



# CTSCAFE PARA CIUDADANOS.....

<http://www.ctscafe.pe>

ISSN 2521-8093



Volumen III- N° 7 Marzo 2019

<http://www.ctscafe.pe>

Lima - Perú

## Caracterización de Material Particulado, Plomo y Arsénico para la Evaluación de la Calidad del Aire en el Distrito de Islay Matarani – Arequipa



Mg.. José Fredy Atuncar Yrribari  
Universidad Nacional Mayor de San Marcos  
Correo Electrónico: jose.atuncar@gmail.com



Mg. Nicolas Papanicolau Denegri  
Universidad Nacional Mayor de San Marcos  
Correo Electrónico: npapanicolaud@gmail.com

Mg. Oscar Prieto Zambrano  
Universidad Nacional Mayor de San Marcos  
Correo Electrónico: oscarprieto.5027@gmail.com

11

**Resumen:** El presente estudio pretende determinar la relación de causalidad existente entre la presencia de elevados valores de concentración de plomo en sangre en 126 niños del distrito de Islay – Matarani en la Provincia de Islay Región Arequipa con la potencial existencia de Plomo en el aire que pueda acumularse debido a la ubicación cercana de depósitos de concentrado de minerales.

Para ello se realiza un muestreo de calidad de aire considerando el análisis de plomo en los filtros recabados. Las estaciones de monitoreo son definidas en base a las poblaciones más cercanas a los depósitos de concentrado de mineral, centros poblados de donde provienen los resultados de plomo en sangre.

**Palabras claves:** Matarani/ Concentración de Plomo/ Contaminación de aire/ Plomo en sangre/ Muestreo de aire.

**Abstract:** The present study intends to determine the existing causal relationship between the determination of high blood lead concentration values in 126 children of the Islay - Matarani district in the Province of Islay Arequipa Region with the potential presence of lead in the air that may occur for the presence of deposits of mineral concentrates.

For this, air quality sampling is carried out considering the lead analysis in the filters collected. The monitoring stations are defined based on the populations closest to the mineral concentrate deposits, population centers where the blood lead results come from.

**Keywords:** Matarani/ Lead concentration/ Air pollution/ Blood lead/ Air sampling

**Résumé:** La présente étude vise à déterminer le lien de causalité existant entre la présence élevée de concentration sanguine en plomb chez 126 enfants du district d'Islay - Matarani, dans la province d'Islay Arequipa, et la présence potentielle de plomb dans l'air qui peut s'accumuler 'a cause de la proximité des gisements de concentrés minéraux.

Pour réaliser la recherche on a appliqué un échantillonnage sur la qualité de l'air qui est effectué en tenant compte de l'analyse du plomb dans les filtres collectés. Les stations de surveillance sont définies en fonction des populations les plus proches aux gisements de concentrés minéraux, des centres de population d'où proviennent les résultats de la plombémie.

**Mots-clés:** Matarani / La concentration en plomb / La pollution atmosphérique / L'Échantillonnage de plomb dans le sang / L'air.

## 1. Introducción

12

En febrero del 2014, diarios de la región Arequipa manifestaron su preocupación por los índices de plomo encontrados en la sangre de una muestra de 126 pobladores (niños y adultos) del distrito de Islay – Matarani (Red de Salud Islay, Publicación del 11 de Febrero del 2014) (Diario Prensa Regional Edición del 14 de Febrero del 2014), teniendo en cuenta que este es un metal pesado altamente tóxico y acumulativo en el organismo es que se planteó la necesidad de determinar la existencia de vínculos entre una potencial contaminación atmosférica del distrito de Matarani y la concentración de plomo en la sangre que presentaron dichos pobladores.

## 2. Material y métodos

### 2.1. Materiales

- HI-VOL PM10 MARCA THERMO Serie 41226(Incluye Cuerpo, cabezal, venturi, trapecio y portafiltro); se adjunta certificado de calibración en los anexos
- Estación Meteorológica DAVIS Advantage PRO 2 Serie AF121002005; se adjunta certificado de calibración en los anexos
- Brújula
- Trípode
- GPS Garmin Etrex 10 Serie 254065340
- Cámara fotográfica CANON
- Generador eléctrico Honda CX2500
- Filtros de cuarzo para Calidad de Aire
- Extensiones eléctricas

- Manómetro digital
- Cartas de flujo
- Guantes de nitrilo
- Cinta adhesiva
- Libreta de campo
- Silicona para retención de partículas mayores a 10 micras: 316 Silicone Release Spray
- Conos de seguridad
- Caja de con herramientas básicas
- Baterías
- Plumón y pizarra

## 2.2. Métodos

### a) Pre Muestreo

- Se recogieron del laboratorio filtros previamente pesados, identificados y protegidos.
- Se tuvo cuidado de no tocar los filtros directamente con las manos ya que podrían ser contaminados, se trabajó tocando solamente las juntas del porta-filtro utilizando guantes de nitrilo.
- Se revisó el estado de los carbones del motor, considerando el tiempo que fueron utilizados previamente y el estado del motor en conjunto
- Se evaluó exhaustivamente que el cabezal del equipo HI VOL se encuentre limpio así como también presente la silicona que debe tener impregnada la parte externa de los orificios del impactador del equipo, esta silicona debe ser: Molykote, 316 Silicone Release Spray, ésta facilita que las partículas mayores a 10 micrones sean retenidas en la grasa y las menores o iguales a 10 micrones ingresen a través del impactador y sean retenidas en el filtro.
- Para realizar el muestreo es necesario contar con las cartillas de flujo (flow chart), los mismos que verifican que los equipos muestrearon durante 24 horas y evidencia el flujo de aire que ingresó durante todo el tiempo de muestreo.
- El equipo de alto volumen no debe ser instalado en condiciones de mal tiempo (lluvia, tormenta, granizo, nieve, etc.) si no ha sido aislado herméticamente.
- Nos aseguramos que el suministro de energía eléctrica sea ininterrumpido por todas las 24 horas de duración del muestreo. Las interrupciones de energía conducen a errores de medición y pueden invalidar el muestreo

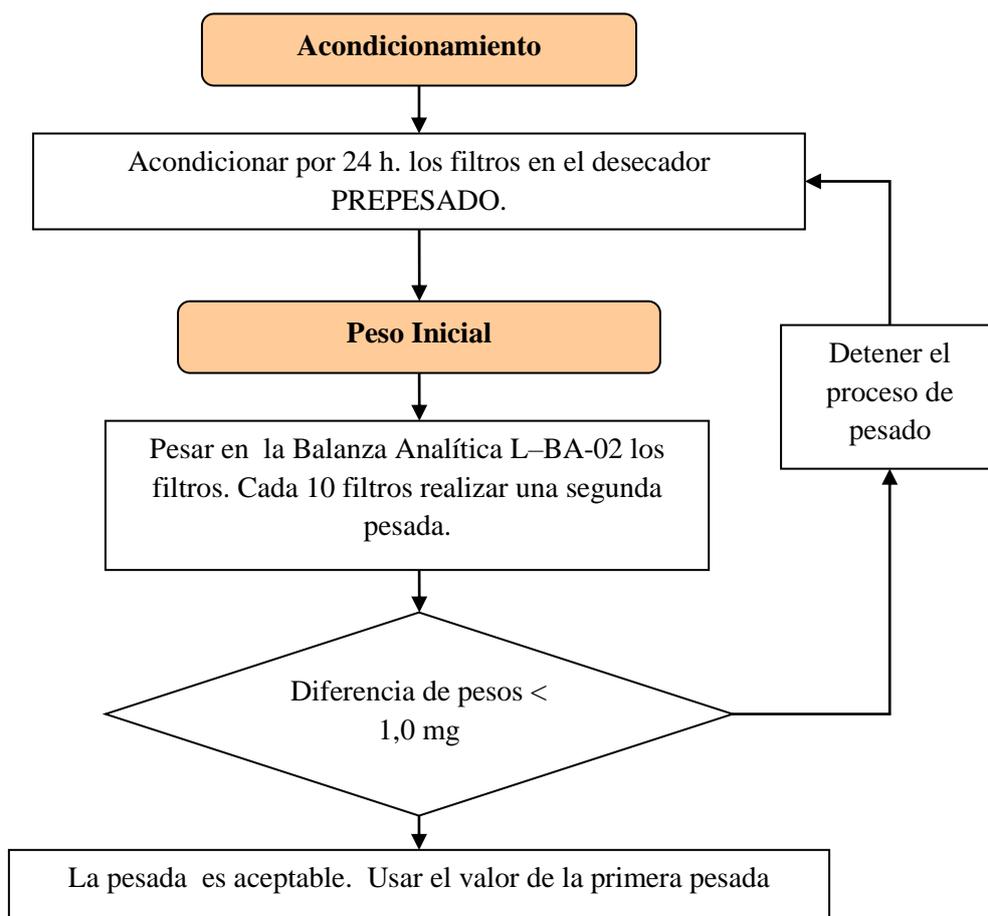
### b) Instalación del equipo

- Una vez ubicada la estación de monitoreo se procedió al ensamblaje de la misma
- Instalamos el cuerpo del muestreador de material particulado en la estación de monitoreo y sobre él se colocó el cabezal del equipo
- Posteriormente, se colocó el trapecio en la abertura del porta filtro
- Se introdujo por la parte inferior de la abertura el motor o venturi con el empaque de tal forma que se eviten fugas
- El trapecio debe ser enroscado con el venturi por la parte inferior del cuerpo del equipo para evitar deterioros en el sello del porta filtro

- Se colocó el filtro muy cuidadosamente en el portafiltro usando en todo momento los guantes de nitrilo para evitar contaminación cruzada
  - Se instaló el portafiltro en la base del trapecio y lo aseguramos con los pernos y tuercas de forma diagonal opuesta para garantizar una presión similar en los empaques del portafiltro y trapecio
  - Se cerró sin dejar caer el cabezal sobre su base, posteriormente se enganchó con los sujetadores el cabezal
  - Aseguramos el equipo para prevenir posibles caídas
  - Programamos el tiempo de muestreo -en este caso 24 horas- en el temporizador digital, colocamos el diagrama de flujo (flow chart) y procedimos al encendido del equipo conectándolo a una fuente de energía
- c) Muestreo
- Se anotó y se corroboró la ubicación de la estación de monitoreo, empleando el GPS.
  - Se delimitó el área de trabajo con conos de seguridad.
  - Nos aseguramos que la tensión eléctrica sea de 220 V (60 HZ) y una potencia mínima de 2500 watts en las estaciones de monitoreo donde se utilizó generador eléctrico.
  - Se instaló el generador eléctrico a sotavento de la estación de monitoreo y lo suficientemente lejos de ella, para evitar que las emisiones del mismo interfirieran en el muestreo
  - Ubicamos el muestreador alto volumen, de tal manera que la zona de ingreso de aire del cabezal se encuentre a la altura de la respiración de las personas.
  - Al reverso de la carta de flujo se anotó el código del equipo HI Vol, código de la estación, fecha, hora de inicio y fin del monitoreo.
  - Se insertó la carta de registro de flujo en el equipo.
  - Se enchufó el equipo y se programó el monitoreo para un período de 24 horas y luego se encendió el equipo
  - Luego de 5 minutos de iniciado el muestreo se midió la diferencia de presión entre el porta-filtro y el ambiente con un manómetro digital, lo mismo se realizó 5 minutos antes de finalizar el muestreo, dichos datos se almacenaron para el cálculo del volumen estándar en laboratorio
  - Culminado el período de muestreo, se colocó la tapa al porta filtro, desensamblamos el portafiltro y retiramos el filtro muestreado en un lugar limpio y cerrado, utilizando guantes de nitrilo.
  - El filtro retirado se dobló por la mitad hacia el lado que contiene la muestra, se guardó en el sobre correspondiente, el sobre fue rotulado y sellado
  - La carta de flujo del equipo fue retirada y almacenada
  - Se desmontó el muestreador alto volumen
  - Se guardaron las herramientas, materiales e insumos utilizados
  - Todo este procedimiento fue repetido en todas y cada una de las estaciones de monitoreo.
- d) Post Muestreo
- Se llenó cuidadosamente la cadena de custodia del muestreo realizado

- Se calculó el volumen estándar con ayuda de los datos de monitoreo meteorológico, la diferencial de presiones y la Tabla Look Up del Motor Venturi empleado.
  - Realizamos el reporte de la información meteorológica.
- e) Interferencias
- La humedad puede ser retenida por el filtro influyendo en su peso.
  - Algunos gases y vapores pueden ser absorbidos o adsorbidos y reaccionar en la superficie del filtro. Bajo ciertas condiciones el SO<sub>2</sub> y los NO<sub>x</sub> pueden interferir. El dióxido de azufre, por ejemplo, puede conducir a errores cuando es retenido en un filtro alcalino formando sulfatos; por lo que se recomienda emplear filtros neutros o de baja alcalinidad.
  - Metales en polvo provenientes de motores en funcionamiento, especialmente el cobre, podrían contaminar significativamente la muestra bajo ciertas condiciones.
- f) Procedimiento en Laboratorio  
Para el Pesaje Inicial del filtro antes de su salida de laboratorio:

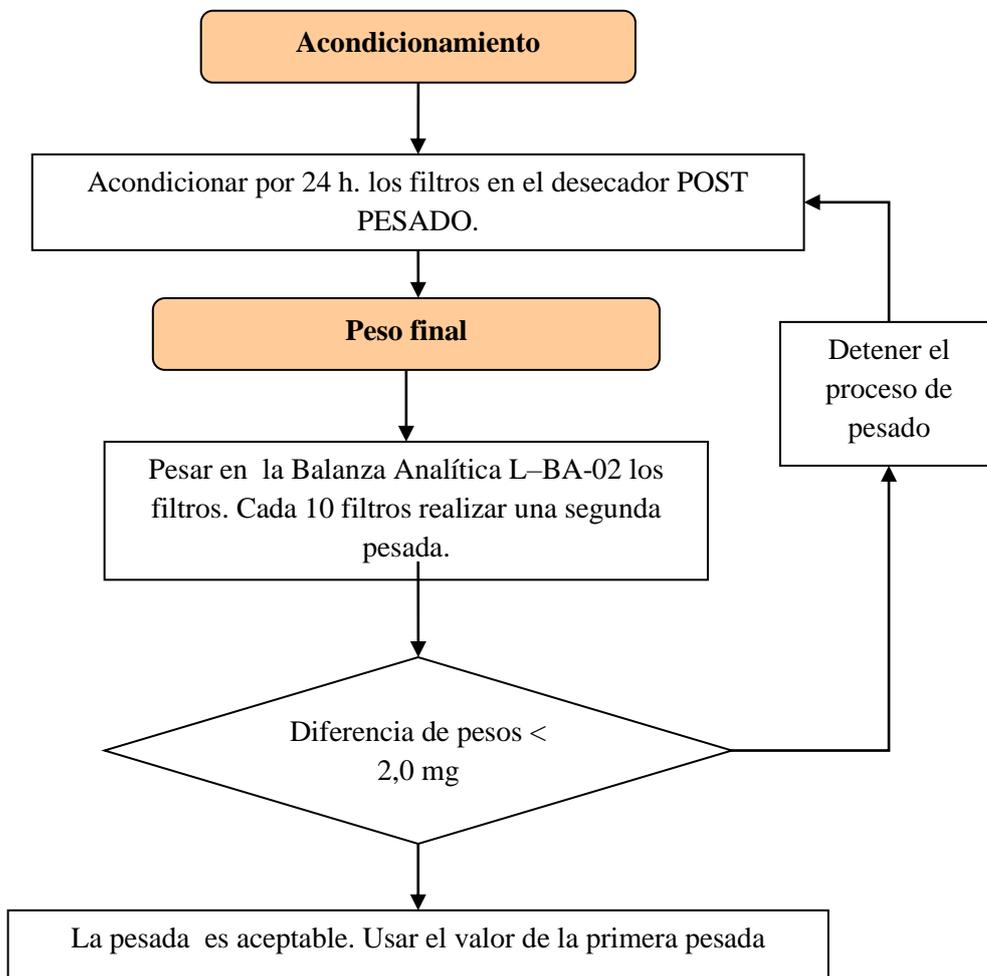
**Diagrama N°1:** Procedimiento de Laboratorio en la Fase de Pre-Muestreo



Fuente: Elaboración propia

Para el Pesaje Final luego de finalizado el muestreo

**Diagrama N°2:** Procedimiento de Laboratorio en la Fase de Post-Muestreo



Fuente: Elaboración propia

**2.2.1. Método de Análisis de Metales por ICP –OES (Espectrofotometría de Emisión Óptica por Plasma Acoplado Inductivamente)**

Los filtros deberán ser enumerados, pre-pesados, desplegados en campo y muestreados, posteriormente se analizan sus componentes utilizando espectroscopia de plasma acoplado inductivamente (ICP).

Las técnicas de espectroscopía atómica permiten el análisis elemental de la mayoría de los elementos de la tabla periódica. Mediante diferentes estrategias los elementos de una muestra se transforman en átomos o iones para ser analizados (Universidad de Valladolid - Vicerrectorado de Investigación y Política Científica.)

En las técnicas de plasma acoplado inductivamente (ICP) se introduce una corriente de Ar en un campo de radiofrecuencia donde la energía cinética de los iones Ar+ puede generar temperaturas de 8000°C. A esta temperatura se produce la ionización, excitación y posterior emisión de radiación de los elementos (átomos e iones) presentes

en la muestra. La medida de la radiación emitida en el plasma da lugar a la espectrometría de emisión óptica por plasma acoplado inductivamente (ICP-OES), mientras que la medida de las relaciones masa/carga de los iones producidos en el plasma da lugar a la espectrometría de masas de plasma acoplado inductivamente (ICP-MS). (Universidad de Autónoma de Barcelona – Servicios de Análisis Químicos)

Con las técnicas de ICP actuales la determinación puede ser simultánea (análisis de diferentes analitos en la misma inyección) y los intervalos de concentración que se pueden determinar en las disoluciones medidas son más amplios que con las técnicas de absorción atómica. Con ICP-OES, en función del elemento, se pueden determinar concentraciones desde ug/l a mg/l, mientras que con ICP-MS el intervalo de concentraciones medibles es de ng/l a mg/l.

### 3. Resultados

**Tabla N° 1:** Resultados de monitoreo ambiental realizado el mes de febrero

MATRIZ ANALIZADA		AIRE	AIRE	AIRE	AIRE
ESTACIÓN DE MUESTREO		AEM-04	A-2	CA-02	CA-03
DESCRIPCIÓN DE ESTACIÓN DE MUESTREO		Puerto Nuevo	Depósito de concentrado	Poblado Villa El Pescador	Pueblo de Islay - Matarani
COORDENADAS DE ESTACIÓN DE MUESTREO		0808982E	0808639E	0808025E	0808916E
		8118375N	8118012N	8116657N	8117972N
ALTITUD		86	96	52	530
FECHA DE MUESTREO		2014-02-02/03	2014-02-03/04	2014-02-04/05	2014-02-05/06
HORA DE INICIO DE MUESTREO		13:00	14:00	15:00	16:00
ENSAYOS	Unidades	RESULTADOS			
Material particulado PM 10 (Alto Volumen)	ug/m <sup>3</sup>	43.86	56.84	47.54	32.75
Metales en el aire – Arsénico (As)	ug/m <sup>3</sup>	0.00142	0.00522	0.00309	0.00232
Metales en el aire – Plomo (Pb)	ug/m <sup>3</sup>	0.02487	0.03366	0.01078	0.01523

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N°2:** Resultados de monitoreo ambiental realizado el mes de mayo

MATRIZ ANALIZADA	AIRE	AIRE	AIRE	AIRE	
ESTACIÓN DE MUESTREO	AEM-04	A-2	CA-02	CA-03	
DESCRIPCIÓN DE ESTACIÓN DE MUESTREO	Puerto Nuevo	Depósito de concentrado	Poblado Villa El Pescador	Pueblo de Islay - Matarani	
COORDENADAS DE ESTACIÓN DE MUESTREO	0808982E	0808639E	0808025E	0808916E	
	8118375N	8118012N	8116657N	8117972N	
ALTITUD	86	96	52	530	
FECHA DE MUESTREO	2014-05-08/09	2014-05-09/10	2014-05-10/11	2014-05-11/12	
HORA DE INICIO DE MUESTREO	10:00	11:00	12:00	13:00	
ENSAYOS	Unidades	RESULTADOS			
Material particulado PM 10 (Alto Volumen)	ug/m3	27.8	23.6	25.8	31.2
Metales en el aire – Arsénico (As)	ug/m3	0.00495	0.00238	0.00146	0.00824
Metales en el aire – Plomo (Pb)	ug/m3	0.01756	0.01593	0.00538	0.01289

Fuente: Elaboración propia

18

**Tabla N°3:** Resultados de monitoreo ambiental realizado el mes de agosto

MATRIZ ANALIZADA	AIRE	AIRE	AIRE	AIRE	
ESTACIÓN DE MUESTREO	AEM-04	A-2	CA-02	CA-03	
DESCRIPCIÓN DE ESTACIÓN DE MUESTREO	Puerto Nuevo	Depósito de concentrado	Poblado Villa El Pescador	Pueblo de Islay - Matarani	
COORDENADAS DE ESTACIÓN DE MUESTREO	0808982E	0808639E	0808025E	0808916E	
	8118375N	8118012N	8116657N	8117972N	
ALTITUD	86	96	52	530	
FECHA DE MUESTREO	2014-08-10/11	2014-08-11/12	2014-08-12/13	2014-08-13/14	
HORA DE INICIO DE MUESTREO	09:00	10:00	11:00	12:00	
ENSAYOS	Unidades	RESULTADOS			
Material particulado PM 10 (Alto Volumen)	ug/m3	17.8	17.8	0.6	5.7
Metales en el aire – Arsénico (As)	ug/m3	0.00083	0.00149	<0.00004	0.00015
Metales en el aire – Plomo (Pb)	ug/m3	0.00482	0.01045	0.00278	0.00263

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N°4:** Resultados de monitoreo ambiental realizado el mes de noviembre

MATRIZ ANALIZADA		AIRE	AIRE	AIRE	AIRE
ESTACIÓN DE MUESTREO		AEM-04	A-2	CA-02	CA-03
DESCRIPCIÓN DE ESTACIÓN DE MUESTREO		Puerto Nuevo	Depósito de concentrado	Poblado Villa El Pescador	Pueblo de Islay - Matarani
COORDENADAS DE ESTACIÓN DE MUESTREO		0808982E	0808639E	0808025E	0808916E
		8118375N	8118012N	8116657N	8117972N
ALTITUD		86	96	52	530
FECHA DE MUESTREO		2014-11-09/10	2014-11-10/11	2014-11-11/12	2014-11-12/13
HORA DE INICIO DE MUESTREO		14:00	15:00	16:00	17:00
ENSAYOS	Unidades	RESULTADOS			
Material particulado PM 10 (Alto Volumen)	ug/m3	14.4	33.2	28.8	38.6
Metales en el aire – Arsénico (As)	ug/m3	0.00346	0.00973	0.00077	0.00161
Metales en el aire – Plomo (Pb)	ug/m3	0.01696	0.03483	0.00285	0.02305

Fuente: Elaboración propia

#### 4. Discusión

- Se pudo determinar que las concentraciones de material particulado en las estaciones de monitoreo ubicadas en Centro Poblado Puerto Nuevo, Centro Poblado Villa El Pescador y Matarani – Islay se encuentran por debajo de lo establecido en el Estándar de Calidad Ambiental para Calidad de Aire específicamente material particulado PM 10 definido en el D.S. N° 074-2001-PCM, el mismo que establece 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  para una muestra tomada en 24 horas.
- Se establece que las concentraciones de Plomo en las estaciones de monitoreo ubicadas en el Centro Poblado Puerto Nuevo, Centro Poblado Villa EL Pescador y Matarani – Islay se encuentran por debajo de lo que establece el Estándar de Calidad Ambiental para la Calidad de Aire enmarcados en el D.S. N° 074-2001-PCM.
- Se concluyó que las concentraciones de Arsénico para las estaciones de monitoreo de calidad de aire de Centro Poblado Puerto Nuevo, Centro Poblado Villa El Pescador y Matarani – Islay se encuentran muy por debajo de lo establecido en el Resolución Ministerial N° 315-96-EM/VMM, la cual establece como nivel máximo permisible 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .
- Se determinó que no guarda relación la existencia de metales pesados en el aire y la presencia de los mismos en la sangre de los 126 pobladores del distrito de

Matarani – Islay, de los cuales se tomaron muestras para su análisis en laboratorio. Esto debido a que la presencia de los mismos en la atmósfera del distrito en mención es demasiado baja comparada con los Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles correspondientes incluso con estándares internacionales

## 6. Literatura Citada

**Antonio Andrés, Daniel; Joaquín Ferrero, Eduardo; y Eliacer Mackle,(S/F))** César importancia de la combinación de equipos activos y pasivos de monitoreo en sistemas de vigilancia de la contaminación atmosférica urbana –R – Grupo G.E.S.E. UTN. Facultad Regional Rosario.

**Carnicer, José Manuel** (2007). Contaminación Atmosférica

**Centro de Estudios Ambientales (CEA)** (2014) Contaminación del Aire en el Perú. Universidad de Lima.

**Compendium of Methods for the Determination of Inorganic Compounds in Ambient Air Compendium Method.** (1999). IO-3.4 Determination Of Metals In Ambient Particulate Matter Using Inductively Coupled Plasma (Icp) Spectroscopy- Center for Environmental Research Information Office of Research and Development U.S. Environmental Protection Agency Cincinnati, OH 45268 June.

**De Nevers, Noel** (1998). Ingeniería de Control de Contaminación del Aire.

**Diario Prensa Regional** (20 14) Edición del 14 de febrero.

**Dirección General de Salud Ambiental** (2005). Protocolo de monitoreo de la calidad del aire y gestión de los datos

**DS-074:2001 - PCM**

**DS-009:2003 – SA**

**EIA- Logística de Químicos del Sur 2005** (2006). Golder Associates. Junio.

**Instituto de Investigación de Ingeniería Industrial** (2004). Gestión de la calidad del aire Causas, Efectos y Soluciones– UNMSM Julio.

**La Contaminación Atmosférica** (2010). Mcgraw Hill.

**Master en Ingeniería Medioambiental y Gestión del Agua** (2007/2008) Módulo I: Contaminación Ambiental Contaminación Atmosférica: Principales gases Contaminantes de la Atmósfera.

**Office of Air Quality Planning and Standards – United States Environmental Protection Agency Air** (1999). Boletín Técnico: Óxidos de Nitrógeno (NOx) ¿Por qué y Cómo se Controlan? Noviembre.

**Parada Ibáñez, Jaime.** (S/F) Monitoreo de la calidad del aire. Deuman Internacional.

**Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente** (S/F) Perspectivas del Medio Ambiente Mundial GEO4.

**Red de Salud Islay** (2014), Publicación del 11 de Febrero.

**Sánchez Montero, José María y Alcántara León, Andrés R.** (2003). Compuestos orgánicos volátiles en el medio ambiente 7a. Conferencia ETH en Combustión Generadora de Nanopartículas, Zurich. Agosto.

**Tetreault, Jean** (2009) Contaminantes. Canadian Conservation Institute.

**Wark, Kenneth y Warner, Cecil F.** (1990) Contaminación del Aire: Origen y Control.

**REVISTA DE INVESTIGACIÓN MULTIDISCIPLINARIA**



<http://www.ctscafe.pe>

Volumen III- N° 7 marzo 2019

*Contáctenos en nuestro correo electrónico  
[revistactscafe@gmail.com](mailto:revistactscafe@gmail.com)*

137

Página Web:

[www.ctscafe.pe](http://www.ctscafe.pe)

Blog:

<https://ctscafeparaciudadanos.blogspot.com/>

Facebook

<https://www.facebook.com/Revista-CTSCafe-1822923591364746/>