-	106.4	57.5	-	-	-	-	-	150	
Yanacancha	-	-	124.7		-	-	-	-	-	150	
Promedio	-	-	61.93	58.85	-	-	-	-	-		
E-3, C.S.	18.0	25.2	26.2	33.2	34.7	40.1	-	13.9	-	150	
Paragsha -	14.9	17.6	24.6	54.9	70.7	14.2	-	29.5	-	150	
Simón	30.5	16.3	39.9	50.1	53.2	34.4	-	36.1	-	150	
Bolivar	-	-	-	-	-	-	-	36	-		
Promedio	21.13	19.69	30.23	46.08	52.87	29.57	-	28.9	-		

- Supera el ECA
- No supera el ECA

(*) = R.D. N° 132-2016-GRP-GGR-GRDS-DRS, “Plan de Acción de Salud Provincia de Pasco – Pasco 2016 “– Monitoreo Interinstitucional DESA PASCO y DSA-DIGESA.

ECA; Estándares de la Calidad Ambiental para Aire (D.S. N° 074-2001-PCM)

Gráfico 5 – Concentración promedio mensual de partículas respirables menores a 10 micras.



B. Calificación del Índice de la Calidad del Aire

La calificación del Aire en la Cuenca Atmosférica de Cerro de Pasco, se evalúa mediante la R.M. N° 181-2016-MINAM que establece el índice de la calidad del aire.

Gráfico 6 – Calificación del INCA – Estación E-1

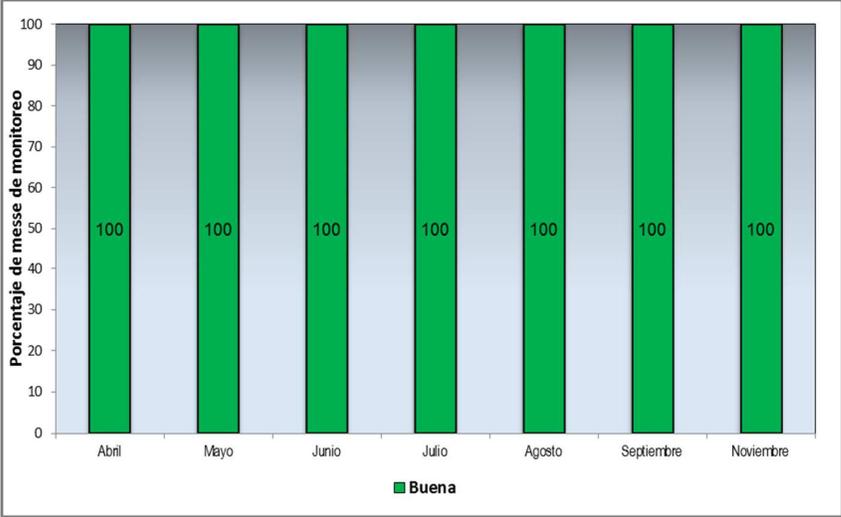


Gráfico 7 – Calificación del INCA – Estación E-2

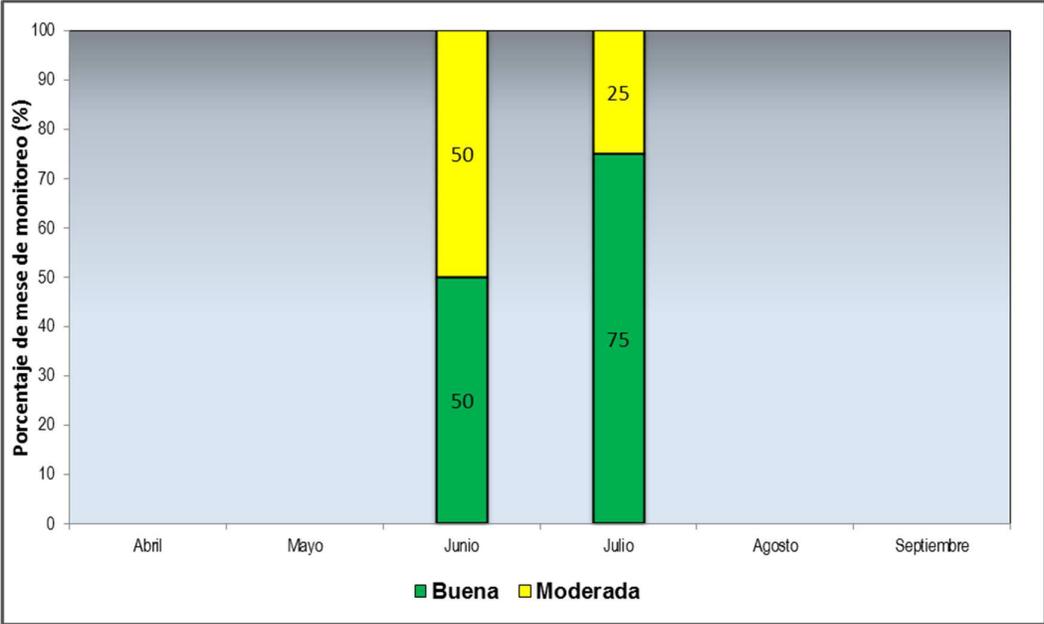
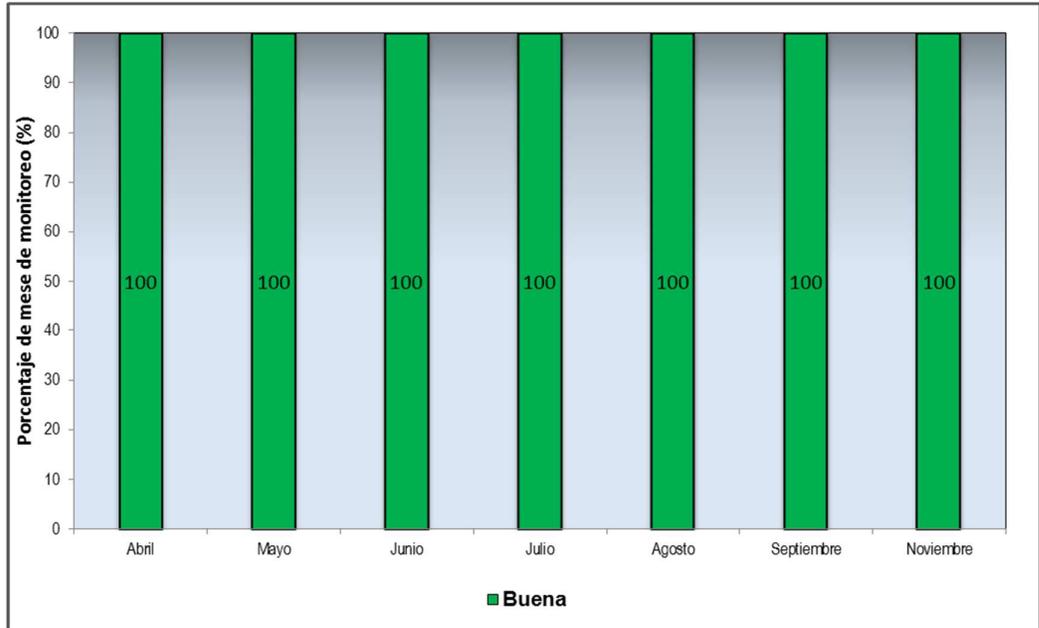


Gráfico 8 – Calificación del INCA – Estación E-3



**C. Resultados de metales pesados en material
particulado respirable menores a 10 micras - PM10
por estación de monitoreo**

Tabla 20 – Estación E-1

ESTACION	FECHA	Cu	Pb	Mn	Fe	Zn	Cr	Cd
E-1 Centro de Salud Túpac Amaru - Chaupimarca	12-abr-16	0.023	0.024	0.030	0.333	0.091	0.009	0.004
	13-abr-16	0.022	0.024	0.021	0.250	0.091	0.009	0.004
	19-abr-16	0.066	0.028	0.055	0.581	0.091	0.009	0.004
	12-may-16	0.144	0.024	0.055	0.501	0.091	0.009	0.004
	14-may-16	0.024	0.024	0.051	0.485	0.091	0.009	0.004
	15-may-16	0.042	0.024	0.026	0.278	0.091	0.009	0.004
	21-jun-16	0.029	0.023	0.048	0.56	0.088	0.009	0.004
	22-jun-16	0.031	0.023	0.042	0.57	0.088	0.009	0.004
	23-jun-16	0.049	0.076	0.186	1.65	0.148	0.009	0.004
	24-jun-16	0.057	0.099	0.268	1.86	0.202	0.009	0.004
	25-jun-16	0.036	0.034	0.082	0.56	0.088	0.009	0.004
	18-jul-16	0.032	0.027	0.003	0.666	0.091	0.009	0.004
	19-jul-16	0.050	0.080	0.003	1.477	0.134	0.009	0.004
	20-jul-16	0.060	0.069	0.003	1.334	0.138	0.009	0.004
	25-ago-16	0.038	0.024	0.003	0.555	0.091	0.009	0.004
	26-ago-16	0.066	0.048	0.003	1.038	0.107	0.009	0.004
	27-ago-16	0.056	0.024	0.003	0.625	0.091	0.009	0.004
	27-sep-16	0.039	0.024	0.003	0.240	0.091	0.009	0.004
	28-sep-16	0.070	0.024	0.003	0.478	0.091	0.009	0.004
	29-sep-16	0.054	0.035	0.003	0.618	0.091	0.009	0.004
03-nov-16	0.079	0.023	0.003	0.330	0.087	0.009	0.004	
04-nov-16	0.054	0.023	0.003	0.300	0.087	0.009	0.004	
05-nov-16	0.047	0.023	0.003	0.470	0.087	0.009	0.004	
06-nov-16	0.050	0.041	0.003	0.910	0.087	0.009	0.004	
07-nov-16	0.049	0.023	0.003	0.330	0.087	0.009	0.004	
NORMATIVA DE CANADA		50	0.5	0.2	4	120	0.5	0.025

■ Supera el ECA

□ No supera el ECA

(*) = R.D. N° 132-2016-GRP-GGR-GRDS-DRS, "Plan de Acción de Salud Provincia de Pasco – Pasco 2016" – Monitoreo Interinstitucional DESA PASCO y DSA-DIGESA.

ECA; Estándares de la Calidad Ambiental para Aire (D.S. N° 074-2001-PCM)

Tabla 21 – Estación E-2

ESTACION	FECHA	Cu	Pb	Mn	Fe	Zn	Cr	Cd
E-2 Casa Museo - UNDAC - Yanacancha	27-jun-16	0.04	0.029	0.042	0.07	0.088	0.009	0.004
	28-jun-16	0.056	0.046	0.074	0.11	0.088	0.009	0.004
	29-jun-16	0.088	0.25	0.942	0.64	0.467	0.009	0.004
	19-jul-16	0.065	0.098	0.003	1.685	0.169	0.009	0.004
	20-jul-16	0.084	0.100	0.003	1.508	0.186	0.009	0.004
	21-jul-16	0.067	0.098	0.003	1.798	0.183	0.009	0.004
NORMATIVA DE CANADA		50	0.5	0.2	4	120	0.5	0.025

Valores expresados en microgramos por metro cubico (ug/m3)

Menor al limite de cuantificación del metodo (LCM) dado por el laboratorio

NORMATIVIDAD DE CANADA: Criterios de Calidad de Aire Ambiental según REFERENCIAL. Regulación 337. Desireble Ambient Air Quality Criteria (AAQC) EPASDB Ontario Ministry of the Environment. Canadá Abril 2012

Tabla 22 – Estación E- 3

ESTACION	FECHA	Cu	Pb	Mn	Fe	Zn	Cr	Cd
E-3 Puesto de salud Paragsha- Paragsha.	05-abr-15	0.057	0.035	0.049	0.456	0.090	0.009	0.004
	12-abr-16	0.035	0.032	0.047	0.458	0.090	0.009	0.004
	19-abr-16	0.062	0.084	0.103	0.894	0.135	0.009	0.004
	12-may-16	0.035	0.045	0.068	0.591	0.091	0.009	0.004
	13-may-16	0.040	0.048	0.079	0.669	0.104	0.009	0.004
	15-may-16	0.024	0.035	0.057	0.468	0.091	0.009	0.004
	21-jun-16	0.097	0.089	0.128	0.55	0.176	0.009	0.004
	22-jun-16	0.195	0.032	0.053	1.71	0.094	0.009	0.004
	23-jun-16	0.199	0.119	0.171	1.72	0.176	0.009	0.004
	18-jul-16	0.145	0.045	0.003	0.763	0.091	0.009	0.004
	19-jul-16	0.248	0.196	0.003	2.013	0.268	0.009	0.004
	20-jul-16	0.532	0.141	0.003	1.743	0.219	0.009	0.004
	25-ago-16	0.110	0.071	0.003	0.951	0.161	0.009	0.004
	26-ago-16	0.142	0.202	0.003	2.146	0.503	0.009	0.004
	27-ago-16	0.092	0.066	0.003	1.205	0.162	0.009	0.004
	27-sep-16	0.179	0.203	0.003	1.307	0.488	0.009	0.004
	28-sep-16	0.108	0.054	0.003	0.574	0.114	0.009	0.004
	29-sep-16	0.223	0.089	0.003	1.026	0.170	0.009	0.004
	03-nov-16	0.057	0.058	0.003	0.270	0.128	0.009	0.004
	04-nov-16	0.091	0.161	0.003	0.490	0.345	0.009	0.004
05-nov-16	0.075	0.261	0.003	0.900	0.535	0.009	0.004	
06-nov-16	0.126	0.171	0.003	0.420	0.369	0.009	0.004	
NORMATIVA DE CANADA		50	0.5	0.2	4	120	0.5	0.025

Valores expresados en microgramos por metro cubico (ug/m3)

Menor al limite de cuantificación del metodo (LCM) dado por el laboratorio

NORMATIVIDAD DE CANADA: Criterios de Calidad de Aire Ambiental según REFERENCIAL. Regulación 337. Desireble Ambient Air Quality Criteria (AAQC) EPASDB Ontario Ministry of the Environment. Canadá Abril 2012

D. Resultados de otros metales en material particulado respirable menores a 10 micras - PM10 por estación de monitoreo

Tabla 23 – Estación E- 1

ESTACION	FECHA	As	Be	Co	Hg	Li	Mo	Ni	Sb	Se
E-1 Centro de Salud Túpac Amaru - Chaupimarca	12-abr-16	0.019	0.002	0.011	0.041	0.276	0.007	0.011	0.019	0.117
	13-abr-16	0.019	0.002	0.011	0.041	0.276	0.007	0.011	0.019	0.117
	19-abr-16	0.019	0.002	0.011	0.041	0.276	0.007	0.011	0.019	0.117
	12-may-16	0.019	0.002	0.011	0.041	0.276	0.007	0.011	0.019	0.117
	14-may-16	0.019	0.002	0.011	0.041	0.276	0.007	0.011	0.019	0.117
	15-may-16	0.019	0.002	0.011	0.041	0.276	0.007	0.011	0.019	0.117
	21-jun-16	0.018	0.001	0.011	0.04	0.268	0.01	0.01	0.018	0.114
	22-jun-16	0.018	0.001	0.011	0.04	0.268	0.01	0.01	0.018	0.114
	23-jun-16	0.018	0.001	0.011	0.04	0.268	0.01	0.01	0.018	0.114
	24-jun-16	0.018	0.001	0.011	0.04	0.268	0.01	0.01	0.018	0.114
	25-jun-16	0.018	0.001	0.011	0.04	0.268	0.01	0.01	0.018	0.114
	18-jul-16	0.019	0.002	0.011	0.041	0.276	0.007	0.011	0.019	0.117
	19-jul-16	0.019	0.002	0.011	0.041	0.276	0.007	0.011	0.019	0.117
	20-jul-16	0.019	0.002	0.011	0.041	0.276	0.007	0.011	0.019	0.117
	25-ago-16	0.019	0.002	0.011	0.041	0.276	0.007	0.011	0.019	0.117
	26-ago-16	0.019	0.002	0.011	0.041	0.276	0.007	0.011	0.019	0.117
	27-ago-16	0.019	0.002	0.011	0.041	0.276	0.007	0.011	0.019	0.117
	27-sep-16	0.019	0.002	0.011	0.041	0.276	0.007	0.011	0.019	0.117
	28-sep-16	0.019	0.002	0.011	0.041	0.276	0.007	0.011	0.019	0.117
	29-sep-16	0.019	0.002	0.011	0.041	0.276	0.007	0.011	0.019	0.117
03-nov-16	0.018	0.001	0.011	0.039	0.263	0.010	0.010	0.018	0.112	
04-nov-16	0.018	0.001	0.011	0.039	0.263	0.010	0.010	0.018	0.112	
05-nov-16	0.018	0.001	0.011	0.039	0.263	0.010	0.010	0.018	0.112	
NORMATIVA DE CANADA		0.3	0.01	0.1	2	20	120	0.1	25	10

Valores expresados en microgramos por metro cubico (ug/m3)

Menor al limite de cuantificación del metodo (LCM) dado por el laboratorio

NORMATIVIDAD DE CANADA: Criterios de Calidad del Aire Ambiental según REFERENCIAL. Regulación 337. Desirable Ambient Air Quality Criteria (AAQC) EPASDB Ontario Ministry of the Environment. Canadá Abril 2012

Tabla 24 – Estación E- 2

ESTACION	FECHA	As	Be	Co	Hg	Li	Mo	Ni	Sb	Se
E-2 Casa Museo - UNDAC - Yanacancha	27-jun-16	0.018	0.001	0.011	0.04	0.268	0.01	0.01	0.018	0.114
	28-jun-16	0.018	0.001	0.011	0.04	0.268	0.01	0.01	0.018	0.114
	29-jun-16	0.018	0.001	0.011	0.04	0.268	0.01	0.01	0.018	0.114
	30-jun-16	0.018	0.001	0.011	0.04	0.268	0.01	0.01	0.018	0.114
	19-jul-16	0.019	0.002	0.011	0.041	0.276	0.007	0.011	0.019	0.117
	20-jul-16	0.019	0.002	0.011	0.041	0.276	0.007	0.011	0.019	0.117
	21-jul-16	0.019	0.002	0.011				0.007	0.011	0.019
Normativa de Canadá		0.3	0.01	0.1	2	20	120	0.1	25	10

Valores expresados en microgramos por metro cubico (ug/m3)

Menor al limite de cuantificación del metodo (LCM) dado por el laboratorio

NORMATIVIDAD DE CANADA: Criterios de Calidad del Aire Ambiental según REFERENCIAL. Regulación 337. Desirable Ambient Air Quality Criteria (AAQC) EPASDB Ontario Ministry of the Environment. Canadá Abril 2012

Tabla 25 – Estación E- 3

ESTACION	FECHA	As	Be	Co	Hg	Li	Mo	Ni	Sb	Se
E-3 Puesto de salud paragsha- Paragsha.	05-abr-15	0.019	0.002	0.011	0.041	0.276	0.007	0.011	0.019	0.117
	12-abr-16	0.019	0.002	0.011	0.041	0.276	0.007	0.011	0.019	0.117
	19-abr-16	0.019	0.002	0.011	0.041	0.276	0.007	0.011	0.019	0.117
	12-may-16	0.019	0.002	0.011	0.041	0.276	0.007	0.011	0.019	0.117
	13-may-16	0.019	0.002	0.011	0.041	0.276	0.007	0.011	0.019	0.117
	15-may-16	0.019	0.002	0.011	0.041	0.276	0.007	0.011	0.019	0.117
	21-jun-16	0.018	0.001	0.011	0.04	0.268	0.01	0.01	0.018	0.114
	22-jun-16	0.018	0.001	0.011	0.04	0.268	0.01	0.01	0.018	0.114
	23-jun-16	0.018	0.001	0.011	0.04	0.268	0.01	0.01	0.018	0.114
	18-jul-16	0.019	0.002	0.011	0.041	0.276	0.007	0.011	0.019	0.117
	19-jul-16	0.019	0.002	0.011	0.041	0.276	0.007	0.011	0.019	0.117
	20-jul-16	0.019	0.002	0.011	0.041	0.276	0.007	0.011	0.019	0.117
	25-ago-16	0.019	0.002	0.011	0.041	0.276	0.007	0.011	0.019	0.117
	26-ago-16	0.019	0.002	0.011	0.041	0.276	0.007	0.011	0.019	0.117
	27-ago-16	0.019	0.002	0.011	0.041	0.276	0.007	0.011	0.019	0.117
	27-sep-16	0.019	0.002	0.011	0.041	0.276	0.007	0.011	0.019	0.117
	28-sep-16	0.019	0.002	0.011	0.041	0.276	0.007	0.011	0.019	0.117
	29-sep-16	0.019	0.002	0.011	0.041	0.276	0.007	0.011	0.019	0.117
	03-nov-16	0.018	0.001	0.011	0.039	0.263	0.01	0.010	0.018	0.112
	04-nov-16	0.018	0.001	0.011	0.039	0.263	0.01	0.010	0.018	0.112
05-nov-16	0.018	0.001	0.011	0.039	0.263	0.01	0.010	0.018	0.112	
06-nov-16	0.018	0.001	0.011	0.039	0.263	0.01	0.010	0.018	0.112	
07-nov-16	0.018	0.001	0.011	0.039	0.263	0.01	0.010	0.018	0.112	
NORMATIVA DE CANADA		0.3	0.01	0.1	2	20	120	0.1	25	10

Valores expresados en microgramos por metro cubico (ug/m3)

Menor al limite de cuantificación del metodo (LCM) dado por el laboratorio

NORMATIVIDAD DE CANADA: Criterios de Calidad del Aire Ambiental según REFERENCIAL. Regulación 337. Desirable Ambient Air Quality Criteria (AAQC) EPASDB Ontario Ministry of the Environment. Canadá Abril 2008

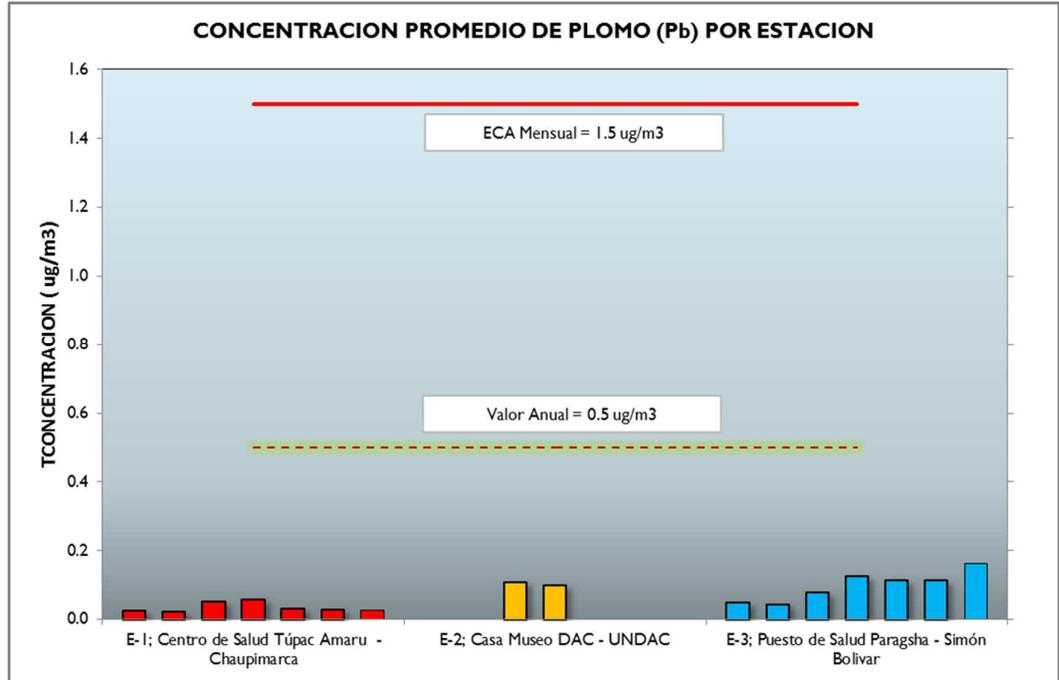
E. Resultados de Plomo en PM10 por estación de monitoreo

Tabla 26 – Plomo (Pb)

ESTACION / Parámetro	MES	E-1 Centro de Salud Túpac Amaru - Chaupimarca	E-2 Casa Museo DAC - UNDAC	E-3 Puesto de Salud Paragsha - Simón Bolívar	ECA Mensual (ug/m3)
Plomo (Pb)	Abril	0.025	-	0.050	1.5
	Mayo	0.024	-	0.043	1.5
	Junio	0.051	0.108	0.080	1.5
	Julio	0.059	0.098	0.127	1.5
	Agosto	0.032	-	0.113	1.5
	Septiembre	0.028	-	0.115	1.5
	Noviembre	0.027	-	0.163	1.5
	PROMEDIO		0.035	0.103	0.099
Valor Anual (ug/m3)		0.5	0.5	0.5	

Valores expresados en microgramos por metro cubico (ug/m3)

Gráfico 9 – Concentración Promedio de Plomo



4.3. RESULTADOS DE LA VIGILANCIA DE CALIDAD DE AIRE 2017

- DIRESA PASCO

Los resultados obtenidos del análisis de los parámetros monitoreados se presentan a continuación, efectuándose la comparación con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental:

A. Material particulado respirable menores a 10 micras - PM10

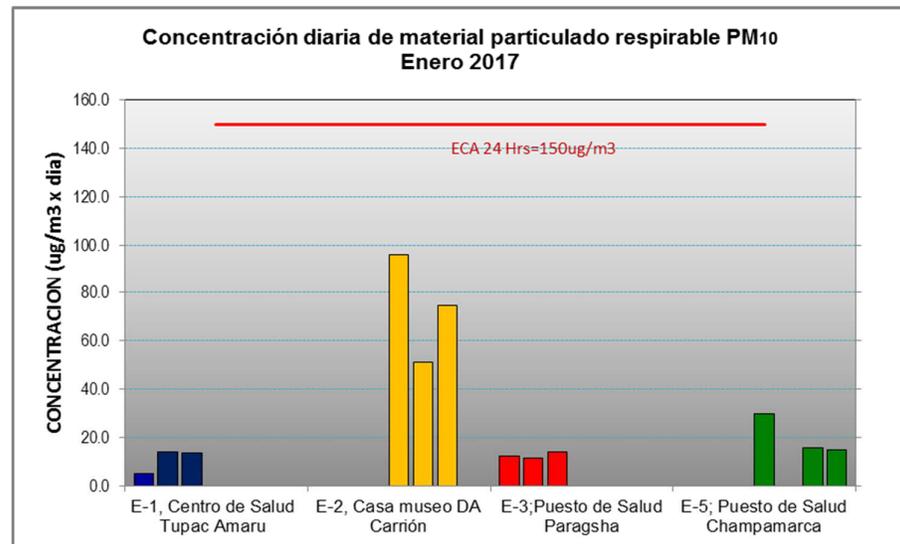
La concentración diaria de material particulado respirable menores a 10 micras obtenidas en el mes de Enero en las cuatro (04) estaciones de monitoreo se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 27 –Resultados PM10 – Enero 2017

Fecha	E-1 C.S. Túpac Amaru	E-2 Casa museo D.A. Carrión - UNDAC	E-3 P.S. Paragsha	E-5 P.S. Champamarca	ECA (24h)
17/01/2017	5.1	-	12.2	-	150
18/01/2017	13.9	-	11.3	-	150
19/01/2017	13.6	-	13.9	-	150
23/01/2017	-	96.1	-	29.9	150
24/01/2017	-	51.0	-	-	150
25/01/2017	-	74.6	-	15.6	150
26/01/2017	-	-	-	14.9	150

Gráfico 10 –

Concentración diaria de material particulado PM₁₀ enero 2017



De la tabla 05-1 y gráfica, se muestran que los valores de material particulado respirable PM₁₀ determinados en el monitoreo ambiental no exceden los Estándares de la Calidad Ambiental para Aire de (24 Horas) de 150 ug/m³; presentando el mayor valor

de 96.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en la E-2 el día 23 de Enero y el menor valor de 5.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en la E-1 el día 17 de Enero.

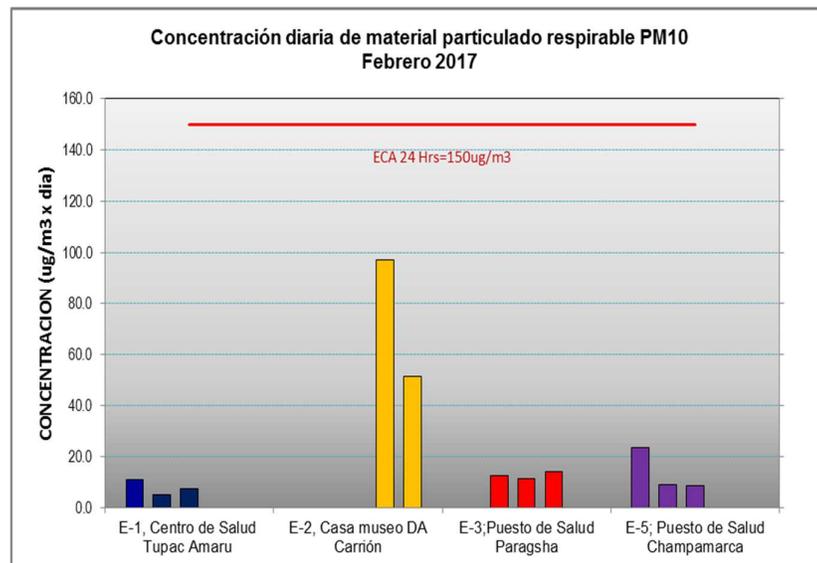
La concentración diaria de material particulado respirable menores a 10 micras obtenidas en el mes de Febrero en las cuatro (04) estaciones de monitoreo se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 28 –Resultados PM10 – Febrero 2017

Fecha	E-1 C.S. Túpac Amaru	E-2 Casa museo D.A.C UNDAC	E-3 P.S. Paragsha	E-5 P.S. Champamarca	ECA (24h)
17/02/2017	10.9	-	-	23.6	150
18/02/2017	4.8	-	12.3	8.9	150
19/02/2017	7.5	-	11.4	8.7	150
20/02/2017	-	97.1	14.0	-	150
21/02/2017	-	51.0	-	-	150

Gráfico 11 –

Concentración diaria de material particulado PM₁₀ febrero 2017



De la tabla 05-2 y gráfica, se muestra que los valores de material particulado respirable PM₁₀ determinados en el monitoreo ambiental no exceden los Estándares de la Calidad Ambiental para Aire de (24 Horas) de 150 ug/m³; presentando el mayor valor de 97.1 ug/m³ en la E-2 el día 20 de febrero y el menor valor de 4.8 ug/m³ en la E-1 el día 18 de Febrero.

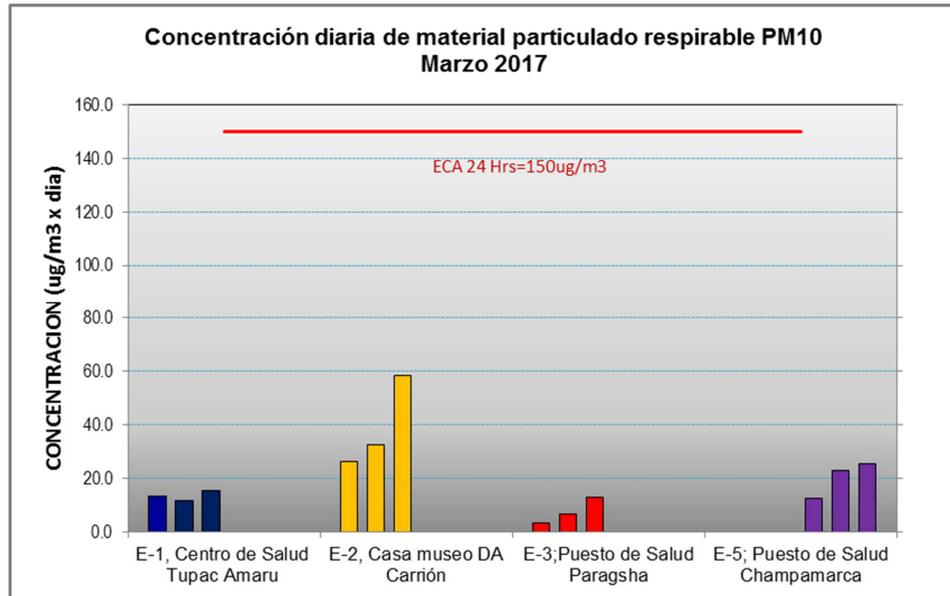
La concentración diaria de material particulado respirable menores a 10 micras obtenidas en el mes de Marzo en las cuatro (04) estaciones de monitoreo se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 29 –Resultados PM10 – Marzo 2017

Fecha	E-1 C.S. Túpac Amaru	E-2 Casa museo D.A. Carrión - UNDAC	E-3 P.S. Paragsha	E-5 P.S. Champamarca	ECA (24h)
07/03/2017	13.1	26.1	3.4	-	150
08/03/2017	11.5	32.4	6.4	-	150
09/03/2017	15.4	58.4	12.7	-	150
10/03/2017	-	-	-	12.3	150
11/03/2017	-	-	-	23.0	150
12/03/2017	-	-	-	25.4	150

Gráfico 12 –

Concentración diaria de material particulado PM₁₀ marzo 2017



De la tabla 05-3 y gráfica, se muestra que los valores de material particulado respirable PM₁₀ determinados en el monitoreo ambiental no exceden los Estándares de la Calidad Ambiental para Aire de (24 Horas) de 150 ug/m³; presentando el mayor valor de 58.4 ug/m³ en la E-2 el día 09 de Marzo y el menor valor de 3.4 ug/m³ en la E-1 el día 07 de Marzo.

B. Calificación del Índice de la calidad del Aire (INCA)

La determinación del estado de la calidad del aire en relación con las concentraciones de material particulado respirable PM₁₀ evaluado mediante la calificación del Índice de la Calidad del Aire se muestra en las siguientes gráficas:

Gráfico 13 –

Calificación del INCA PM₁₀ enero 2017

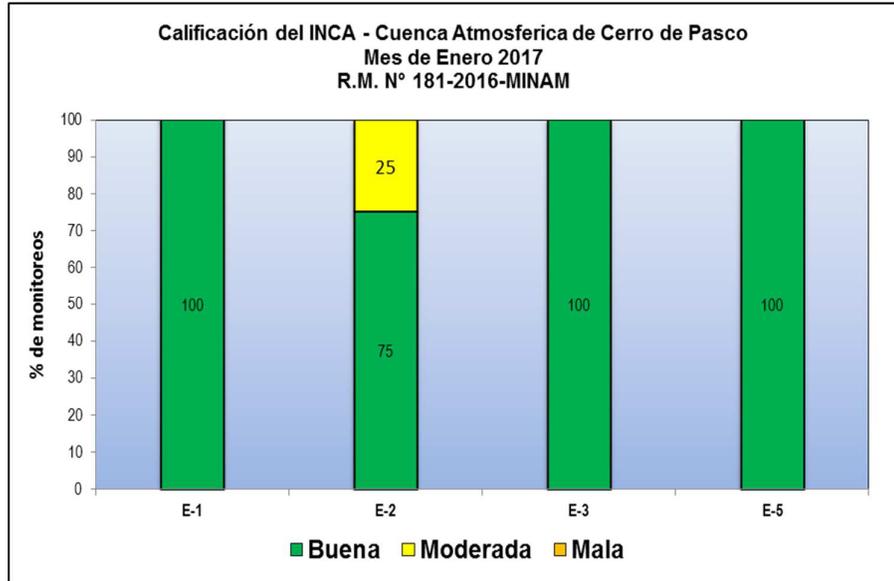


Gráfico 14 –

Calificación del INCA PM₁₀ febrero 2017

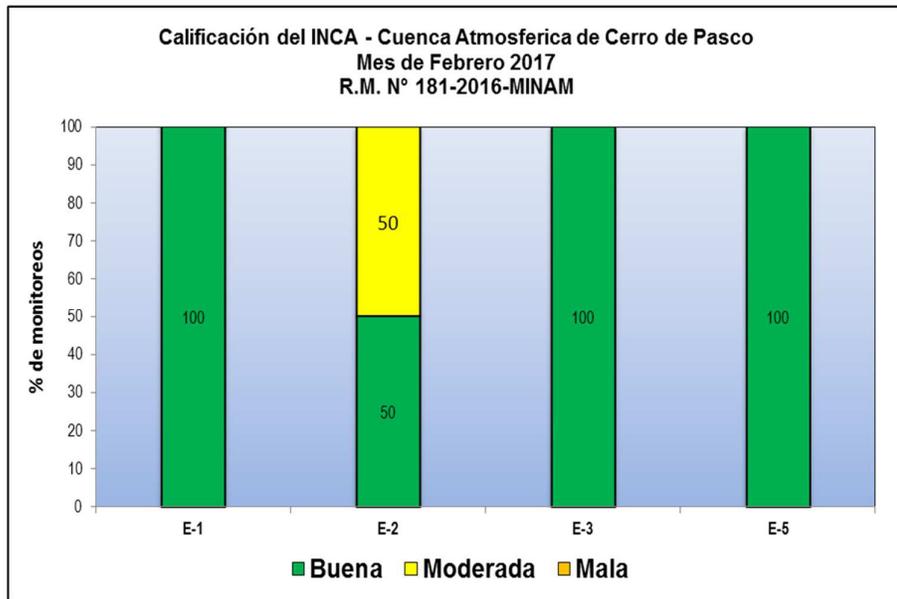
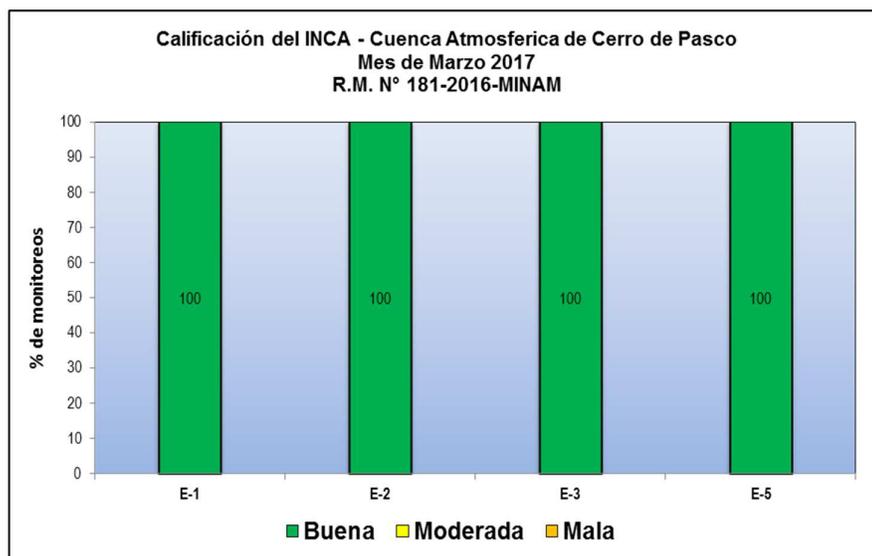


Gráfico 15 –
Calificación del INCA PM₁₀ marzo 2017



Las gráficas N° 01-1, 01-2 y 01-3 que se muestran del estado de la calidad del aire en los meses de Enero, Febrero y Marzo del presente Año con relación al Índice de la Calidad del Aire; en las E1, E-3 y E-5 tuvo una calificación de buena y en la E-2 tuvo una calificación de 75% de buena y 25% de moderada en el mes de Enero y de 50% de calificación buena y 50% de moderada en el mes de Febrero sin embargo en el mes de marzo tuvo una calificación de buena durante el periodo de monitoreo.

c. Metales en material particulado respirable PM10

Los metales evaluados de Plomo, Cadmio, Cromo, Cobre, Manganeso, Hierro, Zinc, Arsénico, Berilio, Molibdeno, Litio,

Mercurio, Selenio, Niquel y Antimonio mediante los valores referenciales de Cánada para 24 horas no exceden dicha norma considerando que a la fecha no existe valores nacionales referenciales para metales.

4.4. RESULTADOS DE LA VIGILANCIA DE CALIDAD DE AIRE 2018

- DIRESA PASCO

A. Material particulado respirable menores a 10 micras (PM₁₀)

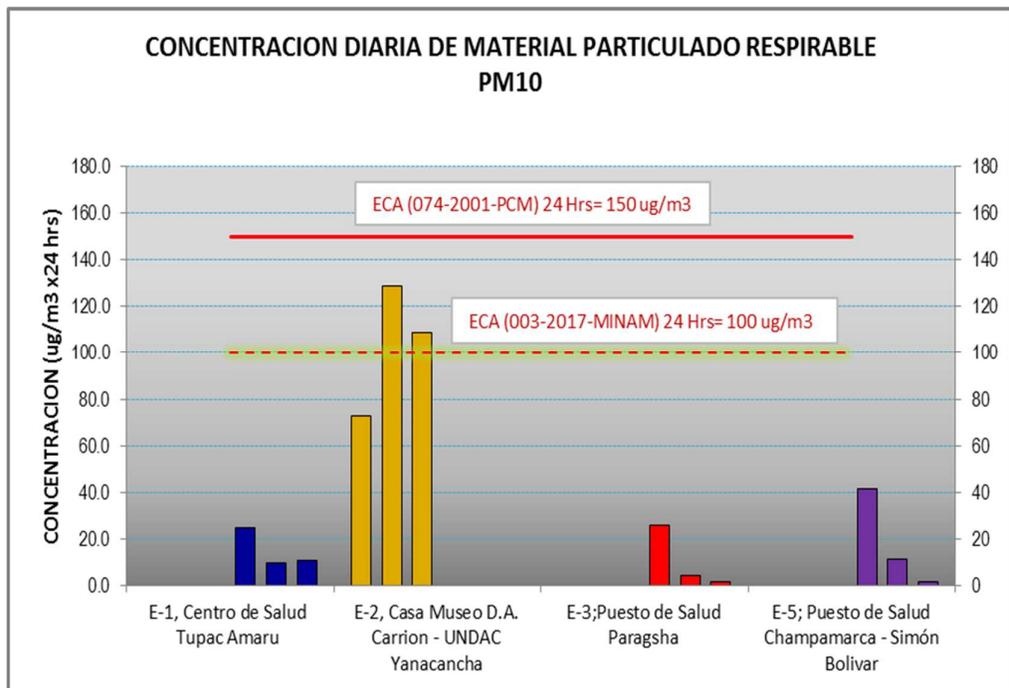
La concentración diaria de material particulado respirable menores a 10 micras obtenidas en el mes de abril en las cuatro (04) estaciones de monitoreo se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 30 –Resultados PM10 – abril 2018

Fecha	E-1, Centro de Salud Túpac Amaru	E-2 Casa Museo D.A. Carrión - UNDAC	E-3; Puesto de Salud Paragsha -	E-5 Puesto de Salud Champamarca	* ECA 24 Hrs D.S. 074- 2001PCM
10/04/2017	-	72.8	-	-	150
17/04/2017	-	128.9	-	-	150
18/04/2017	-	109.1	-	-	150
24/04/2017	24.9	-	25.9	41.3	150
25/04/2017	9.4	-	4.4	11.5	150
26/04/2017	10.7	-	1.6	1.7	150
Promedio	15.0	103.6	10.6	18.2	

Estándares de la Calidad Ambiental (ECA) para Aire; Decreto Supremo N° 074-2001-PCM del 22/06/2001

Gráfico 16 –
Concentración diaria de material particulado respirable Pm 10 abril
2018



De la tabla 05-1 y gráfica, se muestran que los valores de material particulado respirable PM_{10} determinados en el monitoreo ambiental del mes de Abril, no exceden los Estándares de la Calidad Ambiental (ECA) para Aire de (24 Horas) de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ establecido en el D.S. N° 074-2001-PCM; presentando el mayor valor de $128.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en la E-2 el día 17 de Abril y el menor valor de $1.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en la E-3 el día 26 de Abril.

El promedio mensual de material particulado respirable PM10 en el mes de abril es de 36.8 ug/m³ en la Cuenca Atmosférica de Cerro de Pasco.

La concentración diaria de material particulado respirable menores a 10 micras obtenidas en el mes de mayo en las cuatro (04) estaciones de monitoreo se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 31 –Resultados PM10 – mayo 2018

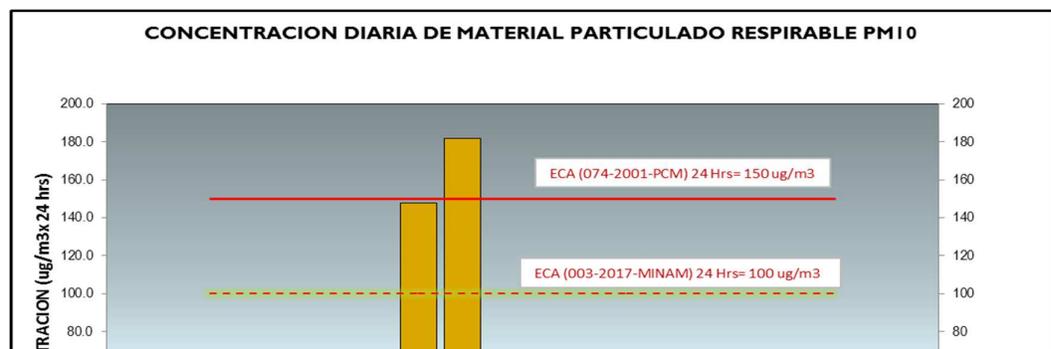
Fecha	E-1, Centro de Salud Túpac Amaru	E-2 Casa Museo D.A. Carrión - UNDAC	E-3; Puesto de Salud Paragsha	E-5 Puesto de Salud Champamarca	* ECA 24 Hrs D.S. 0742001- PCM
10/05/2017	23.0	-	1.9	21.5	150
15/05/2017	13.4	-	14.8	13.2	150
16/05/2017	17.6	-	-	3.8	150
17/05/2017	-	-	19.2	-	150
23/05/2017	-	57.4	-	-	150
29/05/2017	-	147.9	-	-	150
30/05/2017	-	181.6	-	-	150
Promedio	18.0	129.0	12.0	12.8	

Estándares de la Calidad Ambiental (ECA) para Aire; Decreto

Supremo N° 074-2001-PCM del 22/06/2001

Gráfico 17 –

Concentración diaria de material particulado respirable Pm 10 mayo 2018



De la tabla 05-2 y gráfica, se muestra que los valores de material particulado respirable PM10 determinados en el monitoreo del mes de Mayo no exceden los Estándares de la Calidad Ambiental (ECA) para Aire de (24 Horas) de 150 ug/m³ establecido en el D.S. N° 074-2001-PCM; en las estaciones de monitoreo E-1, E-2 (los días 23 y 29 de Mayo), E-3 y E-5; sin embargo, en la E-2 (el día 30 de Mayo) excede los Estándares de la Calidad Ambiental (ECA) para Aire de (24 Horas) de 150 ug/m³ establecido en el D.S. N° 0742001-PCM. presentando el mayor valor de 181.6 ug/m³ en la E-2 el día 30 de Mayo y el menor valor de 1.9 ug/m³ en la E-3 el día 10 de Mayo.

El promedio mensual de material particulado respirable PM10 en el mes de Mayo es de 42.9 ug/m³ en la Cuenca Atmosférica de Cerro de Pasco.

La concentración diaria de material particulado respirable menores a 10 micras obtenidas en el mes de junio en las cuatro (04) estaciones de monitoreo se muestra en la siguiente tabla:

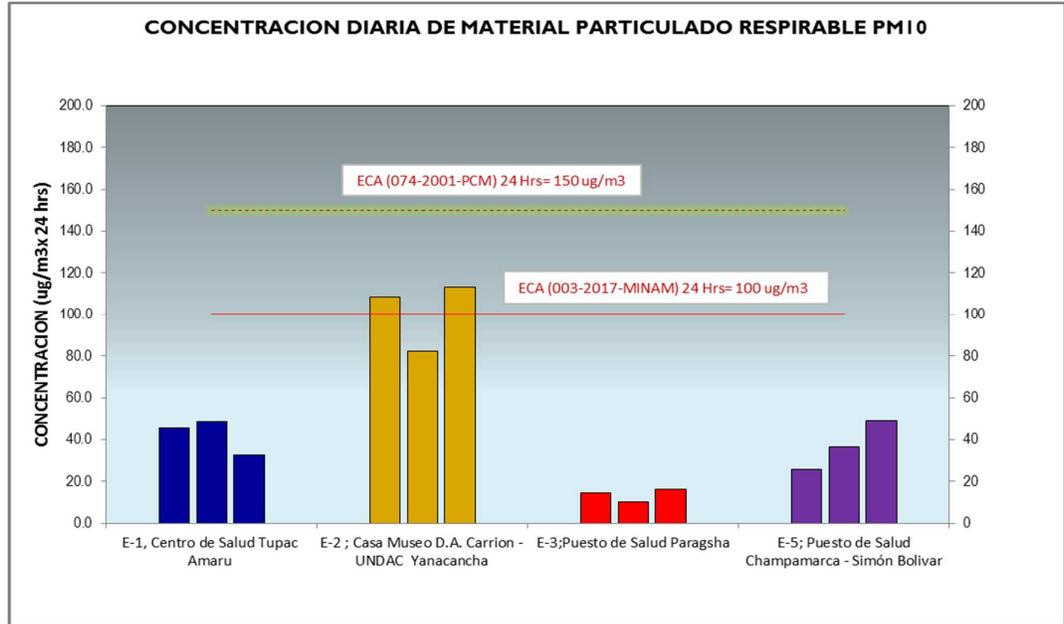
Tabla 32 –Resultados PM10 – junio 2018

Fecha	E-1, Centro de Salud Túpac Amaru	E-2 Casa Museo D.A. Carrión - UNDAC	E-3; Puesto de Salud Paragsha	E-5 Puesto de Salud Champamarca	** ECA 24 Hrs D.S. 003 2017- MINAM
07/06/2017	45.6	108.3	14.7	-	100
08/06/2017	48.6	82.3	10.3	-	100
09/06/2017	32.8	113.1	-	-	100
12/06/2017	-	-	16.2	25.5	100
13/06/2017	-	-	-	36.4	100
14/06/2017	-	-	-	49.1	100
Promedio	42.3	101.3	13.8	37.0	

**Estándares de la Calidad Ambiental (ECA) para Aire; Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM del 06/06/2017

Gráfico 18 –

Concentración diaria de material particulado respirable Pm 10 mayo
2018



De la tabla 05-3 y gráfica, se muestra que los valores de material particulado respirable PM10 determinados en el monitoreo del mes de Junio no exceden los Estándares de la

Calidad Ambiental (ECA) para Aire de (24 Horas) de 100 ug/m3 establecido en el D.S. N°

003-2017-MINAM; en las estaciones de monitoreo E-1, E-2 (el día 08 de Junio), E-3 y E5; sin embargo, en la E-2 (los días 07 y 09 de Junio) excede los Estándares de la Calidad Ambiental (ECA) para Aire de (24 Horas) de 100 ug/m3 establecido en el D.S.. N° 0032017-MINAM. Presentando el mayor valor de 113.1 ug/m3 en la E-2 el día 09 de Junio y el menor valor de 10.3 ug/m3 en la E-3 el día 08 de Junio.

El promedio mensual de material particulado respirable PM10 en el mes de Mayo es de 48.6 ug/m3 en la Cuenca Atmosférica de Cerro de Pasco.

B. Calificación del Índice de la calidad del Aire (INCA)

La determinación del estado de la calidad del aire en relación con las concentraciones de material particulado respirable PM10 evaluado mediante la calificación del Índice de la Calidad del Aire establecido en la R.M. N° 181-2016-MINAM, se muestra en las siguientes gráficas:

Gráfico 19 –
Calificación del INCA PM10 abril 2018

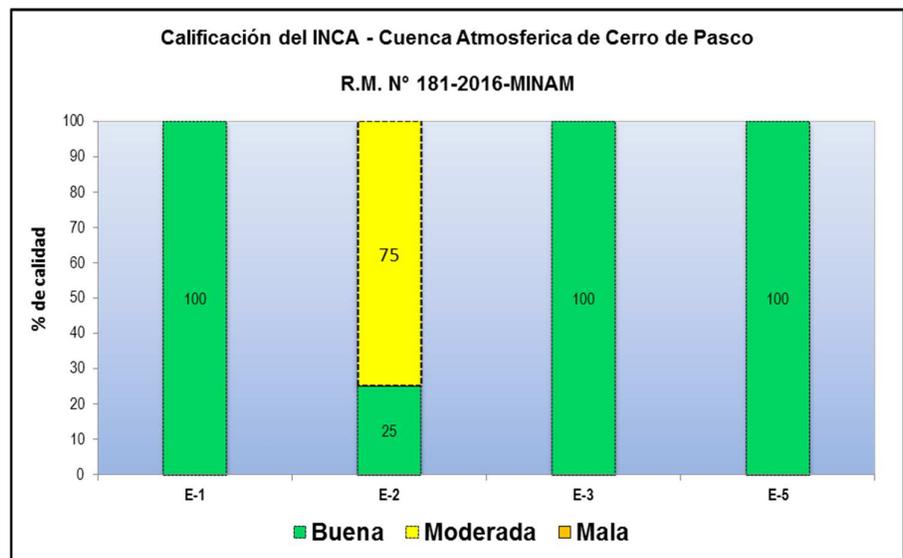


Gráfico 20 –
Calificación del INCA PM₁₀ mayo 2018

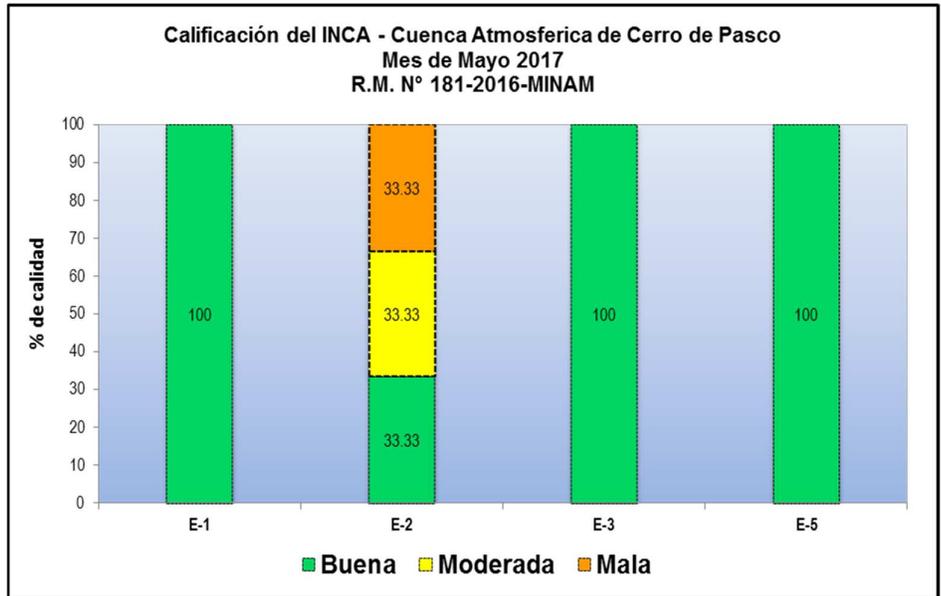
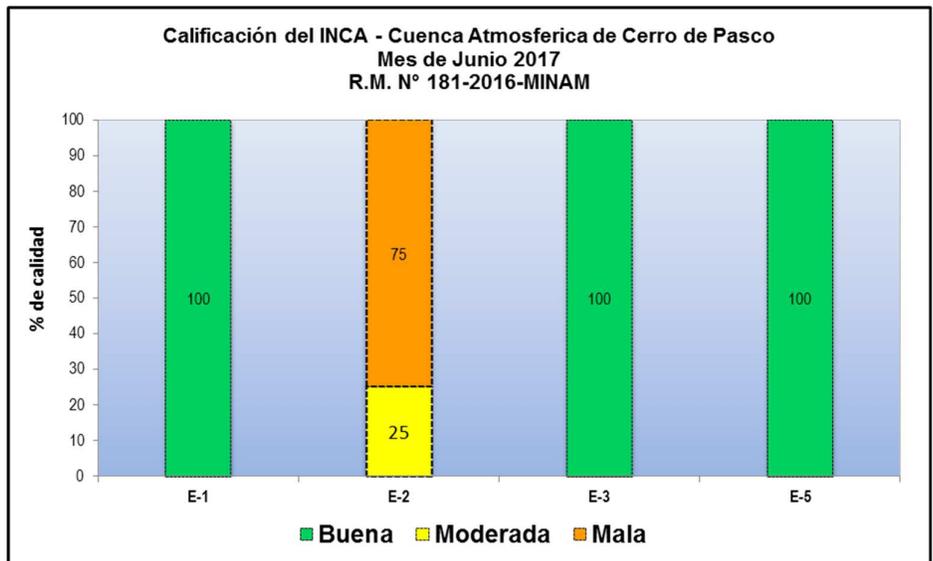


Gráfico 21 –
Calificación del INCA PM₁₀ junio 2018



Las gráficas N° 01-1, 01-2 y 01-3 que se muestran del estado de la Calidad del Aire en los meses de Abril, Mayo y Junio correspondiente al II Trimestre del presente Año con relación al Índice de la Calidad del Aire; en las E-1, E-3 y E-5 tuvo una calificación de buena y en la E-2 tuvo una calificación de 25% de buena y 75% de moderada en el mes de Abril; de 33.3% de calificación buena, 33.3% de moderada y 33.3% de mala en el mes de Mayo. En el mes de Junio presenta una calificación de 25% moderada y 75% de mala durante el periodo de monitoreo.

C. Metales en material particulado respirable PM10

Los metales evaluados de Plomo, Cadmio, Cromo, Cobre, Manganeso, Hierro, Zinc, Arsénico, Berilio, Molibdeno, Litio, Mercurio, Selenio, Niquel y Antimonio mediante los valores referenciales de Cánada para 24 horas no exceden dicha norma, considerando que a la fecha no existe valores nacionales referenciales para metales para 24 horas.

4.5. RESULTADOS DE PARÁMETROS METEREOLÓGICOS

Para esta investigación se realizó la toma de los resultados de los equipos Metereológicos instalados en los distritos de Chaupimarca (C.S. Túpac Amaru) y Simón Bolívar (C.S. Paragsha)

Tabla 33 –Estación Tupac Amaru

Variable	Valor Máximo	Valor Mínimo	Promedio
Temperatura (°C)	13.9	-2.3	4.6
Velocidad (m/seg)	3.1	0	0.71
Dirección de viento predominante	N (34%)		

FUENTE: INFORME N° 5490 -2016/DSA/DIGESA

Tabla 34 –Estación Paragsha

Variable	Valor Máximo	Valor Mínimo	Promedio
Temperatura (°C)	12.6	-4.1	3.6
Velocidad (m/seg)	2.8	0.2	1.4
Dirección de viento predominante	ENE (42%)		

FUENTE: INFORME N° 5490 -2016/DSA/DIGESA

4.6. RESULTADOS DEL ESTUDIO GEOLÓGICO GEOQUÍMICO

- Las edificaciones del distrito de Chaupimarca se encuentran construidas sobre Calizas y Dolomias de diferentes facies y Calizas Silicificada con intensa alteración supérgena oxidación con abundante limonita, goethitas estos afloramientos expuestos al medio ambiente y al intemperismo producen aguas acidas, polución que entran en contacto con los habitantes.
- Del análisis multielemental por ICP-OES – Digestión Multiácida (HF, HClO₄, HNO₃ y HCl) muestra valores sobre los Límites

Máximos permisibles según el ECA de Suelos establecido por el DECRETO SUPREMO N° 002-2013-MINAM, el mismo que para poder iniciar acciones de descontaminación en concordancia a la Guía de descontaminación de suelos emitido por el Ministerio del Ambiente, se debe de realizar el muestreo mediante el método de ensayo establecido en la mencionada norma.

- La determinación del grado de concentración ha sido establecida mediante procedimientos Geológicos y Geoquímicos los cuales obtuvieron los siguientes resultados:
 1. Arsénico tiene los Estándares Calidad de Ambiental para Suelos 50 ppm, las muestras MPP0001 (1385 ppm), MPP0003 (665 ppm), MPP0004 (296 ppm) MPP0008 (364 ppm), MPP0009 (480 ppm), MPP0010 (197 ppm), MPP0011 (216 ppm) sobre pasan el estándar establecido.
 2. Bario, tiene los Estándares Calidad de Ambiental para Suelos 500 ppm, la muestra MPP0004 (2311 ppm), MPP0008 (2357 ppm) y MPP0009 (1327 ppm)
 3. Cadmio, tiene los Estándares Calidad de Ambiental para Suelos 10 ppm, la muestra MPP0004 (19 ppm), MPP0008 (66 ppm), MPP0009 (77 ppm), MPP0011 (51 ppm).

4. Plomo, tiene los Estándares Calidad de Ambiental para Suelos 140 ppm, las muestras MPP0001 (686 ppm), MPP0003 (207 ppm) y MPP0004 (1537 ppm), MPP0008 (2995 ppm), MPP0009 (16200 ppm), MPP0010 (148 ppm), MPP0011 (28600 ppm)

Tabla 35 – Resultados de análisis geológicos

MUESTRA	As ppm	Ba ppm	Cd ppm	Pb ppm
MPP-0001	1385	99	0.9	686
MPP-0002	9	26	0.9	8
MPP-0003	665	49	4	207
MPP-0004	296	2311	19	1537
MPP-0005	13	13	0.9	13
MPP-0006	16	19	0.9	1.9
MPP-0007	14	25	0.9	7
MPP-0008	364	2357	66	2995
MPP-0009	480	1327	77	16200
MPP-0010	197	69	4	148
MPP-0011	216	33	51	28600
ECA SUELO	50	500	10	140

 Valores que sobre pasan los estándares establecidos

- Debido al contenido de metales que sobre pasan los Estándares de Calidad de Suelos se recomienda realizar estudios específicos sobre las zonas expuestas al intemperismo, estas medidas de mitigación ambiental deben constituirse en un conjunto de acciones de prevención, control, atenuación, restauración y compensación de los espacios públicos; las medidas para mitigar los impactos pueden ser: Obras civiles (pistas, veredas, tratamiento paisajístico), obras ambientales (áreas verdes, tratamiento y mejoramiento de suelos).

4.7. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

- Luego de haber concluido esta investigación podemos mencionar que nuestra hipótesis es válida, es decir: El grado de contaminación ambiental de partículas sedimentables atmosféricas en la ciudad de Cerro de Pasco es moderado, encontrando indicadores permisibles por encima de los parámetros que establece el Índice de la Calidad del Aire, el cual considera la calidad del aire no es satisfactoria en la población sensible (niños, tercera edad, madres gestantes, personas con enfermedades respiratorias crónicas y cardiovasculares) podrían experimentar algunos problemas de salud.
- La evaluación mediante el Índice de la Calidad del Aire (INCA) en las E-2 presenta calificación de moderada considerando que se realizan construcciones muy cercanas a dicha, así como el tránsito de equipo pesado mediante vehículos con carga de concentrados de minerales proveniente de la Minera Milpo.
- Al realizar un comparativo a partir del estudio de calidad de aire de noviembre del 2008 y los monitoreos realizados en el 2016 podemos encontrar que existe contaminación por partículas sedimentables de origen natural que son trasladados por la dirección de viento que se establece en la zona urbana de la ciudad de Cerro de Pasco, el cual los niveles críticos de exposición se podía apreciar en la estación de monitoreo de Paragsha, sin embargo se evidencia que en la estación más crítica en la actualidad es la estación de monitoreo que se ubica en el Hospital Daniel Alcides Carrión.

- La carencia de acciones forestales ha ocasionado que el nivel de riesgo de exposición pueda elevarse si no se toman acciones de mitigación, así como la forestación con especies nativas, la pavimentación de las calles de la zona urbana, la exigencia del traslado y transporte de equipos que contienen minerales.

CONCLUSIONES

Esta investigación ha logrado cumplir los objetivos trazados, afirmando la hipótesis planteada, por lo que concluyo de la siguiente manera:

1. El mayor grado de contaminación ambiental por partículas sedimentables se presenta en los meses abril, mayo y junio de cada año, superando el Estándar de Calidad Ambiental para Aire anual de 50 ug/m³ en la E-2 (Hospital Daniel Alcides Carrión) con un valor de 82.8 µg/m³; excediendo también la Guía de Calidad del Aire de la Organización Mundial de la Salud (OMS) de 20 ug/m³.
2. La evaluación mediante el Índice de la Calidad del Aire (INCA) en las E-2 presenta calificación de moderada el cual considera la calidad del aire no es satisfactoria en la población sensible (niños, tercera edad, madres gestantes, personas con enfermedades respiratorias crónicas y cardiovasculares) podrían experimentar algunos problemas de salud.
3. La existencia de suelo con afloramiento natural de minerales ocasiona inestabilidad ante los impactos de contaminación atmosférica que se encuentra expuesta la zona urbana de Cerro

de Pasco, considerando el estudio Geológico Geoquímico del distrito de Chaupimarca.

4. De los análisis meteorológicos durante los meses de monitoreo y del promedio anual, la dispersión de las masas de aire en el área de estudio, la predominancia de viento es de dirección Nor Este (N y Norte (N), presentando el 0.52% de calma en su frecuencia de distribución de vientos por tanto, los contaminantes son transportados en esa dirección.
5. En el área de estudio, la presencia de precipitaciones como lluvias y granizos se presentaron permanentemente incrementándose en el mes de marzo donde la precipitación máxima fue 7.4 mm/h, durante los meses de monitoreo.

RECOMENDACIONES

- Elaborar una base de datos en cuanto a los valores de concentración de los metales y material particulado analizados, de esta manera los datos obtenidos podrán ser utilizados en modelos de dispersión de contaminantes, que son usados para tener una representación más completa y precisa de la realidad.
- Implementar la red de monitoreo de la vigilancia de calidad de aire en la cuenca atmosférica de Cerro de Pasco, la cual debe estar liderada y financiada por las municipalidades del entorno (provincial de Pasco y distritales de Yanacancha y Simón bolívar) como elaborar y actualizar la línea base e inventario de emisiones de las fuentes fijas y móviles.
- Continuar con los monitoreos que viene realizando la Universidad, ya que unos de los problemas más álgidos en la ciudad corresponden a la exposición de metales pesados que se encuentra expuesta los pobladores.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Calzada Benza, José (1985). Métodos Estadísticos Aplicados a la Investigación, Lima Perú.
- Molina, M.J., Molina, L.T. 2001. Estrategia Integral de Gestión de la Calidad del Aire. México.
- Organización Mundial de la Salud – OMS (2011) Unión de Estados Americanos.
- Resolución Ministerial N° 026-2000-ITINCI/DM. (2000). Protocolos de Monitoreo de Efluentes Líquidos y Emisiones Atmosféricas.
- Silva Cotrina et al. (2008). Evaluación de la Contaminación Atmosférica en la Zona Metropolitana de Lima Callao.
- Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología. (2012). Lima.
- When You Need To Be Sure - SGS. (2000). Monitoreo Ambiental. Perú.
- Universidad Nacional Mayor de San Marcos. (2009). Estudio Comparativo para la Determinación del Polvo Atmosférico Sedimentable Empleando las Metodologías de Tubo Pasivo y de Placas Receptoras en la Ciudad Universitaria de San Marcos - Lima.
- ANZE, R., M. FRANKEN, M. ZABALLA, R.M. PINTO, G. CEBALLOS, M.A. CUADROS, A. CANSECO, A. DE LA ROCHA, V.H. ESTELLANO & S. DEL GRANADO. 2007. Bioindicadores en la detección de la contaminación atmosférica en Bolivia. Revista

- Virtual REDESMA. Unidad de Calidad Ambiental, Instituto de Ecología, Carrera de Biología, UMSA, La Paz, Bolivia, Junio 74 p.
- ARAMAYO MÉRIDA; J. L.; 2010. Plan de Monitoreo Ambiental para Programas de Salud de USAID/Bolivia. Socios para el desarrollo/ PROSALUD, 17- 26 p.
 - BANCES E., VALVERDE M., AZABACHE L. Y RODRÍGUEZ B. 2003. Contaminación Atmosférica y su Impacto Ambiental en la Ciudad de Cerro de Pasco- San Martín. Cerro de Pasco, Perú.
 - CABRERA C., MALDONADO M., ARÉVALO W.; PACHECO R. 2014. Calidad de Gas natural de Lima y Callao. [En línea]: <http://www.calidda.com.pe>.
 - CASAL, J. y MATEU. 2003. "Tipos de muestreo". Revista de Epidemiología y Medicina Preventiva
 - CENERGIA. 1998. Campaña de Medición de Humos en el Transporte Urbano de pasajeros de Lima, Callao y Huarochirí. Lima: CENERGIA.
 - CONAM. 2001. Inventario de Emisiones Totales. Lima: Comisión Nacional del Ambiente.
 - DALMASSO, A., R. CANDIA & J. LLERA, 1997. La vegetación como indicadora de la contaminación del polvo atmosférico. Multequina. [En línea]. http://www.cricyt.edu.ar/multequina/indice/pdf/06/6_7.pdf
 - DEL PUERTO C, GRANADA A, RODRÍGUEZ A, MORENO C, PADRÓN A, SOPEÑA A Y COIS. Polvo. 2001. 2da. reimpresión. En:

La Habana: Editorial Pueblo y Educación; 2001, Higiene del Medio, cap. 91, p. 846-854.

- EPA. 1990. U.S. EPA. 1990. Supplement C to Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volumen I: Stationary Point and Area Sources. Cuarta Edición. AP-42 U.S. Environmental Protection Agency. Research Triangle Park, NC.
- GIRALDO, A. y LOAYZA, S. 2001. U.N.M.S.M. Facultad de Ingeniería Geográfica. El índice de calidad ambiental y calidad de vida. Ministerio de Salud. [En línea]. <http://www.minsa.gob.pe>.
- HORMAZÁBAL, L. Y ADONIS, M. 1998. Calidad de aire de interiores: Contaminantes y sus efectos en la Salud Humana. Revista Panamericana de Salud Pública, vol. 4, n. 6, Washington. Visitado el 13 de abril de 2016, de. [En línea].: http://www.scielosp.org/scielo.php?pid=S102049891998001200018&script=sci_arttext
- HERNANDEZ, F. 2003. Polvo Sedimentable, Asma Bronquial Y Enfermedades Espiratorias Agudas. San Antonio De Los Baños. La Habana. [En línea]. <http://scielo.sld.cu/pdf/rhcm/v8n1/rhcm17109.pdf>
- KIELY, G. (1999). Ingeniería Ambiental. Fundamentos, Entornos, Tecnologías y Sistemas de Gestión. Madrid. McGraw-Hill/Interamericana de España S.A.U. Volumen II, Páginas 458 a 460.

- LAVADO CASEMIRO, A. 2013. Evaluación de la calidad del aire en Lima metropolitana. Lima Perú, SENAMHI.69P. [En línea]: http://www.senamhi.gob.pe/usr/dgia/pdf_dgia_eval2013.pdf
- LOZANO, F. 2012. Determinación del Grado de Partículas Atmosféricas Sedimentables, Mediante el Método de Muestreo activo, Zona Urbana – Ciudad de Cerro de Pasco. [En línea]: <http://tesis.unsm.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/11458/347/Freddy%20Rusber%20Lozano%20Coral.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- MARTIN, R., MIHELDC, J., CRITTENDEN, D., LUEKING, R., HATCH Y BALL,P.2009. "Optunízation of Biofilcration ior Odor Control: Model Veriñcationand Applications". Watar Enmroriment Research 7i (l):17-27.
- OLIVA, P., GARCÍA, K., DÁVILA, R., ALFARO, M. 2001. Programa de aire puro Manual de laboratorio. [En línea]: Suiza. <http://www.Swisscontact.gob.pe>.
- PÉREZ PALOMINO, P. C. 2010. Propuesta de conversión del parque automotor de Lima y Callao para el uso del gas natural. Tesina de licenciatura. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú
- SENAMHI. 2008. Boletín hidrometeorológico del Perú – Evaluación de la Contaminación atmosférica en la zona metropolitana de Lima-Callao. 25 pág.
- SILVA, J. MONTOYA, Z. 2004. Análisis de la relación entre el comportamiento estacional de los contaminantes sólidos

sedimentables con las condiciones meteorológicas predominantes en la zona metropolitana de lima-callao durante el año 2004. Lima. Perú.

- VALLIUS, M., 2005. Characteristics and sources of fine particulate matter in urban air, National Public Health Institute. Department of Environmental Health, Kuopio, Finland.

ANEXOS

ANEXO N° 01 Registro Fotográfico
ESTACIONES DE MONITOREO: Vigilancia de la Calidad del Aire –
Cuenca Atmosférica de Pasco

Fotografía 1 Estación de Monitoreo E-1

	<p>Estación de monitoreo E-1; ubicado en el Patio del Centro de Salud de Túpac Amaru de la Av. 9 de Diciembre del AA.HH. del mismo nombre.</p> <p>UBICACIÓN: Distrito : Chaupimarca Provincia : Pasco Departamento : Pasco</p> <p>COORDENADAS UTM WGS 84 ZONA: 18L Este (m): 363 364 Norte (m): 8 818 319 Altura (m.s.n.m):</p>
---	---

Fotografía 2 Estación de Monitoreo E-2

<p>Estación de monitoreo E-2; ubicado en el patio de la Casa Museo DAC - UNDAC; ESQ. Av. D:A: Carrión y Los Incas de la Urbanización San Juan.</p> <p>UBICACIÓN: Distrito : Yanacancha Provincia : Pasco Departamento : Pasco</p> <p>COORDENADAS UTM WGS 84 ZONA: 18L Este (m): 363 060 Norte (m): 8 820 502 Altura (m.s.n.m):</p>	
--	---

Fotografía 3 Estación de Monitoreo E-3



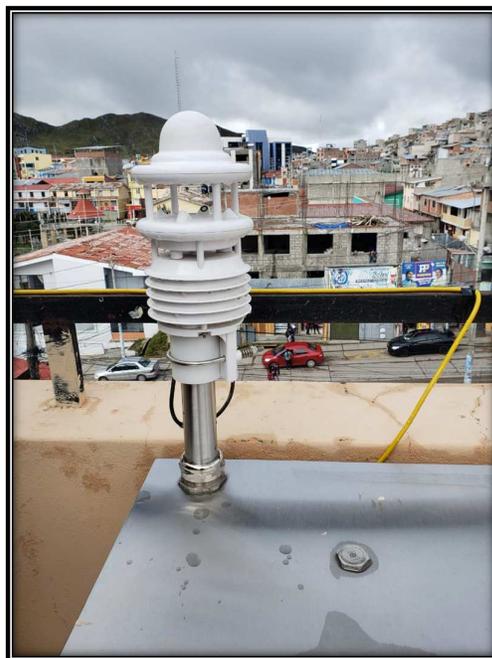
Fotografía 4 Estación de Monitoreo E-4 - UNDAC



Fotografía 5 Estación de Monitoreo Hospital Carrión



Fotografía 6 Estación de Monitoreo UNDAC



ANEXO N° 02: Informes de Ensayo 2016



PERÚ Ministerio de Salud
Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria

LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL



INFORME DE ENSAYO N.° 0349-2016

Pág. 1 de 2

Solicitante: DSA-DIGESA/DIRESA PASCO **Expediente N.° 28195-2016-DRS**

Domicilio: Las Amapolas 350 Lince, Lima

Muestra declarada: Aire

Cantidad de muestras: 6 Filtros
Filtros para muestreo proporcionado por el solicitante

Fecha de ingreso: 2016-06-07

Lugar de ensayos: Laboratorio sede La Molina

Identificación de la muestra

Código laboratorio	Código campo	Punto de muestreo / Localidad / Distrito / Provincia / Departamento	Fecha de muestreo
01798	E-3	Puesto de Salud Paragsha-Acias Rancas // Simón Bolívar / Pasco / Pasco	2016-04-05
01799	E-1	Puesto de Salud Tupac Amaru // Chauvimarca / Pasco / Pasco	2016-04-12
01800	E-3	Puesto de Salud Paragsha-Acias Rancas // Simón Bolívar / Pasco / Pasco	2016-04-12
01801	E-1	Puesto de Salud Tupac Amaru // Chauvimarca / Pasco / Pasco	2016-04-13
01802	E-3	Puesto de Salud Paragsha-Acias Rancas // Simón Bolívar / Pasco / Pasco	2016-04-19
01803	E-1	Puesto de Salud Tupac Amaru // Chauvimarca / Pasco / Pasco	2016-04-19

Nota: Los datos de las muestras son proporcionados por el solicitante.

Resultados

Código laboratorio	N° filtro (a.v.) PM 10	PM 10 (a.v.) (µg/muestra)
01798	1520342	17950
01799	1520343	20500
01800	1520344	14850
01801	1520345	17450
01802	1520346	30500
01803	1520347	32950
Límite de cuantificación		1 590
Fecha de análisis		2016-06-09

a.v.: alto volumen

Método de ensayo: PM 10 : EPA. Method IO 3.1. 1999. Compendium of methods for the determination of inorganic compounds in ambient air. Selection, Preparation and Extraction of Filter Material.

MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria
"DIGESA"

[Firma]

BLGA. ELENA DEL ROSARIO GIL MERINO
CBP: 10777
Jefa del Laboratorio de Control Ambiental



Lima, 2016-06-15
EGM/SGV/Ing

Los resultados de este informe corresponden a las muestras sometidas a ensayo. La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito de este laboratorio. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio sede La Molina
Calle Los Pinos N° 259,
Urb. Camacho, La Molina-Lima 12
T (511) 4341912

www.digesa.minsa.gob.pe
www.digesa.sld.pe

Laboratorio sede principal
Calle Las Amapolas N° 350
Urb. San Eugenio, Lince – Lima 14, Perú
Central telefónica (511) 6314430

F03-AC-PS-13 Rev 05



INFORME DE ENSAYO N.º 0349-2016

Resultados

Código laboratorio	Arsénico (µg/muestra)	Berilio (µg/muestra)	Cadmio (µg/muestra)	Cobalto (µg/muestra)	Cromo (µg/muestra)	Cobre (µg/muestra)	Hierro (µg/muestra)	Mercurio (µg/muestra)
01798	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	57,3	455	<40,8
01799	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	22,9	329	<40,8
01800	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	35,2	457	<40,8
01801	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	21,7	247	<40,8
01802	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	62,2	893	<40,8
01803	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	65,6	574	<40,8
LC	18,6	1,5	3,7	11,1	8,9	7,4	25,2	40,8

Código laboratorio	Litio (µg/muestra)	Manganeso (µg/muestra)	Molibdeno (µg/muestra)	Níquel (µg/muestra)	Plomo (µg/muestra)	Antimonio (µg/muestra)	Selenio (µg/muestra)	Zinc (µg/muestra)
01798	<273	49,4	<6,7	<10,4	35,3	<18,6	<116	<90,0
01799	<273	29,7	<6,7	<10,4	<23,8	<18,6	<116	<90,0
01800	<273	47,3	<6,7	<10,4	31,7	<18,6	<116	<90,0
01801	<273	20,8	<6,7	<10,4	<23,8	<18,6	<116	<90,0
01802	<273	103	<6,7	<10,4	83,5	<18,6	<116	135
01803	<273	54,3	<6,7	<10,4	27,3	<18,6	<116	<90,0
LC	273	3,0	6,7	10,4	23,8	18,6	116	90,0

Fecha de análisis 2016-06-14

LC: Límite de cuantificación

Método:

Métodos: EPA, Method IO 3.4. 1999. Compendium of methods for the determination of inorganic compounds in ambient air. Determination of Metals in Ambient Particulate Matter Using Inductively Coupled Plasma (ICP) Spectroscopy.

MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria
DIGESA

BLGA. ELENA DEL ROSARIO GIL MERINO
CBP: 10777
Jefa del Laboratorio de Control Ambiental



Lima, 2016-06-15
EGM/SQV/Ing

F03-AC-PS-13 Rev 05

Los resultados de este informe corresponden a las muestras sometidas a ensayo. La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito de este laboratorio. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio sede La Molina
Calle Los Pinos N° 259,
Urb. Camacho, La Molina-Lima 12
T (511) 4341912

www.digesa.minsa.gob.pe
www.digesa.sld.pe

Laboratorio sede principal
Calle Las Amapolas N° 350
Urb. San Eugenio, Lince – Lima 14, Perú
Central telefónica (511) 6314430



INFORME DE ENSAYO N.º 0350-2016

Pág. 1 de 2

Solicitante: DSA-DIGESA/DIRESA PASCO
 Domicilio: Las Amapolas 350 Lince, Lima
 Muestra declarada: Aire
 Cantidad de muestras: 6 Filtros
 Fecha de ingreso: Filtros para muestreo proporcionado por el solicitante
 Lugar de ensayos: Laboratorio sede La Molina
 Expediente N.º 28195-2016-DRS

Identificación de la muestra

Código laboratorio	Código campo	Punto de muestreo / Localidad / Distrito / Provincia / Departamento	Fecha de muestreo
01804	E-1	Puesto de Salud Tupac Amaru // Chaupimarca / Pasco / Pasco	2016-05-12
01805	E-3	Puesto de Salud Paragsha-Acllas Rancas // Simón Bolívar / Pasco / Pasco	2016-05-12
01806	E-3	Puesto de Salud Paragsha-Acllas Rancas // Simón Bolívar / Pasco / Pasco	2016-05-13
01807	E-1	Puesto de Salud Tupac Amaru // Chaupimarca / Pasco / Pasco	2016-05-14
01808	E-1	Puesto de Salud Tupac Amaru // Chaupimarca / Pasco / Pasco	2016-05-15
01809	E-3	Puesto de Salud Paragsha-Acllas Rancas // Simón Bolívar / Pasco / Pasco	2016-05-15

Nota: Los datos de las muestras son proporcionados por el solicitante.

Resultados

Código laboratorio	Nº filtro	PM 10
	(a.v.) PM 10	(a.v.) (µg/muestra)
01804	1520348	28450
01805	1520349	25150
01806	1520351	17800
01807	1520350	31850
01808	1520352	25750
01809	1520353	16250
Límite de cuantificación		1 590
Fecha de análisis		2016-06-09

Método de ensayo:

PM 10 : EPA, Method IO 3.1, 1999, Compendium of methods for the determination of inorganic compounds in ambient air. Selection, Preparation and Extraction of Filter Material.

MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria
DIGESA

BLGA. ELENA DEL ROSARIO GIL MERINO
CBP-10777
Jefa del Laboratorio de Control Ambiental



Lima, 2016-06-15
EGM/SGV/Ing

F03-AC-PS-13 Rev 05

Los resultados de este informe corresponden a las muestras sometidas a ensayo. La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito de este laboratorio. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio sede La Molina
Calle Los Pinos N° 259,
Urb. Camacho, La Molina-Lima 12
T (511) 4341912

www.digesa.minsa.gob.pe
www.digesa.sld.pe

Laboratorio sede principal
Calle Las Amapolas N° 350
Urb. San Eugenio, Lince - Lima 14, Perú
Central telefónica (511) 6314430



PERU

Ministerio de Salud

Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria

LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL

INFORME DE ENSAYO N.º 0350-2016

Pág. 2 de 2

Resultados

Código laboratorio	Arsénico (µg/muestra)	Berilio (µg/muestra)	Cadmio (µg/muestra)	Cobalto (µg/muestra)	Cromo (µg/muestra)	Cobre (µg/muestra)	Hierro (µg/muestra)	Mercurio (µg/muestra)
01804	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	37,6	441	<40,8
01805	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	124	972	<40,8
01806	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	40,8	991	<40,8
01807	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	51,9	433	<40,8
01808	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	47,9	321	<40,8
01809	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	34,1	482	<40,8
LC	18,6	1,5	3,7	11,1	8,9	7,4	25,2	40,8

Código laboratorio	Litio (µg/muestra)	Manganeso (µg/muestra)	Molibdeno (µg/muestra)	Níquel (µg/muestra)	Plomo (µg/muestra)	Antimonio (µg/muestra)	Selenio (µg/muestra)	Zinc (µg/muestra)
01804	<273	39,0	<6,7	<10,4	24,9	<18,6	<116	<90,0
01805	<273	108	<6,7	<10,4	67,5	<18,6	<116	158
01806	<273	136	<6,7	<10,4	85,2	<18,6	<116	240
01807	<273	38,8	<6,7	<10,4	<23,8	<18,6	<116	<90,0
01808	<273	26,5	<6,7	<10,4	<23,8	<18,6	<116	<90,0
01809	<273	44,4	<6,7	<10,4	37,2	<18,6	<116	<90,0
LC	273	3,0	6,7	10,4	23,8	18,6	116	90,0

Fecha de análisis 2016-06-14

LC: Límite de cuantificación

Método:

Metals: EPA Method IO 3.4. 1999. Compendium of methods for the determination of inorganic compounds in ambient air. Determination of Metals in Ambient Particulate Matter Using Inductively Coupled Plasma (ICP) Spectroscopy.

MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental
e Inocuidad Alimentaria
DIGESA

BLGA ELENA DEL ROSARIO GIL MERINO
CBP 10777
Jefe del Laboratorio de Control Ambiental



Lima, 2016-06-15
EGM/SGV/ing

F03-AC-PS-13 Rev 05

Los resultados de este informe corresponden a las muestras sometidas a ensayo. La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito de este laboratorio. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio sede La Molina
Calle Los Pinos N° 259,
Urb. Camacho, La Molina-Lima 12
T (511) 4341912

www.digesa.minsa.gob.pe
www.digesa.sld.pe

Laboratorio sede principal
Calle Las Amapolas N° 350
Urb. San Eugenio, Lince - Lima 14, Perú
Central telefónica (511) 6314430

INFORME DE ENSAYO N.º 0577-2016

Pág. 1 de 3

Solicitante: DSA-DIGESA/DIRESA PASCO
 Domicilio: Las Amapolas 350 Lince, Lima
 Muestra declarada: Aire
 Cantidad de muestras: 9 Filtros
 Fecha de Ingreso: 2016-09-19
 Lugar de ensayos: Laboratorio sede La Molina

Expediente N.º 45657-2016-DRS

Identificación de la muestra

Código laboratorio	Código campo	Punto de muestreo / Localidad / Distrito / Provincia / Departamento	Fecha de muestreo
03112	E-3	Puesto de Salud Paragsha-Aclas Rancas // Simon Bolivar / Pasco / Pasco	2016-07-18
03113	E-1	Puesto de Salud Tupac Amaru // Chaupimarca / Pasco / Pasco	2016-07-18
03114	E-2	Casa Museo - Universidad Daniel Alcides Carrión // Yanacancha / Pasco / Pasco	2016-07-19
03115	E-1	Puesto de Salud Tupac Amaru // Chaupimarca / Pasco / Pasco	2016-07-19
03116	E-3	Puesto de Salud Paragsha-Aclas Rancas // Simon Bolivar / Pasco / Pasco	2016-07-19
03117	E-2	Casa Museo - Universidad Daniel Alcides Carrión // Yanacancha / Pasco / Pasco	2016-07-20
03118	E-1	Puesto de Salud Tupac Amaru // Chaupimarca / Pasco / Pasco	2016-07-20
03119	E-3	Puesto de Salud Paragsha-Aclas Rancas // Simon Bolivar / Pasco / Pasco	2016-07-20
03120	E-2	Casa Museo - Universidad Daniel Alcides Carrión // Yanacancha / Pasco / Pasco	2016-07-21

Nota: Los datos de las muestras son proporcionados por el solicitante.

Lima, 2016-09-29
 EGM/SGV/Ing

F03-AC-P5-13 Rev 05

Los resultados de este Informe corresponden a las muestras sometidas a ensayo. La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito de este laboratorio. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio sede La Molina
 Calle Los Pinos N° 259,
 Urb. Camacho, La Molina-Lima 12
 T (511) 4341912

www.digesa.minsa.gob.pe
www.digesa.sld.pe

Laboratorio sede principal
 Calle Las Amapolas N° 350
 Urb. San Eugenio, Lince - Lima 14, Perú
 Central telefónica (511) 6314430



PERU Ministerio de Salud

Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria

LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL

INFORME DE ENSAYO N.º 0577-2016

Pág. 2 de 3

Resultados

Código laboratorio	Nº filtro (a.v.) PM 10	PM 10 (a.v.) (µg/muestra)
03112	1520406	33200
03113	1520484	45700
03114	1520485	89900
03115	1520486	84650
03116	1520487	54850
03117	1520488	79250
03118	1520489	68800
03119	1520490	50000
03120	1520491	96550
Límite de cuantificación		1 590
Fecha de análisis		2016-09-23

a.v.: alto volumen

Métodos de ensayo:

PM 10: EPA, Method 10.3.1, 1999. Compendium of methods for the determination of inorganic compounds in ambient air. Selection, Preparation and Extraction of Filter Material.

MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria
"DIGESA"

BLGA. ELENA DEL ROSARIO GIL MERINO
CBP: 10777
Jefa del Laboratorio de Control Ambiental



Lima, 2016-09-29
EGM/SGV/Ing

F03-AC-PS-13 Rev 05

Los resultados de este informe corresponden a las muestras sometidas a ensayo. La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito de este laboratorio. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio sede La Molina
Calle Los Pinos N° 259,
Urb. Camacho, La Molina-Lima 12
T (511) 4341912

www.digesa.minsa.gob.pe
www.digesa.sld.pe

Laboratorio sede principal
Calle Las Amapolas N° 350
Urb. San Eugenio, Lince – Lima 14, Perú
Central telefónica (511) 6314430



PERÚ Ministerio de Salud

Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria

LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL

INFORME DE ENSAYO N.º 0577-2016

Pág. 3 de 3

Resultados

Código laboratorio	Arsénico (µg/muestra)	Berilio (µg/muestra)	Cadmio (µg/muestra)	Cobalto (µg/muestra)	Cromo (µg/muestra)	Cobre (µg/muestra)	Hierro (µg/muestra)	Mercurio (µg/muestra)
03112	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	143	754	<40,8
03113	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	31,3	658	<40,8
03114	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	64,7	1666	<40,8
03115	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	49,3	1460	<40,8
03116	<18,6	<1,5	12,4	<11,1	<8,9	245	1990	<40,8
03117	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	63,4	1491	<40,8
03118	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	59,7	1319	<40,8
03119	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	526	1723	<40,8
03120	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	86,5	1778	<40,8
LC	18,6	1,5	3,7	11,1	8,9	7,4	25,2	40,8

Código laboratorio	Litio (µg/muestra)	Manganeso (µg/muestra)	Molibdeno (µg/muestra)	Niquel (µg/muestra)	Plomo (µg/muestra)	Antimonio (µg/muestra)	Selenio (µg/muestra)	Zinc (µg/muestra)
03112	<273	<3,0	<6,7	<10,4	44,6	<18,6	<116	<90,0
03113	<273	<3,0	<6,7	<10,4	26,7	<18,6	<116	<90,0
03114	<273	<3,0	<6,7	<10,4	96,4	<18,6	<116	167
03115	<273	<3,0	<6,7	<10,4	78,9	<18,6	<116	132
03116	<273	<3,0	<6,7	<10,4	194	<18,6	<116	265
03117	<273	<3,0	<6,7	<10,4	98,4	<18,6	<116	184
03118	<273	<3,0	<6,7	<10,4	68,7	<18,6	<116	136
03119	<273	<3,0	12,4	<10,4	139	<18,6	<116	217
03120	<273	<3,0	<6,7	<10,4	97,0	<18,6	<116	181
LC	273	3,0	6,7	10,4	23,8	18,6	116	90,0

Fecha de análisis 2016-09-29

LC: Límite de cuantificación

Método:

Metales: EPA. Method IO 3.4. 1999. Compendium of methods for the determination of inorganic compounds in ambient air. Determination of Metals in Ambient Particulate Matter Using Inductively Coupled Plasma (ICP) Spectroscopy.

MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria
"DIGESA"
BLGA. ELENA DEL ROSARIO GIL MERINO
C.B.P. 10774
Jefa del Laboratorio de Control Ambiental



Lima, 2016-09-29
EGM/SGV/Ing

F03-AC-PS-13 Rev 05

Los resultados de este informe corresponden a las muestras sometidas a ensayo. La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito de este laboratorio. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio sede La Molina
Calle Los Pinos N° 259,
Urb. Camacho, La Molina-Lima 12
T (511) 4341912

www.digesa.minsa.gob.pe
www.digesa.sld.pe

Laboratorio sede principal
Calle Las Amapolas N° 350
Urb. San Eugenio, Lince - Lima 14, Perú
Central telefónica (511) 6314430

INFORME DE ENSAYO N.º 0579-2016

Pág. 1 de 3

Solicitante: DSA-DIGESA/DIRESA PASCO Expediente N.º 45655-2016-DRS
 Domicilio: Las Amapolas 350 Lince, Lima
 Muestra declarada: Aire
 Muestra proporcionada por el solicitante
 Cantidad de muestras: 11 filtros
 Filtros para muestreo proporcionado por el solicitante
 Fecha de ingreso: 2016-09-19
 Lugar de ensayos: Laboratorio sede La Molina

Identificación de la muestra

Código laboratorio	Código campo	Punto de muestreo / Localidad / Distrito / Provincia / Departamento	Fecha de muestreo
03127	E-2	Institución Educativa 34042 "T. Morales Janampa" de Smelter // Tinyahuarco / Pasco / Pasco	2016-08-15
03128	E-3	Local Comunal de Huaraucaca // Tinyahuarco / Pasco / Pasco	2016-08-15
03129	E-1	Local de la Municipalidad Centro Poblado de Colquijirca // Tinyahuarco / Pasco / Pasco	2016-08-15
03130	E-3	Local Comunal de Huaraucaca // Tinyahuarco / Pasco / Pasco	2016-08-16
03131	E-2	Institución Educativa n° 34042 "T. Morales Janampa" de Smelter // Tinyahuarco / Pasco / Pasco	2016-08-16
03132	E-1	Local de la Municipalidad Centro Poblado de Colquijirca // Tinyahuarco / Pasco / Pasco	2016-08-16
03133	E-3	Local Comunal de Huaraucaca // Tinyahuarco / Pasco / Pasco	2016-08-18
03134	E-2	Institución Educativa n° 34042 "T. Morales Janampa" de Smelter // Tinyahuarco / Pasco / Pasco	2016-08-18
03135	E-1	Local de la Municipalidad Centro Poblado de Colquijirca // Tinyahuarco / Pasco / Pasco	2016-08-18
03136	E-3	Local Comunal de Huaraucaca // Tinyahuarco / Pasco / Pasco	2016-08-18
03137	E-2	Institución Educativa n° 34042 "T. Morales Janampa" de Smelter // Tinyahuarco / Pasco / Pasco	2016-08-18

Nota: Los datos de las muestras son proporcionados por el solicitante.

Lima, 2016-09-29

F03-AC-PS-13 Rev 05

EGM/SGV/Ing

Los resultados de este informe corresponden a las muestras sometidas a ensayo. La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito de este laboratorio. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio sede La Molina
 Calle Los Pinos N° 259,
 Urb. Camacho, La Molina-Lima 12
 T (511) 4341912

www.digesa.minsa.gob.pe
www.digesa.sld.pe

Laboratorio sede principal
 Calle Las Amapolas N° 350
 Urb. San Eugenio, Lince – Lima 14, Perú
 Central telefónica (511) 6314430



PERÚ

Ministerio de Salud

Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria

LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL

INFORME DE ENSAYO N.º 0579-2016

Pág. 2 de 3

Resultados

Código laboratorio	Nº filtro	PM 10
	(a.v.) PM 10	(a.v.) (µg/muestra)
03127	1520492	49500
03128	1520493	76400
03129	1520494	53150
03130	1520495	40900
03131	1520496	68000
03132	1520497	45750
03133	1520498	59250
03134	1520499	82450
03135	1520500	47750
03136	1520501	65650
03137	1520502	58200
Límite de cuantificación		1 590
Fecha de análisis		2016-09-27

a.v.: alto volumen

Métodos de ensayo:

PM 10 : EPA, Method IO.3.1, 1999. Compendium of methods for the determination of inorganic compounds in ambient air. Selection, Preparation and Extraction of Filter Material.

MINISTERIO DE SALUD
 Dirección General de Salud Ambiental
 e Inocuidad Alimentaria
 DIGESA

Elena del Rosario Gil Merino

BLGA. ELENA DEL ROSARIO GIL MERINO
 CPB: 10777
 Jefa del Laboratorio de Control Ambiental



Lima, 2016-09-29

EGM/SGV/Ing

F03-AC-PS-13 Rev 05

Los resultados de este informe corresponden a las muestras sometidas a ensayo. La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito de este laboratorio. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio sede La Molina
 Calle Los Pinos N° 259,
 Urb. Camacho, La Molina-Lima 12
 T (511) 4341912

www.digesa.minsa.gob.pe
www.digesa.sld.pe

Laboratorio sede principal
 Calle Las Amapolas N° 350
 Urb. San Eugenio, Lince - Lima 14, Perú
 Central telefónica (511) 6314430

INFORME DE ENSAYO N.º 0579-2016

Pág. 3 de 3

Resultados

Código laboratorio	Arsénico (µg/muestra)	Berilio (µg/muestra)	Cadmio (µg/muestra)	Cobalto (µg/muestra)	Cromo (µg/muestra)	Cobre (µg/muestra)	Hierro (µg/muestra)	Mercurio (µg/muestra)
03127	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	90,5	1155	<40,8
03128	103	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	318	3020	<40,8
03129	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	64,5	857	<40,8
03130	79,3	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	240	1273	<40,8
03131	22,0	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	93,9	1328	<40,8
03132	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	35,4	615	<40,8
03133	64,8	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	206	1560	<40,8
03134	29,2	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	104	1402	<40,8
03135	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	25,4	414	<40,8
03136	56,1	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	181	1951	<40,8
03137	35,7	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	128	1202	<40,8
LC	18,6	1,5	3,7	11,1	8,9	7,4	25,2	40,8

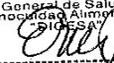
Código laboratorio	Litio (µg/muestra)	Manganeso (µg/muestra)	Molibdeno (µg/muestra)	Niquel (µg/muestra)	Plomo (µg/muestra)	Antimonio (µg/muestra)	Selenio (µg/muestra)	Zinc (µg/muestra)
03127	<273	<3,0	<6,7	<10,4	50,1	<18,6	<116	123
03128	<273	<3,0	<6,7	<10,4	184	<18,6	<116	481
03129	<273	<3,0	<6,7	<10,4	44,8	<18,6	<116	93,3
03130	<273	<3,0	<6,7	<10,4	109	<18,6	<116	264
03131	<273	<3,0	<6,7	<10,4	66,4	<18,6	<116	140
03132	<273	<3,0	<6,7	<10,4	27,9	<18,6	<116	<90,0
03133	<273	<3,0	<6,7	<10,4	100	<18,6	<116	257
03134	<273	<3,0	<6,7	<10,4	75,4	<18,6	<116	138
03135	<273	<3,0	<6,7	<10,4	<23,8	<18,6	<116	<90,0
03136	<273	<3,0	<6,7	<10,4	134	<18,6	<116	326
03137	<273	<3,0	<6,7	<10,4	50,9	<18,6	<116	105
LC	273	3,0	6,7	10,4	23,8	18,6	116	90,0

Fecha de análisis 2016-09-29

LC: Límite de cuantificación

Método:

Metales: EPA Method ID 3.4. 1999. Compendium of methods for the determination of inorganic compounds in ambient air. Determination of Metals in Ambient Particulate Matter Using Inductively Coupled Plasma (ICP) Spectroscopy.

MINISTERIO DE SALUD
 Dirección General de Salud Ambiental
 e Inocuidad Alimentaria

BLGA. ELENA DEL ROSARIO GIL MERINO
 CBP- 10777
 Jefa del Laboratorio de Control Ambiental



Lima, 2016-09-29

F03-AC-PS-13 Rev 05

EGM/SGV/ing

Los resultados de este informe corresponden a las muestras sometidas a ensayo. La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito de este laboratorio. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio sede La Molina
 Calle Los Pinos N° 259,
 Urb. Camacho, La Molina-Lima 12
 T (511) 4341312

www.digesa.minsa.gob.pe
www.digesa.sld.pe

Laboratorio sede principal
 Calle Las Amapolas N° 350
 Urb. San Eugenio, Lince - Lima 14, Perú
 Central telefónica (511) 6314430

INFORME DE ENSAYO N.º 0641-2016

Solicitante: DSA-DIGESA/DIRESA Pasco
Domicilio: Las Amapolas 350 Lince, Lima
Muestra declarada: Aire
Cantidad de muestras: Muestra proporcionada por el solicitante
 6 filtros
Fecha de ingreso: Filtros para muestreo proporcionado por el solicitante
 2016-10-12
Lugar de ensayos: Laboratorio sede La Molina

Identificación de la muestra			
Código laboratorio	Código campo	Punto de muestreo / Localidad / Distrito / Provincia / Departamento	Fecha de muestreo
03423	E-1	Puesto de Salud Tupac Amaru // Chaupimarca / Pasco / Pasco	
03424	E-3	Puesto de Salud Paragsha - Aclas Rancas / Simón Bolívar / Pasco / Pasco	2016-09-27
03425	E-1	Puesto de Salud Tupac Amaru // Chaupimarca / Pasco / Pasco	2016-09-27
03426	E-3	Puesto de Salud Paragsha - Aclas Rancas // Simón Bolívar / Pasco / Pasco	2016-09-28
03427	E-1	Puesto de Salud Tupac Amaru // Chaupimarca / Pasco / Pasco	2016-09-28
03428	E-3	Puesto de Salud Paragsha - Aclas Rancas // Simón Bolívar / Pasco / Pasco	2016-09-29
			2016-09-29

Nota: Los datos de las muestras son proporcionados por el solicitante.

Resultados		
Código laboratorio	Nº filtro (a.v.) PM 10	PM 10 (a.v.) (µg/muestra)
03423	1620328	11500
03424	1620329	39650
03425	1620330	28800
03426	1620331	14050
03427	1620332	39800
03428	1620333	34000
Límite de cuantificación		1 590
Fecha de análisis		2016-10-18

a.v.: alto volumen
Métodos de ensayo:
 PM 10 : EPA Method IO 3.1. 1999. Compendium of methods for the determination of inorganic compounds in ambient air. Selection, Preparation and Extraction of Filter Material.

MINISTERIO DE SALUD
 Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria
 DIGESA
 B.L.G.A. ELENA DEL ROSARIO GIL MERINO
 C.B.P. 10777
 Jefa del Laboratorio de Control Ambiental



Lima, 2016-10-25
 EGM/CLA/Ing

Los resultados de este informe corresponden a las muestras sometidas a ensayo. La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito de este laboratorio. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio sede La Molina
 Calle Los Pinos N° 259,
 Urb. Camacho, La Molina-Lima 12
 T (511) 4341912

www.digesa.minsa.gob.pe
www.digesa.sld.pe

Laboratorio sede principal
 Calle Las Amapolas N° 350
 Urb. San Eugenio, Lince - Lima 14, Perú
 Central telefónica (511) 6314430



INFORME DE ENSAYO N.º 0641-2016

Resultados

Código laboratorio	Arsénico (µg/muestra)	Berilio (µg/muestra)	Cadmio (µg/muestra)	Cobalto (µg/muestra)	Cromo (µg/muestra)	Cobre (µg/muestra)	Hierro (µg/muestra)	Mercurio (µg/muestra)
03423	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	38,1	237	<40,8
03424	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	177	1292	<40,8
03425	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	69,6	473	<40,8
03426	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	107	567	<40,8
03427	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	53,2	611	<40,8
03428	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	220	1014	<40,8
LC	18,6	1,5	3,7	11,1	8,9	7,4	25,2	40,8

Código laboratorio	Litio (µg/muestra)	Manganeso (µg/muestra)	Molibdeno (µg/muestra)	Níquel (µg/muestra)	Plomo (µg/muestra)	Antimonio (µg/muestra)	Selenio (µg/muestra)	Zinc (µg/muestra)
03423	<273	<3,0	<6,7	<10,4	<23,8	<18,6	<116	<90,0
03424	<273	<3,0	<6,7	<10,4	201	<18,6	<116	482
03425	<273	<3,0	<6,7	<10,4	<23,8	<18,6	<116	<90,0
03426	<273	<3,0	<6,7	<10,4	52,9	<18,6	<116	113
03427	<273	<3,0	<6,7	<10,4	34,4	<18,6	<116	<90,0
03428	<273	<3,0	<6,7	<10,4	88,3	<18,6	<116	168
LC	273	3,0	6,7	10,4	23,8	18,6	116	90,0

Fecha de análisis: 2016-10-24

LC: Límite de cuantificación

Método:

Metales: EPA, Method IO 3.4, 1999. Compendium of methods for the determination of inorganic compounds in ambient air. Determination of Metals in Ambient Particulate Matter Using Inductively Coupled Plasma (ICP) Spectroscopy.

MINISTERIO DE SALUD
 Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria

BLGA. ELENA DEL ROSARIO GIL MERINO
 CBP- 10777
 Jefa del Laboratorio de Control Ambiental



Lima, 2016-10-25
 EGM/CLA/ing

F03-AC-PS-13 Rev 05

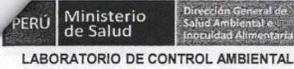
Los resultados de este informe corresponden a las muestras sometidas a ensayo. La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito de este laboratorio. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio sede La Molina
 Calle Los Pinos N° 259,
 Urb. Camacho, La Molina-Lima 12
 T (511) 4341912

www.digesa.minsa.gob.pe
www.digesa.sld.pe

Laboratorio sede principal
 Calle Las Amapolas N° 350
 Urb. San Eugenio, Lince – Lima 14, Perú
 Central telefónica (511) 6314430

ANEXO N° 03: Informes de Ensayo 2017



LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL

INFORME DE ENSAYO N.º 0110-2017

Pág. 1 de 3

Solicitante: DSA-DIGESA/DIRESA PASCO **Expediente N.º** 9155-2017-DRS
Domicilio: Las Amapolas 350 Lince, Lima
Muestra declarada: Aire
Cantidad de muestras: Muestra proporcionada por el solicitante
 12 Filtros
Fecha de ingreso: Filtros para muestreo proporcionado por el solicitante
 2017-02-24
Lugar de ensayos: Laboratorio sede La Molina

Identificación de la muestra

Código laboratorio	Código campo	Punto de muestreo / Distrito / Provincia / Departamento	Fecha de muestreo
00411	E-3	Puesto de Salud Paragsha-Acllas Rancas / Simón Bolívar / Pasco / Pasco	2017-01-17
00412	E-1	Puesto de Salud Tupac Amaru / Chaupimarca / Pasco / Pasco	2017-01-17
00413	E-3	Puesto de Salud Paragsha-Acllas Rancas / Simón Bolívar / Pasco / Pasco	2017-01-18
00414	E-1	Puesto de Salud Tupac Amaru / Chaupimarca / Pasco / Pasco	2017-01-18
00415	E-3	Puesto de Salud Paragsha-Acllas Rancas / Simón Bolívar / Pasco / Pasco	2017-01-19
00416	E-1	Puesto de Salud Tupac Amaru / Chaupimarca / Pasco / Pasco	2017-01-19
00417	E-2	Casa Museo D.A. Carrión - UNDAC / Yanacancha / Pasco / Pasco	2017-01-23
00418	E-5	Puesto de Salud Champamarca / Simón Bolívar / Pasco / Pasco	2017-01-23
00419	E-2	Casa Museo D.A. Carrión - UNDAC / Yanacancha / Pasco / Pasco	2017-01-24
00420	E-5	Puesto de Salud Champamarca / Simón Bolívar / Pasco / Pasco	2017-01-25
00421	E-2	Casa Museo D.A. Carrión - UNDAC / Yanacancha / Pasco / Pasco	2017-01-25
00422	E-5	Puesto de Salud Champamarca / Simón Bolívar / Pasco / Pasco	2017-01-26

Nota: Los datos de las muestras son proporcionados por el solicitante.

Lima, 2017-03-03
JLR/SGV/Ing

F03-AC-PS-13 Rev 05

Los resultados de este informe corresponden a las muestras sometidas a ensayo. La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito de este laboratorio. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio sede La Molina
Calle Los Pinos N° 259,
Urb. Camacho, La Molina-Lima 12
T (511) 4341912

www.digesa.minsa.gob.pe
www.digesa.sld.pe

Laboratorio sede principal
Calle Las Amapolas N° 350
Urb. San Eugenio, Lince - Lima 14, Perú
Central telefónica (511) 6314430



INFORME DE ENSAYO N.º 0110-2017

Resultados

Código laboratorio	Nº filtro	PM 10
	(a.v.) PM 10	(a.v.) (µg/muestra)
00411	1620443	12200
00412	1620444	5000
00413	1620445	11300
00414	1620446	13700
00415	1620447	13850
00416	1620448	13400
00417	1620449	95950
00418	1620450	29550
00419	1620451	50900
00420	1620452	15450
00421	1620453	74550
00422	1620454	14700
Límite de cuantificación		1 590
Fecha de análisis		2017-02-28

a.v.: alto volumen

Método de ensayo:

PM 10 : EPA. Method IO 3.1. 1999. Compendium of methods for the determination of inorganic compounds in ambient air. Selection, Preparation and Extraction of Filter Material.

Nota : La muestra 00413 para el análisis de PM 10 se encuentra muestreado por el lado incorrecto del filtro. Por lo tanto el resultado es referencial.

MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental
e Inocuidad Alimentaria
Julia Ivonne Loayza Ramos
BLGA JULIA IVONNE LOAYZA RAMOS
C.B.P. 2841
JEFA DE LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL
DIGESA



Lima, 2017-03-03
JLR/SGV/Ing

F03-AC-PS-13 Rev 05

Los resultados de este informe corresponden a las muestras sometidas a ensayo. La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito de este laboratorio. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio sede La Molina
Calle Los Pinos N° 259,
Urb. Camacho, La Molina-Lima 12
T [511] 4341912

www.digesa.minsa.gob.pe
www.digesa.sld.pe

Laboratorio sede principal
Calle Las Amapolas N° 350
Urb. San Eugenio, Lince - Lima 14, Perú
Central telefónica [511] 6314430

INFORME DE ENSAYO N.º 0110-2017

Pág. 3 de 3

Resultados

Código laboratorio	Arsénico (µg/muestra)	Berilio (µg/muestra)	Cadmio (µg/muestra)	Cobalto (µg/muestra)	Cromo (µg/muestra)	Cobre (µg/muestra)	Hierro (µg/muestra)	Mercurio (µg/muestra)
00411	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	146	319	<40,8
00412	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	13,8	108	<40,8
00413	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	65,2	639	<40,8
00414	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	18,4	241	<40,8
00415	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	144	786	<40,8
00416	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	26,6	285	<40,8
00417	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	94,2	1834	<40,8
00418	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	73,9	774	<40,8
00419	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	55,9	826	<40,8
00420	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	51,5	405	<40,8
00421	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	72,7	1300	<40,8
00422	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	47,5	369	<40,8
LC	18,6	1,5	3,7	11,1	8,9	7,4	25,2	40,8

Código laboratorio	Litio (µg/muestra)	Manganeso (µg/muestra)	Molibdeno (µg/muestra)	Niquel (µg/muestra)	Plomo (µg/muestra)	Antimonio (µg/muestra)	Selenio (µg/muestra)	Zinc (µg/muestra)
00411	<273	<3,0	<6,7	<10,4	<23,8	<18,6	<116	<90,0
00412	<273	<3,0	<6,7	<10,4	<23,8	<18,6	<116	<90,0
00413	<273	<3,0	<6,7	<10,4	32,0	<18,6	<116	<90,0
00414	<273	<3,0	<6,7	<10,4	<23,8	<18,6	<116	<90,0
00415	<273	<3,0	<6,7	<10,4	44,8	<18,6	<116	112
00416	<273	<3,0	<6,7	<10,4	<23,8	<18,6	<116	<90,0
00417	<273	<3,0	<6,7	<10,4	84,2	<18,6	<116	216
00418	<273	<3,0	<6,7	<10,4	40,5	<18,6	<116	<90,0
00419	<273	<3,0	<6,7	<10,4	38,8	<18,6	<116	97,7
00420	<273	<3,0	<6,7	<10,4	<23,8	<18,6	<116	<90,0
00421	<273	<3,0	<6,7	<10,4	77,0	<18,6	<116	156
00422	<273	<3,0	<6,7	<10,4	<23,8	<18,6	<116	<90,0
LC	273	3,0	6,7	10,4	23,8	18,6	116	90,0

Fecha de análisis 2017-03-02

LC: Límite de cuantificación

Método:

Metales: EPA Method IO 3.4. 1999. Compendium of methods for the determination of inorganic compounds in ambient air. Determination of Metals in Ambient Particulate Matter Using Inductively Coupled Plasma (ICP) Spectroscopy.

Nota : La muestra 00413 para el análisis de metales se encuentra muestreado por el lado incorrecto del filtro. Por lo tanto el resultado es referencial.

MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria
Julia Ivonne Loayza Ramos
BLGA. JULIA IVONNE LOAYZA RAMOS
C.B.R. 2841
JEFA DE LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL
DIGESA



Lima, 2017-03-03
JLR/SGV/Ing

F03-AC-PS-13 Rev 05

Los resultados de este informe corresponden a las muestras sometidas a ensayo. La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito de este laboratorio. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio sede La Molina
Calle Los Pinos N° 259,
Urb. Camacho, La Molina-Lima 12
T (511) 4341912

www.digesa.minsa.gob.pe
www.digesa.sld.pe

Laboratorio sede principal
Calle Las Amapolas N° 350
Urb. San Eugenio, Lince - Lima 14, Perú
Central telefónica (511) 6314430

INFORME DE ENSAYO N.º 0111-2017

Pág. 1 de 3

Solicitante: DSA-DIGESA/DIRESA PASCO **Expediente N.º 9154-2017-DRS**
Domicilio: Las Amapolas 350 Lince, Lima
Muestra declarada: Aire
 Muestra proporcionada por el solicitante
Cantidad de muestras: 11 Filtros
 Filtros para muestreo proporcionado por el solicitante
Fecha de ingreso: 2017-02-24
Lugar de ensayos: Laboratorio sede La Molina

Identificación de la muestra

Código laboratorio	Código campo	Punto de muestreo / Distrito / Provincia / Departamento	Fecha de muestreo
00423	E-1	Puesto de Salud Tupac Amaru / Chaupimarca / Pasco / Pasco	2017-02-17
00424	E-5	Puesto de Salud Champamarca / Simón Bolívar / Pasco / Pasco	2017-02-17
00425	E-3	Puesto de Salud Paragsha-Aclas Rancas / Simón Bolívar / Pasco / Pasco	2017-02-18
00426	E-5	Puesto de Salud Champamarca / Simón Bolívar / Pasco / Pasco	2017-02-18
00427	E-1	Puesto de Salud Tupac Amaru / Chaupimarca / Pasco / Pasco	2017-02-18
00428	E-3	Puesto de Salud Paragsha-Aclas Rancas / Simón Bolívar / Pasco / Pasco	2017-02-19
00429	E-5	Puesto de Salud Champamarca / Simón Bolívar / Pasco / Pasco	2017-02-19
00430	E-1	Puesto de Salud Tupac Amaru / Chaupimarca / Pasco / Pasco	2017-02-19
00431	E-2	Casa Museo D.A. Carrión - UNDAC / Yanacancha / Pasco / Pasco	2017-02-20
00432	E-3	Puesto de Salud Paragsha-Aclas Rancas / Simón Bolívar / Pasco / Pasco	2017-02-20
00433	E-2	Casa Museo D.A. Carrión - UNDAC / Yanacancha / Pasco / Pasco	2017-02-21

Nota: Los datos de las muestras son proporcionados por el solicitante.

Lima, 2017-03-07
 JLR/SGV/Ing

F03-AC-PS-13 Rev 05

Los resultados de este informe corresponden a las muestras sometidas a ensayo. La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito de este laboratorio. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio sede La Molina
 Calle Los Pinos N° 259,
 Urb. Camacho, La Molina-Lima 12
 T (511) 4341912

www.digesa.minsa.gob.pe
www.digesa.sld.pe

Laboratorio sede principal
 Calle Las Amapolas N° 350
 Urb. San Eugenio, Lince - Lima 14, Perú
 Central telefónica (511) 6314430

INFORME DE ENSAYO N.º 0111-2017

Pág. 2 de 3

Resultados

Código laboratorio	Nº filtro	PM 10
	(a.v.) PM 10	(a.v.) (µg/muestra)
00423	1620455	10850
00424	1620456	23350
00425	1620457	5400
00426	1620458	8800
00427	1620459	4800
00428	1620460	7550
00429	1620461	8600
00430	1620462	7450
00431	1620463	25450
00432	1620464	16650
00433	1620465	39700
Límite de cuantificación		1 590
Fecha de análisis		2017-03-02

a.v.: alto volumen

Método de ensayo:

PM 10 : EPA, Method IO 3.1, 1999, Compendium of methods for the determination of inorganic compounds in ambient air. Selection, Preparation and Extraction of Filter Material.

Nota: La muestra 00430 para el análisis de PM 10 se encuentra muestreado por el lado incorrecto del filtro. Por lo tanto el resultado es referencial.

MINISTERIO DE SALUD
 Dirección General de Salud Ambiental
 e Inocuidad Alimentaria

BILGA JULIA YVONNE LOANZA RAMOS
 CBP 2841
 JEFA DE LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL
DIGESA



Lima, 2017-03-07

F03-AC-PS-13 Rev 05

JLR/SGV/Ing

Los resultados de este informe corresponden a las muestras sometidas a ensayo. La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito de este laboratorio. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio sede La Molina
 Calle Los Pinos N° 259,
 Urb. Camacho, La Molina-Lima 12
 T (511) 4341912

www.digesa.minsa.gob.pe
www.digesa.sld.pe

Laboratorio sede principal
 Calle Las Armapolas N° 350
 Urb. San Eugenio, Lince – Lima 14, Perú
 Central telefónica (511) 6314430

INFORME DE ENSAYO N.º 0111-2017

Pág. 3 de 3

Resultados

Código laboratorio	Arsénico (µg/muestra)	Berilio (µg/muestra)	Cadmio (µg/muestra)	Cobalto (µg/muestra)	Cromo (µg/muestra)	Cobre (µg/muestra)	Hierro (µg/muestra)	Mercurio (µg/muestra)
00423	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	26,5	173	<40,8
00424	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	227	510	<40,8
00425	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	66,6	217	<40,8
00426	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	85,3	277	<40,8
00427	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	22,2	115	<40,8
00428	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	86,8	246	<40,8
00429	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	116	289	<40,8
00430	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	24,0	179	<40,8
00431	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	54,4	513	<40,8
00432	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	75,8	449	<40,8
00433	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	<8,9	53,4	703	<40,8
LC	18,6	1,5	3,7	11,1	8,9	7,4	25,2	40,8

Código laboratorio	Litio (µg/muestra)	Manganeso (µg/muestra)	Molibdeno (µg/muestra)	Níquel (µg/muestra)	Plomo (µg/muestra)	Antimonio (µg/muestra)	Selenio (µg/muestra)	Zinc (µg/muestra)
00423	<273	<3,0	<6,7	<10,4	<23,8	<18,6	<116	<90,0
00424	<273	<3,0	<6,7	<10,4	26,6	<18,6	<116	<90,0
00425	<273	<3,0	<6,7	<10,4	<23,8	<18,6	<116	<90,0
00426	<273	<3,0	<6,7	<10,4	<23,8	<18,6	<116	<90,0
00427	<273	<3,0	<6,7	<10,4	<23,8	<18,6	<116	<90,0
00428	<273	<3,0	<6,7	<10,4	<23,8	<18,6	<116	<90,0
00429	<273	<3,0	<6,7	<10,4	<23,8	<18,6	<116	<90,0
00430	<273	<3,0	<6,7	<10,4	<23,8	<18,6	<116	<90,0
00431	<273	<3,0	<6,7	<10,4	34,5	<18,6	<116	<90,0
00432	<273	<3,0	<6,7	<10,4	25,0	<18,6	<116	<90,0
00433	<273	<3,0	<6,7	<10,4	42,1	<18,6	<116	134
LC	273	3,0	6,7	10,4	23,8	18,6	116	90,0

Fecha de análisis 2017-03-06
 LC: Límite de cuantificación

Método:
 Metales: EPA Method IO 3.4. 1999. Compendium of methods for the determination of inorganic compounds in ambient air. Determination of Metals in Ambient Particulate Matter Using Inductively Coupled Plasma (ICP) Spectroscopy.

Nota: La muestra 00430 para el análisis de metales se encuentra muestreado por el lado incorrecto del filtro. Por lo tanto el resultado es referencial.

MINISTERIO DE SALUD
 Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria

JULIA IVONNE LOAYZA RAMOS
 C. P. 2641
 JEFA DE LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL
 DIGESA



Lima, 2017-03-07
 JLR/SGV/Ing

F03-AC-PS-13 Rev 05

Los resultados de este informe corresponden a las muestras sometidas a ensayo. La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito de este laboratorio. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio sede La Molina
 Calle Los Pinos N° 259,
 Urb. Camacho, La Molina-Lima 12
 T (511) 4341912

www.digesa.minsa.gob.pe
www.digesa.sld.pe

Laboratorio sede principal
 Calle Las Amapolas N° 350
 Urb. San Eugenio, Lince - Lima 14, Perú
 Central telefónica [511] 6314430

INFORME DE ENSAYO N.º 0228-2017-LM

Pág. 1 de 3

Solicitante: AIR-DCOVI-DIGESA/DIRESA PASCO **Expediente N.º 18108-2017-DRS**
Domicilio: Las Amapolas 350 Lince, Lima
Muestra declarada: Aire
 Muestra proporcionada por el solicitante
Cantidad de muestras: 12 filtros
 Filtros para muestreo proporcionado por el solicitante
Fecha de ingreso: 2017-04-21
Lugar de ensayos: Laboratorio sede La Molina

Identificación de la muestra

Código laboratorio	Código campo	Punto de muestreo / Distrito / Provincia / Departamento	Fecha de muestreo
01127	E-3	Puesto de Salud Paragsha - Acllas Rancas / Simón Bolívar / Pasco / Pasco	2017-03-07
01128	E-1	Puesto de Salud Tupac Amaru / Chaupimarca / Pasco / Pasco	2017-03-07
01129	E-2	Casa Museo D.A. Carrión - UNDAC / Yanacancha / Pasco / Pasco	2017-03-07
01130	E-2	Casa Museo D.A. Carrión - UNDAC / Yanacancha / Pasco / Pasco	2017-03-08
01131	E-1	Puesto de Salud Tupac Amaru / Chaupimarca / Pasco / Pasco	2017-03-08
01132	E-3	Puesto de Salud Paragsha - Acllas Rancas / Simón Bolívar / Pasco / Pasco	2017-03-08
01133	E-3	Puesto de Salud Paragsha - Acllas Rancas / Simón Bolívar / Pasco / Pasco	2017-03-09
01134	E-2	Casa Museo D.A. Carrión - UNDAC / Yanacancha / Pasco / Pasco	2017-03-09
01135	E-1	Puesto de Salud Tupac Amaru / Chaupimarca / Pasco / Pasco	2017-03-09
01136	E-5	Puesto de Salud Champamarca / Simón Bolívar / Pasco / Pasco	2017-03-10
01137	E-5	Puesto de Salud Champamarca / Simón Bolívar / Pasco / Pasco	2017-03-11
01138	E-5	Puesto de Salud Champamarca / Simón Bolívar / Pasco / Pasco	2017-03-12

Nota: Los datos de las muestras son proporcionados por el solicitante.

Lima, 2017-04-28
 JLR/SGV/Ing

F03-AC-PS-13 Rev 06

Los resultados de este informe corresponden a las muestras sometidas a ensayo. La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito de este laboratorio. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio sede La Molina
 Calle Los Pinos N° 259,
 Urb. Camacho, La Molina-Lima 12
 T (511) 4341912

www.digesa.minsa.rob.pe
www.digesa.sld.pe

Laboratorio sede principal
 Calle Las Amapolas N° 350
 Urb. San Eugenio, Lince – Lima 14, Perú
 Central telefónica (511) 6314430



PERÚ

Ministerio de Salud

Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria

LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL

INFORME DE ENSAYO N.º 0228-2017-LM

Pág. 2 de 3

Resultados

Código laboratorio	Nº filtro	PM 10
	(a.v.)	(a.v.)
	PM 10	(µg/muestra)
01127	1620601	3350
01128	1620602	13050
01129	1620603	25850
01130	1620604	32050
01131	1620605	11500
01132	1620606	6350
01133	1620607	12650
01134	1620608	57750
01135	1620609	15350
01136	1620610	12700
01137	1620611	22700
01138	1620612	25150
Límite de cuantificación		1 590
Fecha de análisis		2017-04-25

a.v.: alto volumen

Método de ensayo:

PM 10 : EPA. Method IO 3.1. 1999. Compendium of methods for the determination of inorganic compounds in ambient air. Selection, Preparation and Extraction of Filter Material.

MINISTERIO DE SALUD
 Dirección General de Salud Ambiental
 e Inocuidad Alimentaria

Julia I. Loayza Ramos
 BLOJ. JULIA IVONNE LOAYZA RAMOS
 CBP 2841
 JEFA DE LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL
 DIGESA



Lima, 2017-04-28

JLR/SGV/Ing

F03-AC-PS-13 Rev 06

LOS RESULTADOS DE ESTE INFORME CORRESPONDEN A LAS MUESTRAS SOMETIDAS A ENSAYO. LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE INFORME NO ESTÁ PERMITIDA SIN LA AUTORIZACIÓN POR ESCRITO DE ESTE LABORATORIO. LOS RESULTADOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTO O COMO CERTIFICADO DE SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE.

Laboratorio sede La Molina
 Calle Los Pinos N° 259,
 Urb. Camacho, La Molina-Lima 12
 T (511) 4341912

www.digesa.minsa.gob.pe
www.digesa.sid.pe

Laboratorio sede principal
 Calle Las Amapolas N° 350
 Urb. San Eugenio, Lince - Lima 14, Perú
 Central telefónica (511) 6314430

INFORME DE ENSAYO N.º 0228-2017-LM

Resultados

Código laboratorio	Arsénico (µg/muestra)	Berilio (µg/muestra)	Cadmio (µg/muestra)	Cobalto (µg/muestra)	Cromo (µg/muestra)	Cobre (µg/muestra)	Hierro (µg/muestra)	Mercurio (µg/muestra)
01127	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	11,2	41,1	277	<40,8
01128	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	12,3	89,6	314	<40,8
01129	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	12,8	89,3	617	<40,8
01130	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	12,5	94,0	614	<40,8
01131	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	12,1	96,9	339	<40,8
01132	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	10,8	41,5	328	<40,8
01133	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	10,9	103	540	<40,8
01134	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	10,9	151	1029	<40,8
01135	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	13,0	84,3	404	<40,8
01136	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	10,7	90,0	506	<40,8
01137	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	13,3	98,7	956	<40,8
01138	<18,6	<1,5	<3,7	<11,1	11,7	142	870	<40,8
LC	18,6	1,5	3,7	11,1	8,9	7,4	25,2	40,8

Código laboratorio	Litio (µg/muestra)	Manganeso (µg/muestra)	Molibdeno (µg/muestra)	Niquel (µg/muestra)	Plomo (µg/muestra)	Antimonio (µg/muestra)	Selenio (µg/muestra)	Zinc (µg/muestra)
01127	<273	<3,0	<6,7	<10,4	<23,8	<18,6	<116	107
01128	<273	<3,0	<6,7	<10,4	<23,8	<18,6	<116	112
01129	<273	<3,0	<6,7	<10,4	<23,8	<18,6	<116	143
01130	<273	<3,0	<6,7	<10,4	25,5	<18,6	<116	150
01131	<273	<3,0	<6,7	<10,4	<23,8	<18,6	<116	114
01132	<273	<3,0	<6,7	<10,4	<23,8	<18,6	<116	102
01133	<273	<3,0	<6,7	<10,4	30,2	<18,6	<116	127
01134	<273	<3,0	<6,7	<10,4	53,4	<18,6	<116	199
01135	<273	<3,0	<6,7	<10,4	<23,8	<18,6	<116	134
01136	<273	<3,0	<6,7	<10,4	<23,8	<18,6	<116	110
01137	<273	<3,0	<6,7	<10,4	44,8	<18,6	<116	167
01138	<273	<3,0	<6,7	<10,4	39,5	<18,6	<116	143
LC	273	3,0	6,7	10,4	23,8	18,6	116	90,0

Fecha de análisis

2017-04-27

LC:

Límite de cuantificación

Método:

Metales: EPA, Method IO 3.4, 1999, Compendium of methods for the determination of inorganic compounds in ambient air. Determination of Metals in Ambient Particulate Matter Using Inductively Coupled Plasma (ICP) Spectroscopy.

MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria
Julia I. Loayza Ramos
D^{GA} JULIA IVONNE LOAYZA RAMOS
CBP 2641
JEFA DE LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL
DIGESA



Lima, 2017-04-28

JLR/SGV/Ing

F03-AC-PS-13 Rev 06

Los resultados de este informe corresponden a las muestras sometidas a ensayo. La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito de este laboratorio. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio sede La Molina
Calle Los Pinos N° 259,
Urb. Camacho, La Molina-Lima 12
T (511) 4341912

www.digesa.minsa.gob.pe
www.digesa.sld.pe

Laboratorio sede principal
Calle Las Amapolas N° 350
Urb. San Eugenio, Lince – Lima 14, Perú
Central telefónica (511) 6314430