



UNIVERSIDAD SANTO TOMAS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

**DETERMINACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE PLOMO PRESENTES
EN EL MATERIAL PARTICULADO (TSP, PM₁₀), Y CORRELACION CON LOS
CASOS DE ENFERMEDADES RESPIRATORIAS EN GRUPOS ETARIOS
SENSIBLES DE LA LOCALIDAD DE LOS MÁRTIRES.**

PRESENTADO POR:

SINDY CAROLINA MARTINEZ MEJÍA

JAIRO ENRIQUE MEJÍA PALACIO

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS DE AQUINO

FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL

AGOSTO DE 2014



UNIVERSIDAD SANTO TOMAS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

**DETERMINACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE PLOMO PRESENTES
EN EL MATERIAL PARTICULADO (TSP, PM₁₀), Y CORRELACION CON LOS
CASOS DE ENFERMEDADES RESPIRATORIAS EN GRUPOS ETARIOS
SENSIBLES DE LA LOCALIDAD DE LOS MÁRTIRES.**

PRESENTADO POR:

SINDY CAROLINA MARTINEZ MEJÍA

JAIRO ENRIQUE MEJÍA PALACIO

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS DE AQUINO

FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL

AGOSTO DE 2014

Tabla de contenido

1. Resumen	7
2. Introducción	8
3. Objetivos	10
3.1 Objetivo general	10
3.2 Objetivos Específicos	10
4.1 Marco contextual	10
4.1.1 Localización geográfica	10
4.1.2 Población	11
4.2 Marco teórico	14
4.2.1 Plomo	14
4.2.3 Directrices nacionales e internacionales	16
4.2.4 Toxicocinética del plomo inorgánico	16
4.2.5 Toxicodinamia del plomo	19
4.3 Determinación de la concentración de material particulado menor a 10 μm (pm10) en la atmósfera – muestreador de alto volumen (hi-vol)	20
4.3.1 Aplicabilidad	20
4.3.2 Principio	20
4.3.3 Fuentes potenciales de error	21
4.3.4 Espectroscopia de emisión atómica basada en la atomización con plasma (ICP)	22
4.3.4.3 Generador de radiofrecuencia	23
4.4 Marco Legal	24
5. Desarrollo Central	28
Imagen 7. Metodología del desarrollo del proyecto	28
5.1 Geo-referenciación industrias	29
5.1.1 Aforo del tráfico vehicular intersección av. calle 6 con av. carrera 27, día sábado 2 febrero de 2013	32
5.1.2. Aforo del tráfico vehicular intersección av. calle 6 con av. carrera 27 día jueves 4 de abril de 2013	34
5.2. Muestreo PM10 PST	36

5.2.1 Aplicabilidad.	37
5.2.2 Principio.	37
5.2.3 Procedimiento Muestreo	38
5.3 Concentración PM10	41
5.3.1 Procedimientos de Cálculo	41
5.3.2 Metodología de cálculo de los niveles de concentración de PM10 controlador de flujo másico MFC.	42
5.3.3 Concentración PST	49
6. Asociación de contaminantes a fuentes de emisión (modelo receptor Unmix).	52
7. Correlación De Concentraciones de Plomo Con Enfermedades en grupos Etarios (menores de 0-5 y mayores de 60 años) Localidad Los Mártires.	55
8. Conclusiones	66
9. Recomendaciones	67
10. BIBLIOGRAFÍA	68
ANEXOS	69
Anexo1. Mapa de fuente de inventarios. (Autocad)	69
Anexo 2. Rosa de vientos. Periodo 27 de mayo- 13 de junio	69
Anexo 3. Rosa de vientos Localidad Mártires año 2014.	70
Anexo 4. Tabla pesaje de filtros	72
Anexo 5. Calibración equipo.	72
Anexo 6. Formato Cadena de Custodia A1 y B1	75
Anexo 7. Datos calibración PM10	78
Anexo 8. Calibración PST Colegio República Bolivariana de Venezuela sede A	79
Anexo 9. Control de calidad.	80
Anexo 10. Análisis de datos mediante el modelo receptor Unmix.	81
Glosario	85

Tabla de contenido imágenes

1. Localidad de los Mártires.....	10
2. Fuentes de exposición más importantes.....	15
3. Modelo metabólico del plomo en el ser humano.....	16
4. Plombemia y manifestaciones clínicas.....	18
5. Muestreador PM ₁₀	19
6. Típica fuente de plasma acoplado inductivamente.....	21
7. Metodología del desarrollo del proyecto.....	27
8. Ubicación del punto de aforo Av. Calle 6 con Av. Carrera 27.....	29
9. Ubicación de los equipos muestreadores en la localidad.....	36
10. Diagrama de flujo de Pre-muestreo.....	38
11. Diagrama de flujo Muestreo.....	38
12. Equipo muestreador PST y equipo muestreador PM10.....	39

Tabla de contenido cuadros

1. Morbilidad todos los grupos de edad. Hospital Centro Oriente II. Localidad Los Mártires.....	11
2. Morbilidad menores de 1 años. Hospital Centro Oriente. Localidad Los Mártires.....	12
3. Morbilidad grupo etareo de 1 a 4 años. Hospital Centro Oriente. Localidad Los Mártires.....	13
4. Morbilidad grupo etareo de 5 a 14 años. Hospital Centro Oriente. Localidad los martires.....	14
5. Estándares EPA.....	23
6. Estándares OMS.....	24
7. Normas Vigentes.....	25
8. Valores permisibles Resolución Nacional Vigente 610 de 2010.....	26

9. Valores permisibles Resolución Distrital Vigente 6982 de 2011.....	27
10. Inventario de fuentes fijas que en su proceso productivo usan el plomo como insumo o materia prima de la localidad de Los Mártires.....	28
11. Información punto de aforo Av. Calle 6 con Av. Carrera 27.....	30
12. Aforo Intersección Av. Calle 6 con Av. Carrera 27, día 2 de febrero de 2013.....	31
13. Aforo del tráfico vehicular intersección av. calle 6 con av. carrera 27 día jueves 4 de abril de 2013.....	33
14. Normatividad vigente para el PM10.....	47
15. Normatividad local para PST.....	50
16. Contribución de contaminación de las fuentes fijas y móviles.....	51
17. Coeficientes de correlación.....	56
18. Concentración de plomo, temperatura de los días muestreados colegio Ricaurte.....	57
19. Correlación concentración de plomo vs temperatura Ricaurte.....	58
20. Correlación concentración de plomo vs temperatura República Bolivariana de Venezuela.....	58
21. Número de casos de enfermedades ERA vs concentración de plomo punto Ay punto B.....	59
22. Correlación número de casos de enfermedades ERA menores de 5 años vs concentración de plomo.....	60
23. Correlación número de casos de enfermedades ERA menores de 5 años vs concentración de plomo.....	60
24. Reporte diario de número casos de enfermedades respiratorias agudas mayores 60 años y concentración de plomo. Punto a y b.....	61
25. Correlación de número de casos de enfermedades REA mayores de 60 años vs concentración de plomo A.....	62
26. Correlación número de casos de enfermedades REA mayores de 60 años vs concentración de plomo B.....	62
27.	

Tabla de contenido gráficas.

1. Concentración PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) punto A.....	46
2. Concentración PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) punto B.....	46
3. Concentración PST ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).....	49

4. Contribución de PM_{10} según la fuente de emisión estación Ricaurte.....	51
5. Contribución de PM_{10} según la fuente de emisión estación República Bolivariana de Venezuela.....	51
6. Contribución de plomo según la fuente de emisión estación Ricaurte.....	52
7. Distribución de Plomo según la fuente de emisión estación República.....	53
8. Primeras Causas de Consulta por ERA en Hospitalización y Urgencias en Menores de 5 Años, Localidad Los Mártires, Junio 2014.....	55
9. Primeras Causas de Consulta por ERA en Hospitalización y Urgencias en mayores de 60 años, Localidad Los Mártires, Junio 2014.....	55

1. Resumen

La localidad de Los Mártires está constituida por zonas de alta actividad industrial y urbana por lo tanto es necesario evaluar los efectos de las emisiones industriales en la salud de la población que vive y la frecuente. Hay probabilidad de que el material particulado emitido en la zona contenga trazas importantes de metales pesados como el plomo, el cual puede ser uno de los causantes de efectos en la salud, tales como: bronconeumonía, bronquitis aguda, neumonía viral, encefalopatía, insuficiencia renal, además secuelas neurológicas epilepsia, retardo, atrofia óptica, deficiencia auditiva, entre otra. Teniendo en cuenta que una de las vías de ingreso del contaminante es la inhalatoria es importante conocer la información de enfermedades respiratorias en la localidad.

Con el fin de establecer la relación entre las concentraciones de plomo emitidas a la atmósfera y los casos de enfermedades respiratorias en la localidad, se realizó el inventario de fuentes fijas a partir de información suministrada por la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA) y el Mapa de Industria y Ambiente (MIA) de la Secretaría Distrital de Salud (SDS). Este inventario de industrias de la localidad dio como resultado la existencia de 238 industrias registradas y 26 nuevas, predominando las industrias dedicadas a la fabricación de otros productos elaborados de metal, con una presencia en la zona del 67.05%. La información de fuentes móviles de la Secretaría Distrital de Movilidad permite identificar la afluencia de vehículos por las principales vías circundantes a la localidad. Posteriormente se llevó a cabo el muestreo de PM_{10} y PST y así se logró

determinar las concentraciones de plomo contenidas en el PM_{10} donde la mayor fue de $0.088 \mu g/m^3$ la cual no sobrepasa el nivel limite permisible nacional de $0.42 \mu g/m^3$. Finalmente las concentraciones de plomo se correlacionan con los casos de enfermedades respiratorias de los grupos etarios sensibles (edades entre 0-5, 5-14 y mayores de 60 años) de la localidad.

Los resultados de la correlación determino que la concentración de plomo en la atmósfera de la localidad no influye directamente con los casos de enfermedades respiratorias de los grupos etarios sensibles, pero podría estar ocasionando enfermedades alternas como lo son la hipertensión arterial, encefalopatía, disminución de la libido, depresión/cambios de estado de ánimo, dolor de cabeza, disminución del desempeño cognitivo, entre otras.

La correlación realizada no permite identificar directamente cual es la causa de las enfermedades respiratorias atendidas en la localidad, pues el Hospital Centro Oriente no proporciona información sobre estudios epidemiológicos que ayuden a corroborar cual es el causante directo de estas enfermedades.

2. Introducción.

La calidad del aire en Bogotá se ha visto afectada en los últimos años por la construcción de diferentes obras como el Servicio de transporte masivo Transmilenio en la carrera décima y la avenida Comuneros y el desarrollo urbanístico en zonas como los cerros orientales. La información de Secretaria de Ambiente muestra que, en la localidad de Los Mártires, la contaminación por partículas y gases se origina principalmente por el tránsito vehicular en las calles 13 y 26, carreras 30 y 24, y Avenida Caracas y Calle 19. Debido a la circulación del viento, la localidad recibe la polución proveniente de otras localidades como: Teusaquillo, Antonio Nariño, Santafé y Puente Aranda. [1].

La absorción respiratoria es más rápida ya que el xenobiótico pasa por el hígado y es distribuido por el torrente sanguíneo para llegar al órgano blanco de manera casi directa. Esta situación conlleva a que se puedan presentar en la población expuesta episodios de enfermedades respiratorias siendo los más vulnerables los niños menores de 5 años y los adultos mayores de 60). [1]

Unos de los posibles agentes o componentes del material particulado en la localidad de Los Mártires es el plomo, donde este metal pesado es utilizado en diferentes industrias que alberga la zona (metalmecánica, producción de baterías, metalúrgicas entre otras) como materia prima e insumo, adicionalmente la localidad presenta un alto flujo vehicular en las vías principales que la atraviesan (Av. Caracas, Av. Carrera 30, Av. calle 6^a, Av. calle 1^a, Av. calle 13, Av. calle 19, etc.) lo que contribuye a la emisión de partículas de plomo, las se pueden encontrar en vehículos que usen gasolina de contrabando, actualmente en nuestro país se ha venido regulando este tema y la gasolina distribuida a nivel nacional no contiene trazas de plomo. Estas características que presenta la localidad disminuyen la calidad de vida de sus habitantes especialmente en la salud de las personas que la concurren diariamente.

Para determinar la concentración de plomo en el material particulado presente en la atmósfera de la localidad de Los Mártires, se realizó un monitoreo de la calidad del aire con los equipos medidores de PST y PM₁₀ según el Protocolo de Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire establecidos por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Las muestras obtenidas fueron pesadas y extraídas del material del filtro para el análisis de elementos inorgánicos de acuerdo al método EPA 103.1 y se leyeron en espectrofotómetros de emisión mediante plasma ICP. Este procedimiento se realizó en el laboratorio de la Universidad de la Salle el cual se encuentra acreditado por el IDEAM para realizar el análisis de elementos traza (LEAET).

Posteriormente las concentraciones de plomo se correlacionaron con los casos de enfermedades respiratorias registradas en el Boletín Epidemiológico Mensual de la Relación entre Calidad de Aire, Ruido y Salud del periodo correspondiente al muestreo, emitido por el Hospital Centro Oriente.

Las concentraciones de plomo en el material particulado fueron aportadas en mayor parte por las fuentes móviles. Aunque la mayor concentración de plomo fue de 0,088 esta no pasa el límite de concentración permisible por la normatividad local e internacional. Según el boletín epidemiológico las enfermedades de niños menores de 5 años registradas en el Hospital Centro Oriente son la bronconeumonía, bronquiolitis aguda y neumonía viral, enfermedades causadas por infecciones virales las cuales no tienen relación alguna con la inhalación de partículas de plomo.

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Determinar y correlacionar las concentraciones de plomo, presentes en el material particulado de la localidad de los Mártires, con los casos de enfermedades respiratorias en grupos etarios sensibles (edades de 0 a 5, entre 5-14 y mayores de 60 años).

3.2 Objetivos Específicos

- 3.2.1 Geo-referenciar los procesos industriales de la localidad de Los Mártires, que puedan estar emitiendo plomo a la atmósfera.
- 3.2.2 Determinar las concentraciones de partículas suspendidas totales y menores a 10 micras (PM_{10} y PST) en la localidad de los mártires según el Protocolo de Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire establecidos por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- 3.2.3 Comparar las concentraciones de material particulado obtenidas con la normatividad ambiental nacional e internacional vigente.
- 3.2.4 Determinar las concentraciones de plomo contenidas en el material particulado respirable de la localidad, mediante la metodología IO3.1 de la Environmental Protection Agency (EPA).
- 3.2.5 Elaborar un modelo de recepción de plomo y material particulado como contaminantes atmosférico de la localidad de Los Mártires.
- 3.2.6 Correlacionar las concentraciones de [MP, Pb] con los casos de enfermedades respiratorias registradas en la localidad de Los Mártires.

4. Marco de referencia

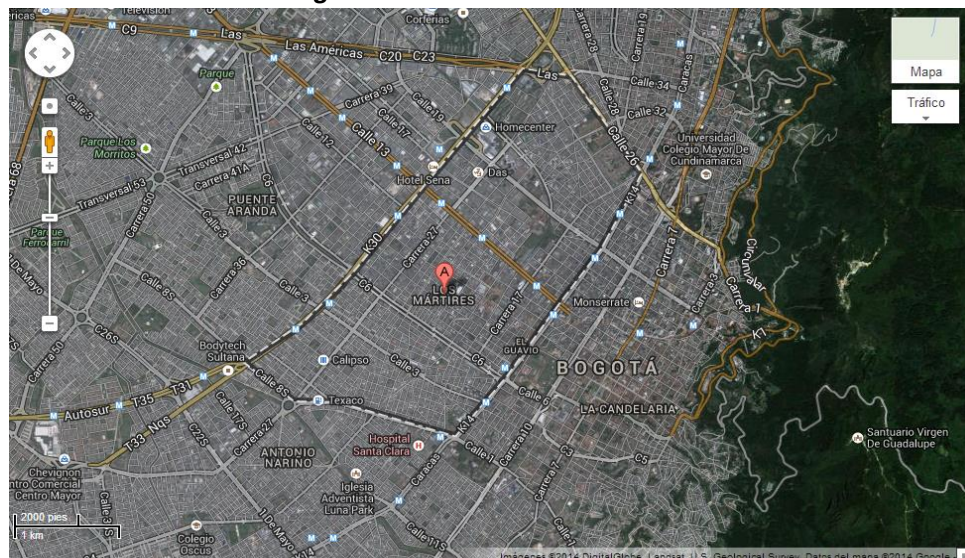
4.1 Marco contextual.

4.1.1 Localización geográfica

La localidad de Mártires está ubicada en el centro de BOGOTÁ D.C es la localidad 14, está delimitada desde la Calle 26 hasta la Calle 1 por la Avenida Caracas, desde la Calle 1 hasta la Carrera 30 y desde la carrera 30 hasta la Calle 26, y desde la Avenida Caracas hasta la Carrera 30 por la Calle 26. Está dividida en 2

UPZ, UPZ 37 Santa Isabel constituida por los barrios Eduardo Santos, El Progreso, El Vergel, Santa Isabel y Veraguas, y la UPZ 102 La Sabana constituido por los barrios Colseguros, El Listón, La Estanzuela, Florida, La Pepita, La Favorita, La Sabana, Paloquemao, Panamericana, Ricaurte, Samper Mendoza, San Fason, San Victorino, Santa Fe Usatama y Voto Nacional. [2]

Imagen 1. Localidad de los Mártires



Fuente: Google maps. Año 2014.

4.1.2 Población

La población de la localidad de los Mártires para el año 2013 es de 98.450 personas, 49.520 hombres y 48.930 mujeres que representan el 1,3% de los habitantes del Distrito Capital, de acuerdo con las proyecciones de población del Censo General 2005.

El siguiente cuadro muestra la distribución de la población por sexo según grupos de edad en la localidad proyectando los datos recogidos en el 2005 por el DANE para los años 2009 y 2015.

4.1.3 Morbilidad

En los centros asistenciales de la localidad de los Mártires en el 2011 en total se atendieron 33312 consultas. La primera causa fue la Hipertensión esencial, seguido por los trastornos de la acomodación y la refracción, las infecciones

respiratorias agudas y la enfermedad pulmonar obstructiva crónica. El cuadro 1 muestra el porcentaje de consultas que corresponde a cada causa. [3]

Cuadro 1. Morbilidad todos los grupos de edad. Hospital Centro Oriente II. Localidad Los Mártires.

No	Descripción DX	No Casos		Total Casos	%
		F	M		
1	Hipertensión esencial (primaria)	3736	1811	5547	16,7
2	Trastornos de la acomodación y de la refracción	1996	1105	3101	9,3
3	Otras infecciones agudas de las vías respiratorias superiores	738	689	1427	4,3
4	Bronquitis, enfisema y otras enfermedades pulmonares obstruidas crónicas	687	631	1318	4
5	Caríes dental	758	518	1276	3,8
6	Otros trastornos endocrinos, nutricionales y metabólicos	714	425	1139	3,4
7	Otras enfermedades de la piel y del tejido subcutáneo	582	435	1017	3,1
8	Otras enfermedades del sistema urinario	678	215	893	2,7
9	Gastritis y duodenitis	492	273	765	2,3
10	Otras enfermedades inflamatorias de los órganos pélvicos femeninos	746	4	750	2,3
11	Otras helmintiasis	335	390	725	2,2
Otras causas				15354	46,1

Fuente:Hospital de Centro Oriente II Nivel E.S.E. Diagnostico local con participacion social. Año 2011.Localidad 14-Los Mártires.

4.1.3.1 Edades de 0-1 año

Las mayores causas de consulta en los menores de 1 año son producidas por las enfermedades respiratorias agudas, representando un 45.6% del total de los casos, siendo el sexo masculino el más afectado. [3]

Cuadro 2. Morbilidad menores de 1 años. Hospital Centro Oriente. Localidad Los Mártires.

No	DISCRIPCION DIAGNOSTICO	CASOS		TOTAL CASOS	%
		F	M		
1	Otras infecciones agudas de la vías respiratorias superiores	37	50	87	29
2	Faringitis aguda y amigdalitis aguda	14	15	29	9,7
3	Bronquitis aguda y bronquiolitis aguda	3	18	21	7
4	Deformidades congénitas de la cadera	13	6	19	6,3
5	Otras enfermedades de la piel y del tejido subcutáneo	11	7	18	6
6	Desnutrición	8	4	12	4
7	Otras enfermedades del estómago y del duodeno	4	4	8	2,7
8	Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso	1	6	7	2,3

9	Otras enfermedades del sistema respiratorio	2	1	3	1
10	Neumonía	3		3	1
11	Otras enfermedades del ojo y sus anexos	2	1	3	1
OTRAS CAUSAS				90	30

Fuente:Hospital de Centro Oriente II Nivel E.S.E. Diagnostico local con participacion social. Año 2011.Localidad 14-Los Mártires.

4.1.3.2 Edades de 1-4 años

La causa más prevalente registrada en los menores 1 a 4 años corresponde a las enfermedades respiratorias agudas con un 33.3%, representado 876 consultas registradas, la mayor morbilidad se presenta en el sexo masculino. [3]

Cuadro 3 Morbilidad grupo etareo de 1 a 4 años. Hospital Centro Oriente. Localidad Los Mártires.

No	Descripción DX	No Casos		Total Casos	%
		F	M		
1	Otras infecciones agudas de las vías respiratorias superiores	255	327	582	22,2
2	Faringitis aguda y amigdalitis aguda	96	113	209	8
3	Otras helmintiasis	83	110	193	7,3
4	Desnutrición	55	90	145	5,5
5	Otras enfermedades de la piel y del tejido subcutáneo	64	69	133	5,1
6	Caries dental	48	70	118	4,5
7	Bronquitis aguda y bronquiolitis aguda	48	37	85	3,2
8	Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso	39	45	84	3,2
9	Trastornos de la acomodación y de la refracción	31	52	83	3,2
10	Otras enfermedades de la nariz y de los senos nasales	18	37	55	2,1
11	Otitis media y otros trastornos del oído medio y de la mastoides	16	29	45	1,7
Otras causas				894	34,4

Fuente.Hospital de Centro Oriente II Nivel E.S.E. Diagnostico local con participacion social. Año 2011 .Localidad 14-Los Mártires.

4.1.3.3 Mayores de 60 años.

En una importante proporción se evidencian consultas por enfermedades crónicas, entre estas, enfermedades pulmonares obstructivas crónicas, que representan un 11.2% (1047 casos) del total de los casos n= 9.357 que consultaron en las sedes asistenciales. [3]

Cuadro 4 Morbilidad grupo etareo de 5 a 14 años. Hospital Centro Oriente. Localidad los martires.

No	DISCRIPCION DIAGNOSTICO	CASOS	TOTA	%
----	-------------------------	-------	------	---

		F	M	CASOS	
1	Hipertensión esencial	2850	1416	4266	45,6
2	Bronquitis y otras enfermedades pulmonares obstructivas	523	524	1047	11,2
3	Otros trastorno endocrinos, nutricionales y metabólicos	1956	173	368	3,9
4	Trastornos de acomodación y de la refracción	174	133	307	3,3
5	Otras enfermedades del sistema urinario	131	83	214	2,3
6	Gastritis y duodenitis	113	75	188	2
7	Diabetes	92	71	163	1,7
8	Otros trastornos de las articulaciones	118	43	161	1,7
9	Artrosis	88	55	143	1,5
10	Otras enfermedades de piel y tejido subcutáneo	65	69	134	1,4
11	Otras dorsopatias	77	53	130	1,4
OTRAS CAUSAS				2236	23,9

Fuente: Hospital de Centro Oriente II Nivel E.S.E. *Diagnostico local con participacion social 2011. Localidad 14-Los Mártires. Recupreado de*

4.2 Marco teórico.

4.2.1 Plomo

El plomo es un metal tóxico presente en la corteza terrestre de forma natural. El aumento en su uso ha dado lugar en muchas partes del mundo a una importante contaminación del ambiente, un nivel considerable de exposición humana y graves problemas de salud pública.

Entre las fuentes más importantes de contaminación ambiental se destacan la explotación minera, la metalurgia, las actividades de fabricación y reciclaje y, en algunos países, el uso persistente de pinturas y gasolinas con plomo. Además de esto en el mundo más de tres cuartos partes del consumo de plomo corresponden a la fabricación de baterías de plomo-ácido para vehículos de motor. Este metal también se utiliza en muchos otros productos, como pigmentos, pinturas, material de soldadura, vidrieras, vajillas de cristal, artículos de joyería y juguetes, así como en algunos productos cosméticos y medicamentos tradicionales. También puede contener plomo el agua potable canalizada a través de tuberías de plomo o con soldadura a base de este metal. [4]

Los niños de corta edad son principalmente vulnerables a los efectos tóxicos del plomo, las cuales pueden tener consecuencias graves y permanentes en su salud, afectando especialmente al desarrollo del cerebro y del sistema nervioso. El plomo además causa daños duraderos en los adultos aumentando el riesgo de hipertensión arterial y de lesiones renales. En mujeres en estado de embarazo, la

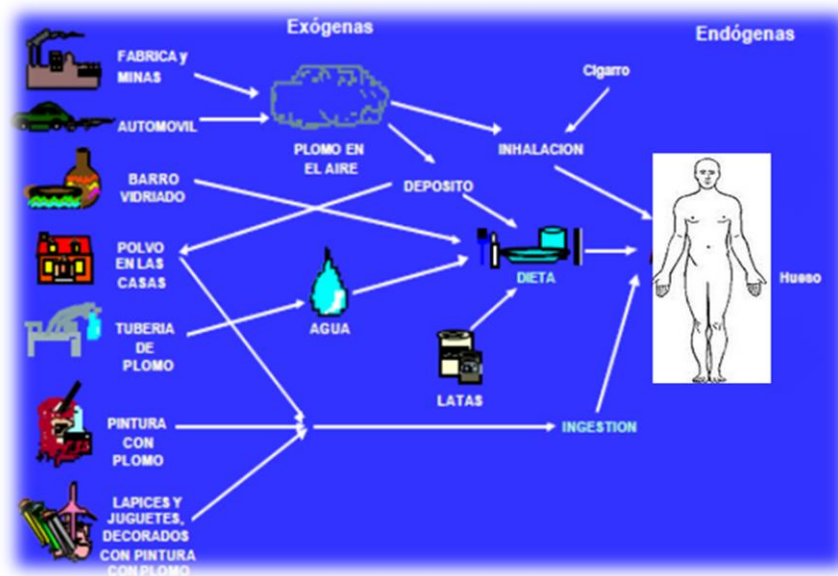
exposición a concentraciones altas de plomo puede causar el aborto natural, muerte fetal, parto prematuro, y provocar malformaciones en el feto. [4]

4.2.2 Distribución y usos.

El plomo se encuentra en gran variedad de aleaciones y sus compuestos se preparan y utilizan en grandes cantidades en varias industrias. Cerca de un 40% del plomo se utiliza en forma metálica, un 25% en aleaciones y un 35% en compuestos químicos. Los óxidos de plomo son usados en las placas de las baterías eléctricas y los acumuladores, como agentes de mezcla en la fabricación de caucho y en la fabricación de pinturas y como componentes de barnices, esmaltes y vidrio.[4]

Las sales de plomo forman la base de muchas pinturas y pigmentos. Los compuestos más comunes son el monóxido, el dióxido, el tetróxido, el sesquióxido, el carbonato, el sulfato, los cromatos, el arseniato, el cloruro y el silicato. La concentración máxima de compuestos de plomo orgánico (alquilos) en las gasolinas, está regulada legalmente en muchos países como en el nuestro, y a limitaciones de los fabricantes con apoyo gubernamental en otros. [4]

Imagen 2. Fuentes de exposición más importantes.



Fuente. Autores

4.2.3 Directrices nacionales e internacionales

En Colombia la Resolución 610 de 2010 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Sostenible, menciona los niveles máximos permisibles para contaminantes no convencionales con efectos carcinogénicos, entre los cuales se encuentra el plomo y sus compuestos, en donde el nivel máximo permisible es de un $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ media anual y $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ media 24 horas.

En los Estados Unidos, la norma de calidad del aire ambiente es de $1,5 \text{ g}/\text{m}^3$. La guía de calidad del aire ambiente de Estados Unidos para el plomo es $0,5 \text{ g}/\text{m}^3$. Especificando que en inmediaciones de las fuentes industriales, el valor es de $1 \text{ g}/\text{m}^3$. [5]

4.2.4 Toxicocinética del plomo inorgánico.

4.2.4.1 Absorción

Las vías de ingreso del plomo al organismo son por medio de la vía respiratoria, digestiva o cutánea. Las sales inorgánicas del plomo son absorbidas en su mayoría por ingestión que es de aproximadamente un 10 % de la dosis ingerida eliminándose el 90% mediante las heces. Mediante la inhalación la cual depende del tamaño de las partículas, la ventilación pulmonar y la solubilidad del compuesto por esta vía se inhalan vapores, polvos y humo de plomo. Aquellas partículas inferiores a una micra penetran hasta el alveolo. Y en una menor proporción por vía cutánea quien suele ser exclusiva de los derivados orgánicos. [6]

4.2.4.2 Distribución

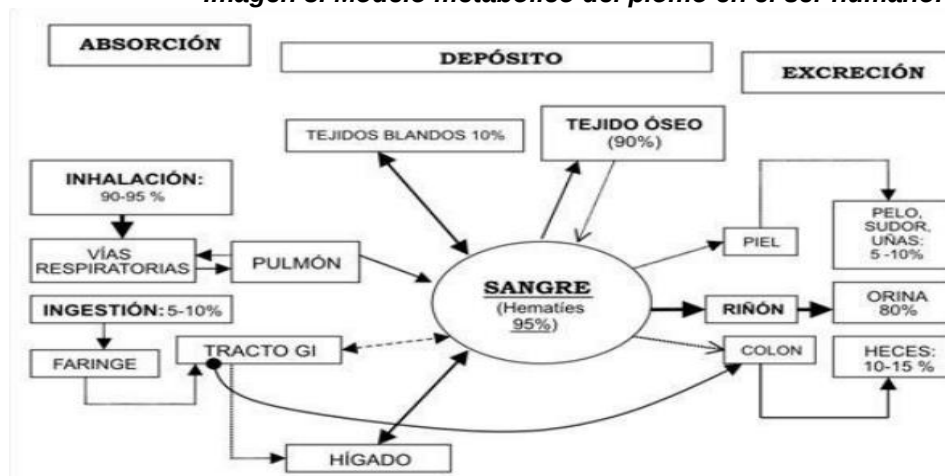
El plomo se distribuye en el organismo fusionado en un 95% a los glóbulos rojos. Existen además fracciones ligadas de proteínas ricas en azufre, nitrógeno y oxígeno, así como una fracción ligada a tejidos de gran importancia dado el carácter acumulativo del compuesto, de esta manera se acumula en hígado, riñón, sistema nervioso central, y sobre todo en el tejido óseo en forma de trifato, donde el metabolismo del calcio es más activo por la afinidad del plomo a este elemento. Durante el embarazo el plomo que se acumula en los huesos

puede volver a circular por la sangre provocando graves riesgos a la salud del feto. El plomo es tóxico para las enzimas y se une a los grupos sulfhidrilo de las proteínas también interfiere con el transporte del calcio, con la síntesis y liberación de neurotransmisores y con la activación de la proteínasa C. En concentraciones elevadas trastorna la estructura terciaria de las proteínas intracelulares, desnaturalizándolas y causando muerte celular e inflamación tisular. [6]

4.2.4.3 Eliminación

El plomo se elimina principalmente mediante la vía renal en un 75% y aquella porción que no es absorbida se elimina por medio de las heces. [6]

Imagen 3. Modelo metabólico del plomo en el ser humano.



Fuente. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Año 2005

4.2.4.4 Efectos de la intoxicación por plomo en la salud de los niños

El plomo conlleva a graves consecuencias en la salud de los niños. Si el grado de exposición es elevado, ataca al cerebro y al sistema nervioso central, consiguiendo provocar coma, convulsiones e incluso la muerte. Secuelas como retraso mental o trastornos del comportamiento, se pueden evidenciar en niños que han logrado sobrevivir a una intoxicación. En los niños afecta particularmente, al desarrollo del cerebro causando una reducción del cociente intelectual, cambios de comportamiento, disminución de la capacidad de concentración y aumento de las conductas antisociales. La exposición al plomo además provoca anemia, hipertensión, disfunción renal, inmunotoxicidad y toxicidad reproductiva. [6]

Sí se ha confirmado, que a mayor nivel de exposición a este metal, es mayor la diversidad y la gravedad de los síntomas y efectos a él asociados. Incluso las concentraciones en sangre que no superan los 5 µg/dl, nivel considerado seguro, pueden contener una disminución de la inteligencia del niño, así como problemas de comportamiento y dificultades de aprendizaje. [6]

En el caso de los niños, niveles de plomo en sangre entre 70-80 µg/dL (o valores superiores a éstos) asociados con encefalopatía, son indicativos de un riesgo elevado. La vida del plomo en la sangre, tejidos blandos y huesos es de aproximadamente 3-4 semanas, 4 semanas y 20-27 años, respectivamente. [6]

4.2.4.5 Efectos de la intoxicación por plomo en la salud de los adultos.

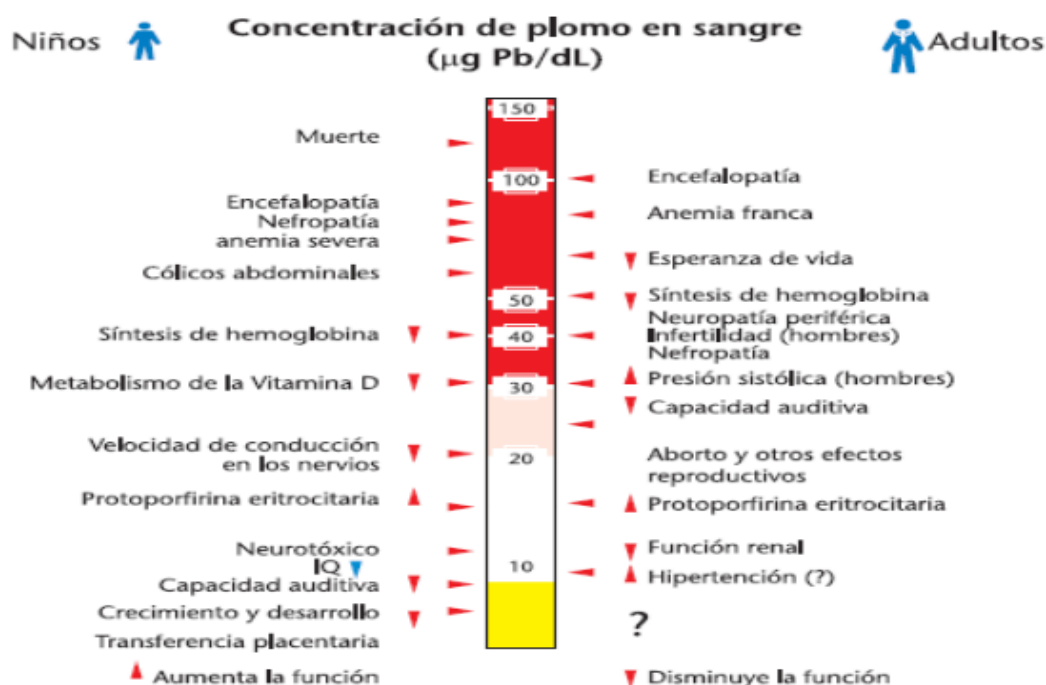
Existe una diferencia en cuanto a los efectos neurológicos entre y un adulto expuesto al plomo en su niñez y un adulto expuesto al plomo en la edad adulta, puesto que en el primer caso su cerebro se estaba desarrollando. Los adultos expuestos al plomo pueden experimentar síntomas neurológicos de los niños expuestos, aunque los umbrales para los adultos tienden a ser más altos. [6]

Algunos predecesores de la encefalopatía, como matidez, irritabilidad, un bajo lapso de atención, temblores musculares y pérdida de memoria, pueden presentarse a niveles menores de plomo en sangre. [6]

Existe evidencia que la exposición al plomo puede afectar el balance postural de los adultos y la función de los nervios periféricos. Además los trabajadores que han estado expuestos de una manera crónica a altos niveles de plomo, pueden presentar signos de envenenamiento por plomo, como una más lenta conducción nerviosa y una debilidad en el músculo extensor del antebrazo conocido como el síndrome de la muñeca caída. [6]

En la imagen 4, se presenta la plumbemia y las manifestaciones clínicas al disminuir o aumentar las funciones

Imagen 4. Plumbemia y manifestaciones clínicas.



Fuente. Universidad privada San Pedro

4.2.5 Toxicodinamia del plomo.

Los órganos más sensibles a la toxicidad del plomo son el sistema hematopoyético, el sistema nervioso central y el riñón. Además de esto el plomo posee gran afinidad por los grupos sulfhídrico, especialmente por las enzimas dependientes de zinc e interfiere en el metabolismo del calcio al reemplazar el calcio y se comporta como un mensajero alterno intracelular, alterando la distribución del calcio en los compartimentos dentro de la célula.

Al alterar la distribución, el plomo activa la proteinkinasa C, una enzima que depende del calcio e interviene en múltiples procesos intracelulares. Luego se une a la calmodulina más ávidamente que el calcio inhibiendo la bomba de Na-K-ATPasa, lo que aumenta el calcio intracelular. Esta alteración a nivel del calcio trae consecuencias en la neurotransmisión y en el tono vascular lo que daría lugar a la hipertensión y la neurotoxicidad. En cuanto al nivel renal interfiere con la conversión de la vitamina D a su forma activa. [6]

4.3 Determinación de la concentración de material particulado menor a 10 μm (pm_{10}) en la atmósfera – muestreador de alto volumen (hi-vol)

4.3.1 Aplicabilidad

El método PM_{10} provee una medida de concentración másica de material particulado con un diámetro aerodinámico menor o igual a 10 μm nominales (PM_{10}) en el aire ambiente durante un periodo de 24 h. El proceso de medición es no destructivo y la muestra de PM_{10} está sujeta a posterior análisis físico o químico.

En la Figura 5 se presenta un muestreador PM_{10} .



Fuente: Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire. Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. Año 2010.

4.3.2 Principio.

El muestreador de aire arrastra aire a una velocidad de flujo constante hacia una entrada de forma especial donde el material particulado se separa por inercia en uno o más fracciones dentro del intervalo de tamaño de PM_{10} . Cada fracción dentro del intervalo de tamaño de PM_{10} se recolecta en un filtro separado en un periodo de muestreo específico. Cada filtro se pesa (después de equilibrar la humedad), antes y después de usarlo para determinar el peso neto (masa) ganado debido al PM_{10} colectado. El volumen total de aire muestreado, corregido a las condiciones de referencia (25 °C, 101.3 KPa), se determina a partir de la velocidad de flujo medida y el tiempo de muestreo. de la concentración corregida, usando la temperatura ambiente y la presión barométrica promedio durante el periodo de muestreo. [7].

4.3.3 Fuentes potenciales de error

4.3.3.1 Partículas volátiles.

Las partículas volátiles presentes en los filtros a menudo se pierden durante el transporte y el almacenamiento de los filtros en forma previa al pesaje posterior al muestreo. Aunque el transporte y almacenamiento son algunas veces inevitables, los filtros deberían ser re-pesados tan pronto sea posible, para minimizar las pérdidas.[7]

4.3.3.2 Manejo del filtro.

Es necesario el manejo cuidadoso de los filtros entre los pesajes del pre muestreo y el pos muestreo, para evitar errores causados por daño de los filtros o pérdidas de partículas recolectadas en los filtros. El uso de un cartucho o casete para filtros puede reducir la magnitud de estos errores. [7].

4.3.3.4 Variación de la velocidad de flujo.

Las variaciones en la velocidad de flujo de operación del muestreador pueden alterar las características de discriminación del tamaño de partícula a la entrada del muestreador. La magnitud de este error dependerá de la sensibilidad de la entrada a las variaciones en la velocidad de flujo y a la distribución de partículas en la atmósfera durante el periodo de muestreo. Se requiere el uso de un mecanismo de control de flujo, para minimizar este error. [7].

4.3.3.5 Determinación del volumen de aire.

Pueden resultar errores en la determinación del volumen de aire por errores en las mediciones de velocidad de flujo y tiempo de muestreo. El mecanismo de control de flujo sirve para minimizar errores en la determinación de la velocidad de flujo y se requiere un medidor de tiempo transcurrido para minimizar el error en la medición del tiempo de muestreo. [7].

4.3.4 Espectroscopia de emisión atómica basada en la atomización con plasma (ICP)

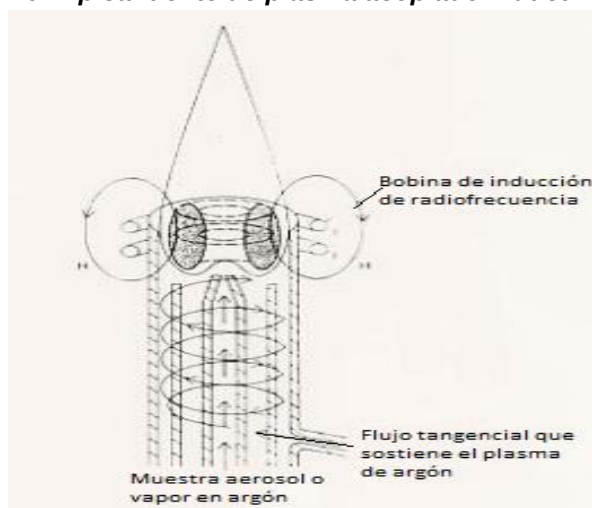
4.3.4.1 El plasma

El plasma es una mezcla gaseosa con la capacidad de conducir electricidad la cual posee una concentración de cationes y electrones. El plasma de argón el cual es el usado en los análisis de emisión, los iones de argón y los electrones, son los principales conductores aunque los cationes de la muestra también están presentes en menor cantidad. Los iones argón al formarse en un plasma, son capaces de absorber la necesaria potencia de una fuente externa, propicio para mantener un nivel de temperatura en el que la ionización adicional sustenta el plasma indefinidamente. [8]

4.3.4.2 La antorcha

La fuente de alimentación de plasma acoplado inductivamente (ICP) denominada antorcha es la usada para mantener un nivel de temperatura de 10000K representada en la imagen 6. [8]

Imagen 6. Típica fuente de plasma acoplado inductivamente



Fuente. Repositorio Institucional de la Universidad de Alicante. Espectroscopia de emisión y absorción atómica. Año 2008

La fuente de ICP se compone de tres tubos concéntricos de cuarzo por donde fluye una corriente de argón.

El diámetro del tubo más grande es de 2.5cm aproximadamente. En la parte superior de este tubo se encuentra rodeándolo una bobina de inducción refrigerada por agua, alimentada por un generador de radiofrecuencia. La ionización del argón que fluye se inicia por medio de una chispa que proviene de una bobina Tesla. [8]

4.3.4.3 Generador de radiofrecuencia

El generador de frecuencia es el causante de un cambio magnético con el que interaccionan los iones resultantes y los electrones asociados a la ionización del argón. [8]

4.3.4.4 Bobina de inducción

En el interior de la bobina de inducción se produce la interacción entre los iones y los electrones, como resultado, estos iones y electrones se mueven en trayectorias anulares cerradas; el calentamiento atómico es una consecuencia de la resistencia a este movimiento. [8]

La temperatura del plasma, es suficientemente elevada para hacer necesario el aislamiento térmico del cilindro externo de cuarzo. [8]

4.3.4.5 Sistemas de introducción de muestras.

La muestra es introducida dentro del plasma caliente por el extremo superior de los tubos mediante un flujo de argón de 0.3 a 1.5 L/min a través del tubo de cuarzo central. [8]

El método utilizado para la introducción de muestras líquidas y sólidas en un plasma es la vaporización electrotérmica. En este método, la muestra se vaporiza en un horno destinado únicamente para la introducción de la muestra y no para la atomización de la muestra. [8]

4.3.4.6 Ventajas y desventajas de la ICP

Las ventajas más importantes que presenta la ICP es la baja interferencia entre elementos consecuencia directa de sus temperaturas más elevadas, se pueden

obtener buenos espectros para la mayoría de elementos con unas condiciones similares de excitación, y en consecuencia, es posible registrar simultáneamente los espectros para docenas de elementos. Además de esto permiten la determinación de bajas concentraciones de elementos que tienden a formar compuestos que son muy resistentes a la descomposición térmica, como lo son el B, P, U, Zr Nb. [8]

Las desventajas que presenta este método es el costo debido a que el equipo que realiza el trabajo lo hace en menos tiempo y es más. [8]

4.3.4.7. Aplicaciones de la ICP

Las fuentes de ICP proporcionan datos analíticos mejores que otras fuentes de emisión. La calidad de estos resultados se da por la gran estabilidad, bajo ruido, poca radiación de fondo y en la ausencia de interferencias de las fuentes, cuando se opera en las condiciones experimentales apropiadas. [8]

4.4 Marco Legal

Debido a la creciente preocupación y evidencia del deterioro de la calidad del aire, se han generado diferentes estándares para cada uno de los contaminantes presentes en el ambiente. Dentro de las entidades más importantes a nivel internacional se encuentra La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), que ha establecido las siguientes pautas para la calidad del aire ambiente, que se resumen en el cuadro 5.

Cuadro 5. Estándares EPA.

CONTAMINANTE	ESTÁNDAR PRIMARIO	
	Nivel	Tiempo promedio
PM₁₀	150 µg/m ³	24 horas
Pb	0,15 µg/m ³	40 horas/semana

Fuente: National Ambient Air Quality Standards (NAAQS) EPA 2006

También la Organización Mundial de la Salud, con las Guías de calidad del Aire (GCA), presenta estándares relativos al material particulado y Plomo resumidos en el cuadro 6.

Cuadro 6: Estándares OMS.

Contaminante	Condiciones Referencia	Condiciones Locales (Bogotá)	Condiciones Referencia	Condiciones Locales (Bogotá)
	Nivel	Tiempo Promedio	Nivel	Tiempo Promedio
PM₁₀	20 µg/m ³	Media anual	17,24 µg/m ³	Media anual
PM₁₀	50 µg/m ³	Media Diaria	43.10 µg/m ³	Media Diaria
Pb	0,5 µg/m ³	A inmediasiones de las industrias promedio anual	0.42 µg/m ³	A inmediasiones de las industrias promedio anual

Fuente: Guías de calidad del aire de la OMS

Nota: Las condiciones de referencia son (25°C y 760 mmHg) y las condiciones locales (14°C y 566 mmHg).

Como se puede observar son más restrictivos los estándares de la Organización Mundial de Salud, en comparación con los de la Agencia de Protección Ambiental.

A continuación se presenta la normatividad nacional y Distrital vigente ver cuadro número 7.

Cuadro 7. Normas Vigentes.

RESOLUCIÓN	OBJETO	RELACIÓN CON EL PROYECTO
Resolución 610 de 2010	Por la cual se modifica la Resolución 601 del 4 de abril de 2006. Se establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión, en el territorio nacional.	Establece niveles máximos permisibles para PSP, PM ₁₀ y establecimiento de contaminantes criterio así como sus procedimientos, frecuencias y metodología.
Resolución 6982 de 2011	Por la cual se dictan norma sobre prevención y control de la contaminación atmosférica por fuentes fijas y protección de la calidad del aire	Establece niveles máximos permisibles para PSP, PM ₁₀ y establecimiento de contaminantes criterio así como su procedimientos, frecuencias y metodología establecidas en el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire a nivel Distrital

Fuente: Resoluciones 610 de 2010 y resolución 6982 de 2011

El cuadro 9 resume los valores permisibles establecidos por la normatividad nacional vigente, las columnas 3 y 4 registra estos valores a condiciones de referencia (25°C y 760 mmHg), y las columnas 5 y 6 a condiciones Locales (14°C y 566 mmHg), las cuales serán tenidas en cuenta para establecer si los niveles reportados los días de muestreo superan la normatividad Nacional vigente. El

procedimiento que describe como se realiza el cambio a condiciones locales se muestra a continuación:

(4.4.1)

$$100 \mu\text{g}/\text{m}^3 = \frac{760\text{mmHg}}{566\text{mmHg}} * \frac{287,15}{298,15\text{K}} = 129,32\mu\text{g}/\text{m}^3$$

Corrección por Oxígeno:

(4.4.2)

$$129,32\mu\text{g}/\text{m}^3 * \frac{21-11}{21-6} = 86,21\mu\text{g}/\text{m}^3$$

Cuadro 8. Valores permisibles Resolución Nacional Vigente 610 de 2010.

Resolución	Contaminante	Condiciones Referencia		Condiciones Locales (Bogotá)	
		Nivel $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Promedio de tiempo	nivel $\mu\text{g}/\text{m}^3$	promedio de tiempo
Resolución 610 de 2010	PST	100	Anual	86.21	Anual
		300	24 horas	258.13	24 horas
	PM ₁₀	50	Anual	43.10	Anual
		100	24 horas	86.21	24 horas
	Pb	0,5	Anual	0.43	Anual
		1,5	24 horas	1.28	24 horas

Fuente: Resolución 610 de 2010

Las condiciones de referencia son (25°C y 760 mmHg) y las condiciones locales (14°C y 566 mmHg)

El cuadro 9 resume los valores permisibles establecidos por la normatividad Distrital vigente,

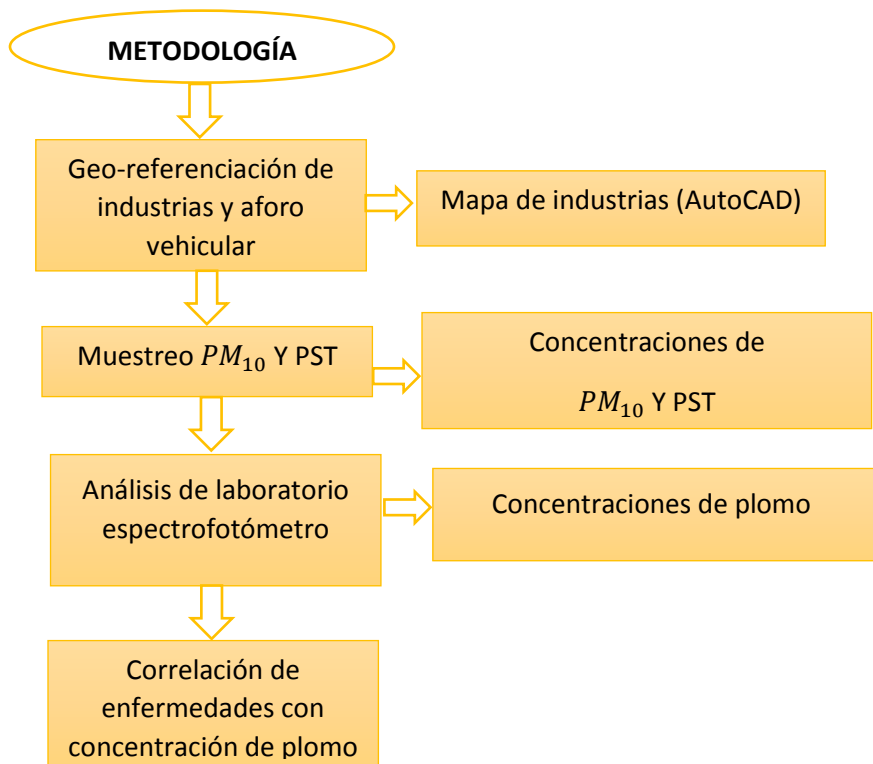
Cuadro 9. Valores permisibles Resolución Distrital Vigente 6982 de 2011.

RESOLUCIÓN	CONTAMINANTE	Condiciones Referencia		Condiciones Locales (Bogotá)	
		NIVEL mg/m ³ al 2011	NIVEL mg/m ³ al 2020	NIVEL mg/m ³ al 2011	NIVEL mg/m ³ al 2020
Resolución 6982 de 2011	Material particulado	150	75	129.32	64.66
	Pb	1	1	0,86	0,86

Fuente: Resolución 6982 de 2011

5. Desarrollo Central

Imagen7. Metodología del desarrollo del proyecto.





Fuente. Autores

5.1 Geo-referenciación industrias.

Para realizar la georeferenciación de las industrias se realizó el inventario de fuentes fijas a partir de la verificación en campo de las industrias existentes resultantes entre el cruce de datos de las bases de datos de la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA) en donde encontramos las industrias registradas según su actividad productiva y su dirección de ubicación, con los datos que se encuentran en el Mapa de Industria y Ambiente (MIA) de la Secretaría Distrital de Salud, donde se encuentra la localización los tipos de riesgos químicos que enfrenta la empresa según las sustancias usadas en su proceso productivo.

En el inventario de fuentes fijas de la localidad de los Mártires realizado con las bases de datos y la verificación en campo, se encontraron 238 industrias registradas y 26 industrias nuevas. Dando como resultado un mapa con la ubicación geográfica de las industrias identificadas. (Anexo 1 mapa)

Cuadro 10. Inventario de fuentes fijas que en su proceso productivo usan el plomo como insumo o materia prima de la localidad de Los Mártires.

INVENTARIO DE FUENTES FIJAS DE LA LOCALIDAD DE LOS MARTIRES				
Item	Actividad económica	Industrias verificadas	Industrias nuevas	Composición %
1	Fabricación de artículos de cuchillería, herramientas de mano y artículos de ferretería	1		0,38
2	Fabricación de artículos de plástico NCP	1	2	1,14
3	Fabricación de bombas, compresores, grifos y válvulas	2		0,76
4	FABRICACIÓN DE COJINETES, ENGRANAJES, TRENS DE ENGRANAJES Y PIEZAS DE TRANSMISIÓN	1		0,38
5	FABRICACIÓN DE MÁQUINAS HERRAMIENTA	11	1	4,55
6	Fabricación de máquinas herramienta.	1		0,38
7	FABRICACIÓN DE MOTORES, GENERADORES Y TRANSFORMADORES ELÉCTRICOS	1		0,38
8	Fabricación de muebles para comercio y servicios	2		0,76
9	FABRICACIÓN DE OTROS PRODUCTOS ELABORADOS DE METAL NCP	162	15	67,05
10	Fabricación de otros productos químicos NCP	1		0,38
11	FABRICACIÓN DE OTROS TIPOS DE MAQUINARIA DE USO ESPECIAL NCP	3		1,14
12	Fabricación de otros tipos de maquinaria de uso especial NCP.	1		0,38
13	FABRICACIÓN DE OTROS TIPOS DE MAQUINARIA DE USO GENERAL	3		1,14
14	FABRICACIÓN DE PLÁSTICOS EN FORMAS PRIMARIAS	1		0,38
15	Fabricación de productos metálicos para uso estructural	3		1,14
16	FABRICACIÓN DE TANQUES, DEPÓSITOS Y RECIPIENTES DE METAL	3		1,14
17	FORJA, PRENSADO, ESTAMPADO Y LAMINADO DE METAL; PULVIMETALURGIA	3		1,14
18	Fundición de metales no ferrosos	2		0,76
19	Industrias básicas de otros metales no ferrosos	1		0,38
20	MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPO	10	1	4,17
21	OTRAS INDUSTRIAS MANUFACTURERAS	2		0,76
22	Reciclaje de desperdicios y de desechos metálicos	2		0,76
23	Tratamiento y revestimiento de metales; trabajos de ingeniería mecánica en general realizados a cambio de una retribución o contrata.	21	6	10,23
24	Fabricación de partes, piezas y accesorios (autopartes) para vehículos automotores y para sus motores.		1	0,38
TOTAL		238	26	100,00

Fuente: Autores

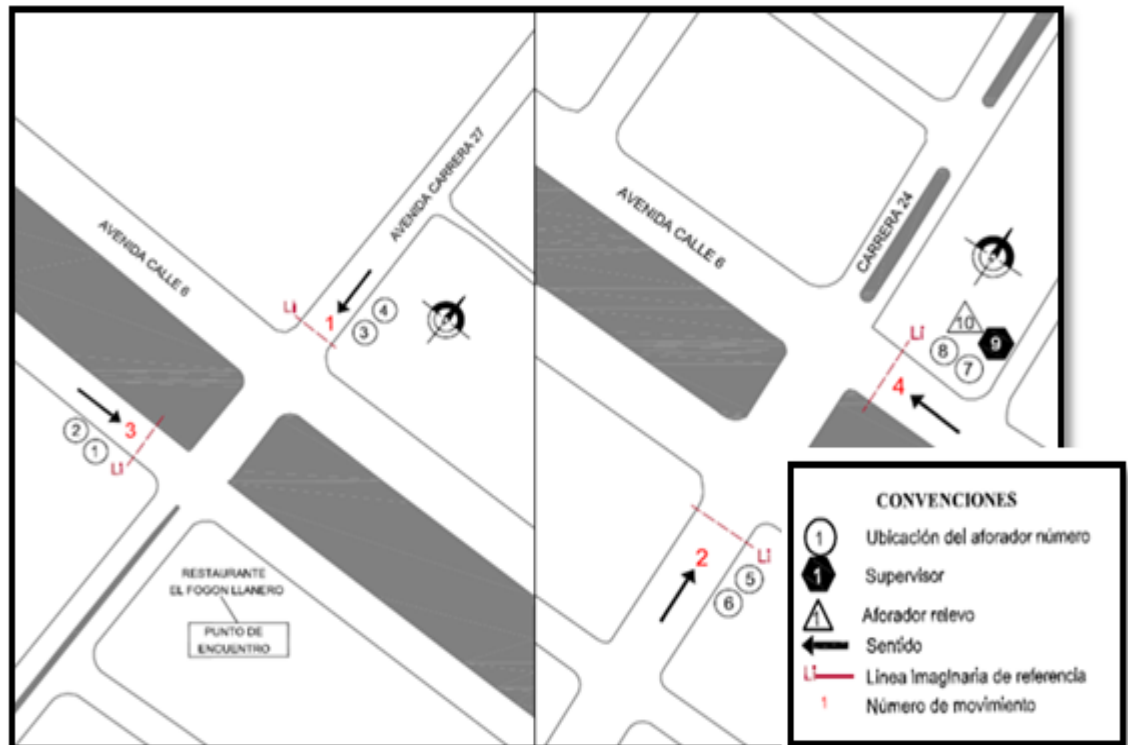
Según el cuadro 10 las industrias que su actividad económica consiste en la fabricación de otros productos elaborados de metal NCP (No Clasificados Previamente) y al tratamiento y revestimiento de metales, trabajos de ingeniería mecánica en general realizados a cambio de una retribución o contrata, con una composición del 67,05% y 10,23% respectivamente del total de las industrias identificadas, son las industrias que podrían estar aportando Plomo al ambiente como producto de sus emisiones.

Además de las fuentes fijas también se tuvo en cuenta las fuentes móviles, las cuales para este estudio es el tránsito vehicular en las calles 13 y 26, carreras 30 y 24, y Avenida Caracas y Calle 19, pues son estas fuentes las que más aportan en sus emisiones partículas de plomo. De acuerdo a los datos provistos por la Secretaria de Movilidad de Bogotá como insumo del programa “Monitoreo, seguimiento y planeación del tránsito y el transporte de Bogotá D.C.” se realiza el aforo en 1 punto de la localidad tomando la intersección clave de la Av. Calle 6 con la Av. Carrera 27, este aforo es realizado 2 veces al año por un equipo

multidisciplinario perteneciente a la secretaria de movilidad y tuvo interventoría efectuada por parte de personal de La Universidad Nacional de Colombia.

En la imagen 8 se presenta un esquema donde se ubica el punto de aforo.

Imagen 8. Ubicación del punto de aforo Av. Calle 6 con Av. Carrera 27



Fuente: Programa "Monitoreo, seguimiento y planeación del tránsito y el transporte de Bogotá D.C."

El punto de aforo está compuesto por las intersecciones del par vial Av. Calle 6 x Av. Carrera 24 y Av. Calle 6 x Av. Carrera 27, ubicadas en el centro-occidente de la ciudad, intersecciones reguladas por semaforización. La Av. Calle 6, está conformada por dos calzadas para tráfico mixto con separador central incluyendo el Transporte Público Colectivo (TPC), permite la circulación en sentido oriente-occidente y viceversa. La avenida carrera 24, tiene separador central solamente al norte de la Av. Calle 6 a partir de donde se convierte en una calzada para tráfico mixto, que permite la circulación en sentido sur-norte. La avenida carrera 27, al sur de la Av. Calle 6, está conformada por dos calzadas con separador central a diferencia del acceso norte donde dicho separador pierde continuidad, permite la circulación en sentido norte-sur para tráfico mixto.

El cuadro 11 resume la información sobre el punto de aforo.

Cuadro 11. Información punto de aforo Av. Calle 6 con Av. Carrera 27.

INFORMACIÓN ESTUDIO			
Punto de Aforo: Av. Calle 6 con Av. Carrera 27			
Coordenadas X	98019,56	Longitud	-74°05'43,38"
Coordenadas Y	100917,6	Latitud	04°36'16,28"
*Coordenadas, Longitud y Latitud Acceso Norte			
DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO			
Horario del período no. 1	00:00-10:00		
Horario del período no. 2	10:00-16:00		
Horario del período no. 3	16:00-24:00		
No. de horas tomadas	24		
Horario de la toma de información	00:00-24:00		
No. de equipos utilizados (personal)	10		

Fuente. "Monitoreo, seguimiento y planeación del tránsito y el transporte de Bogotá D.C, para la intersección Av. Calle 6 con Av. Carrera 27"

5.1.1 Aforo del tráfico vehicular intersección av. calle 6 con av. carrera 27, día sábado 2 febrero de 2013

El cuadro 12 nos muestra el tipo y la cantidad de vehículos que fueron el resultado del aforo realizado el día 2 de febrero de 2013 en la intersección Av. Calle 6 con Av. Carrera 27.

Cuadro 12 Aforo Intersección Av. Calle 6 con Av. Carrera 27, día 2 de febrero de 2013.

Tipo de Vehículo	Acceso Norte	Acceso Sur	Acceso Occidente	Acceso Oriente	Total (Periodo de toma)	Composición
Transporte Liviano 88,59%						
Livianos	14595	22966	23787	12782	74130	83,55%

Motocicletas	3226	3037	3878	3595	13736	15,48%
Bicicletas	318	288	100	154	860	0,97%
Livianos. Motocicletas y Bicicletas	18139	26291	27765	16531	88726	100%
TPC (Transporte Público Colectivo) 5,94%						
Colectivo Pequeño	0	0	0	0	0	0%
Colectivo Grande	1003	1152	170	137	2462	41,42%
Buseta	190	230	84	63	567	9,54%
Bus Corto	972	945	798	200	2915	49,04%
Bus Largo	0	0	0	0	0	0%
TPC	2165	2327	1052	400	5944	100%
TPM (Transporte Público Masivo) 0,13%						
Alimentador	0	0	0	0	0	0%
Articulado Corriente	0	0	2	125	127	96,21%
Articulado Expreso	0	0	0	0	0	0%
Articulado Fuera de Servicio	0	0	0	0	0	0%
Biarticulado	0	0	2	3	5	3,79%
TPM	0	0	4	128	132	100%
Transporte Especial 0,68%						
Especial	105	130	306	138	678	100%
Intermunicipal 2,12%						
Intermunicipal	913	1158	15	38	2124	100%
Camiones 2,54%						
Camión 2 Ejes Pequeño	342	345	491	426	1604	63,08%
Camión 2 Ejes Grande	86	116	311	148	661	25,99%
Camión 3	44	54	87	56	241	9,48%

Ejes						
Camión 4 Ejes	0	0	0	0	0	0%
Camión 5 Ejes	1	6	1	1	9	0,35%
Camión >5 Ejes	5	2	14	7	28	1,10%
Camiones	478	523	904	638	2543	100%

Fuente. “Monitoreo, seguimiento y planeación del tránsito y el transporte de Bogotá D.C, para la intersección Av. Calle 6 con Av. Carrera 27”

El volumen total del punto de aforo es de 100.148 vehículos mixtos, la composición vehicular es: livianos 88,59% (incluye particulares, motocicletas y bicicletas); transporte público colectivo (TPC) 5,94% (incluye colectivos, buses y busetas); TPM 0,13%, especiales 0,68%; intermunicipales 2,12% y camiones 2,54%. El acceso más transitado para el periodo de aforo es el sur con el 30,38% del volumen total. Además según el informe se pudo determinar que la hora de máxima demanda, se presenta entre las 08:45-09:45 con un volumen de 6.704 vehículos mixtos.

El aforo demuestra que es una zona transitada mayormente por vehículos livianos (automóviles y motocicletas). Resultado del encuentro de dos vías cada una con un máximo de dos carriles por dirección o acceso

La repartición vehicular durante las 24 horas del aforo distinguiendo entre los tres periodos cada uno de 8 horas de toma de información que corresponden mañana, el medio día y noche, evidenció que los vehículos livianos son los que más transitan por estas vías sin importar la hora del día, con alrededor de un 90% del tráfico total seguido del Transporte Público Colectivo pero en menor proporción con tan solo el 5,94%. Lo que indica que, el transporte liviano emitiría en mayor proporción Plomo a pesar de que sus factores de emisión sean menores que el de los demás tipos de vehículos.

5.1.2. Aforo del tráfico vehicular intersección av. calle 6 con av. carrera 27 día jueves 4 de abril de 2013

El cuadro 13 nos muestra el tipo y la cantidad de vehículos que fueron el resultado del aforo realizado el día jueves 4 de abril de 2013 en la intersección Av. Calle 6 con Av. Carrera 27.

Cuadro 13. Aforo del tráfico vehicular intersección av. calle 6 con av. carrera 27 día jueves 4 de abril de 2013

Tipo de Vehículo	Acceso Norte	Acceso Sur	Acceso Occidente	Acceso Oriente	Total (Periodo de toma)	Composición
Transporte Liviano 85,84%						
Livianos	13620	19489	18425	12369	63903	74,16%
Motocicletas	4039	5078	6127	5231	20475	23,76%
Bicicletas	526	766	305	189	1786	2,07%
Livianos. Motocicletas y Bicicletas	18185	25333	24857	17789	86164	100%
TPC (Transporte Público Colectivo) 7,04%						
Colectivo	1147	1228	203	124	2702	38,23%
Bus Corto	262	259	110	91	722	10,22%
Bus Largo	1393	1211	868	172	3644	51,56%
TPC	2802	2698	1181	387	7068	100%
TPM (Transporte Público Masivo) 0,21%						
Alimentador	0	0	0	0	0	0%
Articulado Corriente	0	0	0	179	179	85,24%
Biarticulado	0	0	0	31	31	14,76%
TPM	0	0	0	210	210	100%
Transporte Especial 1,43%						
Especial	222	454	573	189	1438	100%
Intermunicipal 2,17%						
Intermunicipal	862	1215	48	55	2180	100%
Camiones 3,31%						
Camión 2 Ejes Pequeño	542	499	778	522	2341	70,47%
Camión 2 Ejes Grande	57	220	201	251	729	21,94%
Camión 3 y 4 Ejes	31	31	109	59	230	6,92%

Camión 5 Ejes	1	0	2	3	6	0,18%
Camión >5 Ejes	1	2	10	3	16	0,48%
Camiones	632	752	1100	838	3322	100%

Fuente. "Monitoreo, seguimiento y planeación del tránsito y el transporte de Bogotá D.C, para la intersección Av. Calle 6 con Av. Carrera 27"

El volumen total del punto de aforo es de 100.382 vehículos mixtos, la composición vehicular es: livianos 85,84% (incluye particulares, motocicletas y bicicletas); transporte público colectivo (TPC) 7,04% (incluye colectivos, buses y busetas); TPM 0,21%, especiales 1,43%; intermunicipales 2,17% y camiones 3,31%.

El acceso con mayor tránsito para el periodo de aforo nuevamente es el sur con el 30,34% del volumen total. La hora de máxima demanda, se presenta entre las 07:15–08:15 con un volumen de 6.686 vehículos mixtos.

Comparando los dos aforos realizados en la intersección uno el día jueves el cual es un día entre semana y otro el día sábado, fin de semana, se concluye que no hay cambio significativo entre estos pues el total del tráfico mixto que pasó por la intersección el jueves fue de 100.148 y el sábado de 100.382 con un aumento de 234 vehículos valor poco significativo comparado el total de vehículos en todo el aforo.

5.2. Muestreo PM_{10} PST

La investigación se centra en la localidad de los mártires, teniendo en cuenta las condiciones tanto ambientales como climatológica Según la rosa de vientos para el periodo de muestreo comprendido entre el 27 de mayo y el 13 de junio de 2014 (Anexo 2), se puede observar que los vientos se encuentran en un rango de velocidades entre 0,5 y 2,1 m/s, con probabilidad de ocurrencia en el tiempo de 61,9%vientos [8]. Que en su mayoría propician el arrastre de los contaminantes y por su alta probabilidad de ocurrencia definen el comportamiento de las masas de aire para la Localidad. Teniendo en cuenta lo anterior se llegaron a dos puntos uno vientos arriba y otro vientos abajo se Ubicaron los equipos, el de partículas menores a 10 micras en el colegio Ricaurte barrio Ricaurte y el de partículas suspendidas totales en el Colegio República Bolivariana sede B barrio San José teniendo en cuenta esto a continuación se hará una descripción detallada de cada proceso

5.2.1 Aplicabilidad.

El método de PM_{10} provee una medida de concentración con un diámetro aerodinámico menor o igual a 10 microgramos nominales (PM_{10}) en el aire ambiente durante un tiempo de 24 horas.

5.2.2 Principio.

Un muestreador de aire arrastra aire ambiente a una velocidad de flujo constante hacia una entrada de forma especial donde el material particulado se separa por inercia en una o más fracciones dentro de intervalo de tamaño de PM_{10}

Cada filtro se pesa antes y después de usarlos para determinar el peso neto ganado debido al pm_{10} colectado este procedimiento se realizó en la Universidad de la Salle .el volumen total de aire muestreado, corregido a las condiciones de referencia (25c 101.3kpa), se determina a partir de la velocidad de flujo medida y tiempo de muestro teniendo en cuenta lo anterior según el Protocolo de Calidad del Aire muestreamos 18 días cambiando los filtros cada 24horas.La concentración másica de PM_{10} en el aire ambiente se calcula como la masa total de partículas recolectadas en el intervalo de tamaño de PM_{10} dividido por el volumen de aire muestreado y se expresa ug/m3 referencia.

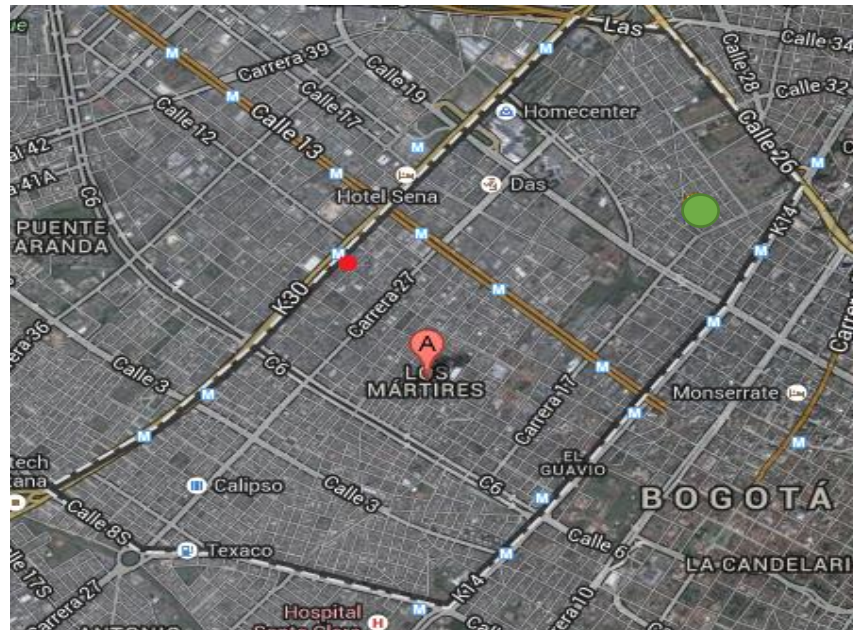
5.2.3 Ubicación de los puntos de muestreo

Los puntos de muestreo se ubicaron según el Manual de Diseño de Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire incluido en el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire. Según el Manual se deben ubicar como minimo dos puntos de muestreo, uno vientos arriba y otro vientos abajo tomando como referencia la rosa de los vientos de la estación meteorológica del IDRE, esto debido a que en la localidad no se cuenta con una estación meteorológica y se debe tener en cuenta los datos de esta estación al ser la mas representativa para toda Bogotá. Otro criterio de la ubicación de las estaciones de monitoreo, es la principal concentración de población de la región analizada y que se encuentra bajo la influencia de la actividad industrial.

En la imagen 9 se puede observar la ubicación de los equipos muestreadores de PST y Clocalizados en los colegios Ricaurte Sede A y República Bolivariana de Venezuela respectivamente. En la ubicación de los equipos de muestreo pueden

surgir diferentes inconvenientes, por ejemplo, tener en cuenta que el lugar donde se va a dejar el equipo cuente con la seguridad adecuada que evite el extravío o daño de este.

Imagen 9. Ubicación de los equipos muestreadores en la localidad.



EQUIPO	UBICACIÓN
PST	Colegio Ricaurte Sede A
PM ₁₀	Colegio República Bolivariana de Venezuela

Fuente. Autores 2014

5.2.3 Procedimiento Muestreo

Para empezar se debe inspeccionar cada filtro para detectar perforaciones, partículas y otras imperfecciones, se establece un registro de información del filtro y se asigna un número de identificación a cada filtro el cual al Colegio Ricaurte se le asigno del A1 al A18 y al República bolivariana del B1 al B18, teniendo en cuenta lo anterior se calibro cada filtro a condiciones ambiente. Después de equilibrarlos, se pesó cada filtro y registro el peso de pre muestreo con el número de identificación del filtro (ver anexo 4).

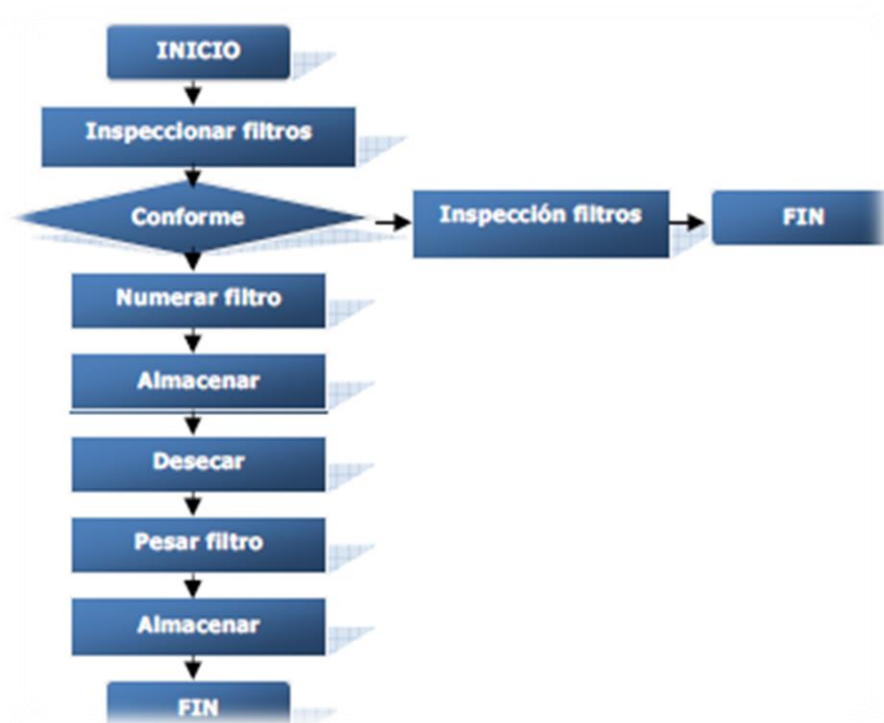
Se instaló un filtro pre-pesado en el muestreador siguiendo las instrucciones, luego se encendió el muestreado para permitir establecer las condiciones de temperatura. Se registra la lectura del indicador de flujo, la temperatura ambiente y la presión barométrica. Se determinó el flujo del muestreador (m^3/min local), Si

la velocidad de flujo esta por fuera del intervalo aceptable especificado, se calibra el equipo se chequea si hay fugas y si es necesario se ajusta la velocidad de flujo punto de ajustes especificado (ver anexo 5), debe ajustar el tiempo para iniciar y determinar el muestreador a tiempos apropiados se ajusta la carta de flujo transcurrido a cero o se registra la lectura inicial del medidor. Registrar la información de la muestra (sitio de localización o número de identificación fecha de muestre, número de identificación del filtro modelo y numero serie del muestreador (ver anexo 6), muestrear por un periodo de 24 más o menos 1 hora, determinar y registra el flujo promedio, en m^3/min local para el periodo de muestreo.

La lectura final del medidor en el tiempo transcurrido, quitar cuidadosamente el filtro del muestreador, tocar solo los extremos del filtro, doblar el filtro por la parte más larga en cuatro partes se envuelve en papel aluminio y luego en una bolsa hermética poniendo el número del filtro en la bolsa. Transportar el filtro con la muestra expuesta, a las condiciones ambientales del filtro tan pronto como sea posible, para equilibrar y posteriormente pesar, equilibrar el filtro expuesto en las condiciones ambientales, al menos 24 horas, bajo las mismas condiciones de temperatura y humedad usadas para equilibrar el filtro.

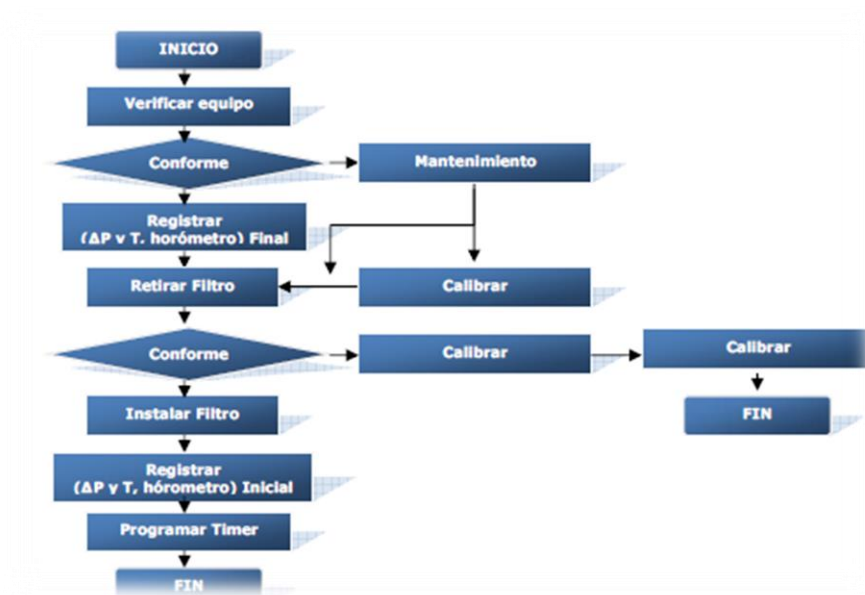
Además en los diagramas de flujo de las imágenes 10 y 11 se puede observar el procedimiento del muestreo tanto para PM_{10} como para PST.

Imagen 10. Diagrama de flujo de Pre-muestreo



Fuente: Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire. Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. Año 2010

Imagen 11. Diagrama de flujo Muestreo



Fuente: Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire. Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. Año 2010

Imagen 12. Equipo muestreador PST (izquierda), equipo muestreador PM10 (derecha).



Fuente: Autores.

5.3 Concentración PM_{10}

Después del muestreo se realizó el pesaje de los filtros teniendo en cuenta Procedimiento de pesaje final.

5.3.1 Procedimientos de Cálculo

La metodología de cálculo que se presenta a continuación asume que los muestreadores han sido calibrados oportunamente, siguiendo las pautas establecidas anteriormente en éste documento y que los valores de temperatura y presión barométrica promedios son determinados para cada período de muestreo. Se debe recordar que las medidas de concentración de material particulado en la atmósfera se deben expresar en unidades de microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

5.3.2 Metodología de cálculo de los niveles de concentración de PM_{10} controlador de flujo másico MFC.

Cálculo del caudal o tasa de flujo a condiciones reales estos cálculos son sacados del Protocolo Para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial. El caudal real promedio para el período de muestreo es determinado mediante la siguiente expresión:

(5.3.2.1)

$$Q = \llbracket \Delta P_{ex} (media) \cdot (T_a + 30) / P_a \rrbracket^{0.5} - b \rrbracket / m \rrbracket$$

Dónde:

$\Delta P_{ex} (media)$ = Promedio en las lecturas del manómetro del muestreador (pulgadas de agua)

(5.3.2.2)

$$\Delta P_{ex} (media) = \frac{\Delta P_{exi} + \Delta P_{exf}}{2}$$

Δ = expresada en in de H_2O

P_a = Presión barométrica ambiente para el día de muestreo (mm Hg)

T_a = Temperatura ambiente promedio para el día de muestreo (K).

m = Pendiente de la relación de calibración del muestreador (a condiciones reales)

b = Intercepto de la relación de calibración del muestreador (a condiciones reales)

Si se usa registrador de flujo con escala de raíz cuadrada:

(5.3.2.3)

$$Q_a \llbracket I_{media} (T_a + 30) / P_a \rrbracket^{0.5} - b \rrbracket / m$$

Si la carta del registrador de flujo es de escala lineal:

(5.3.2.4)

$$Q_a [I_{media} (T_a + 30) / P_a]^{0.5 - b} / m$$

Cálculo del caudal o rata de flujo a condiciones estándar. Para calcular el caudal de aire a condiciones estándar para el periodo de muestreo utilice la siguiente fórmula:

(5.3.2.5)

$$Q_{std} = Q_a \left(\frac{P_a}{P_{std}} \right) \cdot \left(\frac{T_{std}}{T_a} \right)$$

Dónde:

Qstd: Caudal de aire muestreado a condiciones estándar en m³/min

Qa: Caudal de aire muestreado a condiciones reales en m³/min.

Pa: Presión barométrica promedio durante el periodo de muestreo en mm Hg

Ta: Temperatura ambiente promedio durante el periodo de muestreo en K

Pstd: Presión barométrica estándar, 760 mm Hg

Tstd: Temperatura ambiente promedio, 298 K

Cálculo del volumen de aire muestreado a condiciones estándar. El volumen de aire muestreado se calcula mediante el producto del caudal de aire muestreado con el tiempo total de muestreo así:

(5.3.2.6)

$$Q_{std} = Q_a \left(\frac{P_a}{P_{std}} \right) \cdot \left(\frac{T_{std}}{T_a} \right)$$

Dónde:

Vstd= Volumen total de aire muestreado a condiciones estándar en m³

Qstd = Caudal de aire muestreado a condiciones estándar en m³/min

t = Tiempo total de muestreo en min

Cálculo de la concentración de PM₁₀

(5.3.2.7)

$$C_{PM_{10}} = 10^6 \cdot (W_f - W_i) / V_{std}$$

Dónde:

W_f , CPM_{10} = Concentración de PM_{10} en $\mu g/m^3$

W_i = Masas final e inicial del filtro de exposición en g.

V_{std} = Volumen total de aire muestreado a condiciones estándar en m^3

Cálculo del caudal o rata de flujo a condiciones actuales. El caudal o flujo real promedio para el período de muestreo es calculado determinando el cociente del promedio de la presión absoluta de estancamiento y el promedio de la presión barométrica ambiental (P_1/P_a) y la temperatura ambiental promedio (T_a) para el período de muestreo

(5.3.2.8)

$$\Delta P_{stg}(mmHg) = 25.4 \cdot \Delta P_{stg}(inH_2O) / 13.6$$

Determine el valor de la relación de presión de estancamiento $\frac{P_1}{P_a}$

$$\frac{P_1}{P_a} = \frac{P_a - \Delta P_{stg}(media)}{P_a}$$

$P_{stg}(media)$ = Promedio de las lecturas inicial y final de presión de estancamiento (mm Hg).

Si posee la tabla de calibración del equipo determine Q_a para el período de muestreo, ingresando con los valores de P_1/P_a y T_a . Este dato corresponde al valor del caudal volumétrico promedio para el periodo de muestreo. En caso que no cuente con la tabla de calibración del equipo, utilice la relación de calibración del equipo muestreador, determinada durante el proceso de calibración del mismo, para determinar el valor de Q_a de la siguiente forma:

Dónde:

(5.3.2.9)

$$Q_a = \left[\left(\frac{P_1}{P_a} \right) - b \right] T_a^{0.5} / m$$

P_1/P_a = Relación de presión de estancamiento como aparece más arriba.

Ta = temperatura ambiente promedio para el periodo de muestreo (K).

m = Pendiente de la relación de calibración del muestreador (a cond. reales).

b = Intercepto de la relación de calibración del muestreador a condiciones reales

Cálculo del caudal o rata de flujo a condiciones estándar. Para calcular el caudal de aire a condiciones estándar para el periodo de muestreo utilice la siguiente fórmula:

(5.3.2.10)

$$Q_{std} = Q_a \left(\frac{P_a}{P_{std}} \right) \cdot \left(\frac{T_{std}}{T_a} \right)$$

Qstd = Caudal de aire muestreado a condiciones estándar en m^3/min

Qa = Caudal de aire muestreado a condiciones reales en m^3/min .

Pa = Presión barométrica promedio durante el periodo de muestreo en mm Hg

Ta = Temperatura ambiente promedio durante el periodo de muestreo en K

Pstd = Presión barométrica estándar, 760 mm Hg

Tstd = Temperatura ambiente promedio, 298 K

Cálculo del volumen de aire muestreado a condiciones estándar. El volumen de aire muestreado se calcula mediante el producto del caudal de aire muestreado con el tiempo total de muestreo así:

(5.3.2.11)

$$V_{std} = Q_{std} \cdot t$$

Dónde:

Vstd = Volumen total de aire muestreado a condiciones estándar en m^3

Qstd = Caudal de aire muestreado a condiciones estándar en m^3/min

t = Tiempo total de muestreo en min

Cálculo de la concentración de PM_{10} .

(5.3.2.12)

$$c_{PM_{10}} = 10^6 \cdot (W_f - W_i) / V_{std}$$

Dónde:

CPM10 = Concentración de PM_{10} en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Wf, Wi= Masas final e inicial del filtro de exposición en g

Vstd = Volumen total de aire muestreado a condiciones estándar en m^3

Metodología de cálculo de los niveles de concentración de PST.

Equipos de PST con controlador de flujo másico (MFC)

Cálculo del caudal o rata de flujo a condiciones reales. El caudal real promedio para el período de muestreo es determinado mediante la siguiente expresión:

(5.3.2.13)

$$Q_{std}(media) = [\Delta P_{ex} (media) \cdot (P_a/P_{std})(T_{std}/T_a)]^{0.5} - b] / m$$

Dónde:

$Q_{std}(media)$: Tasa de flujo estándar promedio del muestreador (m^3/min), (o caudal de aire muestreado a condiciones estándar)

$\Delta P_{ex} (media)$: Promedio de las lecturas inicial y final del manómetro del muestreador (in de agua).

P_{std} : Presión estándar (760 mm Hg).

T_{std} : Temperatura estándar (298 K).

P_a : Presión barométrica (mm Hg).

T_a : Temperatura ambiente (K). m : Pendiente de la relación de calibración del muestreador (a condiciones estándar para PST) b : Intercepto de la relación de calibración del muestreador (a condiciones estándar para PST)

Cálculo del volumen de aire muestreado a condiciones estándar. El volumen de aire muestreado se calcula mediante el producto del caudal de aire muestreado con el tiempo total de muestreo:

(5.3.2.14)

$$V_{std} = Q_{std} \cdot t$$

Dónde:

Vstd = Volumen total de aire muestreado a condiciones estándar en m^3

Qstd = Caudal de aire muestreado a condiciones estándar en m^3/min

t = Tiempo total de muestreo en min

Cálculo de la concentración de PST

(5.3.2.15)

$$c_{PM_{10}} = 10^6 \cdot (W_f - W_i) / V_{std}$$

Dónde:

CPST = Concentración de PST en $\mu\text{g}/m^3$

Wf, Wi = Masas final e inicial del filtro de exposición en g

Vstd = Volumen total de aire muestreado a condiciones estándar en m^3

(5.3.2.16)

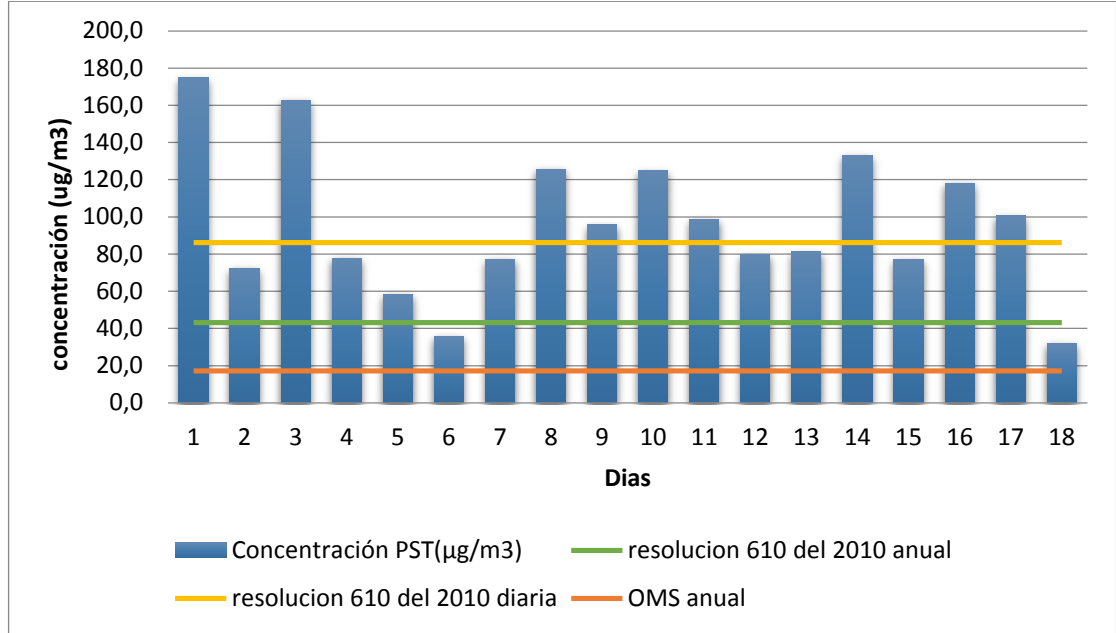
$$\Delta P_{stg}(\text{mmHg}) = 25.4 \cdot \Delta P_{stg}(\text{inH}_2\text{O}) / 13.6$$

Determine el valor de la relación de presión de estancamiento $\frac{P_1}{P_a}$

$$\frac{P_1}{P_a} = \frac{P_a - \Delta P_{stg}(\text{media})}{P_a}$$

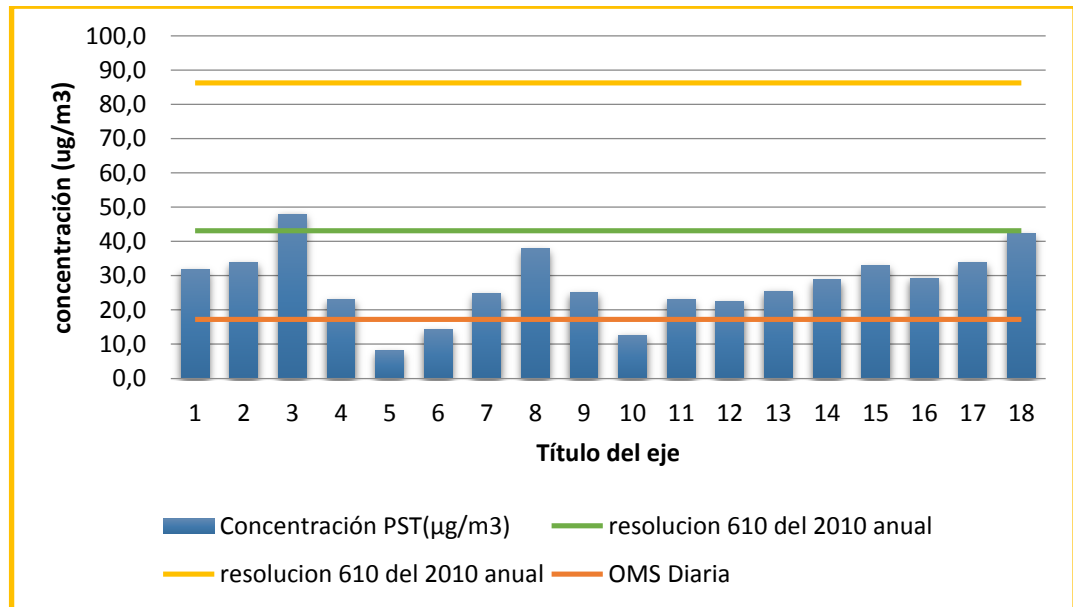
Teniendo en cuenta el procedimiento anterior los resultados obtenidos de las concentraciones de PM_{10} expresados en la gráfica 1.

Grafica 1. Concentración PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) punto A



Fuente. Autores

Grafica 2. Concentración PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) punto B.



Fuente. Autores

Cuadro 14. Normatividad vigente para el PM10.

Resolución	Contaminante	Nivel µg/m3	Tiempo
resolución 610 del 2010	PM ₁₀	43.10	Anual
		86.21	Diaria
		17.24	Anual
OMS		43.10	Diaria

Fuente. Autores

Teniendo en cuenta las gráficas 1 y 2 se puede observar que los niveles de PM_{10} fueron elevados sobrepasando los límites permisibles en un 50% del periodo de muestreo con 9 días de los 18 muestreados para la estación Ricaurte por la norma nacional que establece $86.21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para un periodo de 24 horas llevado a condiciones locales; alcanzó incluso concentraciones de $174,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para días de condiciones mayoritariamente soleados como lo fue el 27 de mayo; con respecto a la estación Republica tan solo fue leve mente superado un día.

5.3.3 Concentración PST

Para calcular la concentración de PST se hace el mismo procedimiento de pm10 pero con las siguientes variaciones teniendo en cuenta que del PST se puede sacar el PM_{10} de la zona estudiada:

Cálculo del caudal o rata de flujo a condiciones actuales. El caudal o flujo real promedio para el periodo de muestreo es calculado determinando el cociente del promedio de la presión absoluta de estancamiento y el promedio de la presión barométrica ambiental (P_1/P_a) y la temperatura ambiental promedio (T_a) para el

(5.3.3.1)

$$\Delta P_{stg}(\text{mmHg}) = 25.4 \cdot \Delta P_{stg}(\text{inH}_2\text{O})/13.6$$

$$\frac{P_1}{P_a} = \frac{P_a - \Delta P_{stg}(\text{media})}{P_a}$$

Dónde:

P_a = Presión atmosférica promedio para el periodo de muestreo (mm Hg)

DPSTg (media) = Promedio de las lecturas inicial y final de presión de estancamiento (mm Hg)

Si posee la tabla de calibración del equipo determine Q_a para el periodo de muestreo, ingresando con los valores de P_1/P_a y T_a . Este dato corresponde al valor del caudal volumétrico promedio para el periodo de muestreo.

En caso que no cuente con la tabla de calibración del equipo, utilice la relación de calibración del equipo muestreador, determinada durante el proceso de calibración del mismo, para determinar el valor de Q_a de la siguiente forma:

(5.3.3.2)

$$Q_a = \left[\left(\frac{P_1}{P_a} \right) - b \right] T_a^{0.5} / m$$

Dónde:

P_1/P_a = Relación de presión de estancamiento como aparece mas arriba.

T_a = temperatura ambiente promedio para el periodo de muestreo (K).

m = Pendiente de la relación de calibración del muestreador (a cond. reales)

b = Intercepto de la relación de calibración del muestreador (a cond. reales)

Cálculo del caudal o rata de flujo a condiciones estándar. Para calcular el caudal de aire a condiciones estándar para el periodo de muestreo utilice la siguiente formula:

(5.3.3.3)

$$Q_a = \left[\left(\frac{P_1}{P_a} \right) - b \right] T_a^{0.5} / m$$

Dónde:

Q_{std} = Caudal de aire muestreado a condiciones estándar en m^3/min .

Q_a = Caudal de aire muestreado a condiciones reales en m^3/min .

P_a = Presión barométrica promedio durante el periodo de muestreo en mm Hg.

T_a = Temperatura ambiente promedio durante el periodo de muestreo en K.

P_{std} = Presión barométrica estándar, 760 mm Hg.

T_{std} = Temperatura ambiente promedio, 298 K.

Cálculo del volumen de aire muestreado a condiciones estándar. El volumen de aire muestreándose calcula mediante el producto del caudal de aire muestreado con el tiempo total de muestreo así:

(5.3.3.4)

$$V_{std} = Q_{std} \cdot t$$

Dónde:

Vstd = Volumen total de aire muestreado a condiciones estándar en m^3

Qstd = Caudal de aire muestreado a condiciones estándar en m^3/min

t = Tiempo total de muestreo en min

Cálculo de la concentración de PST

(5.3.3.5)

$$C_{pst} = 10^6(W_f - W_i)/V_{std}$$

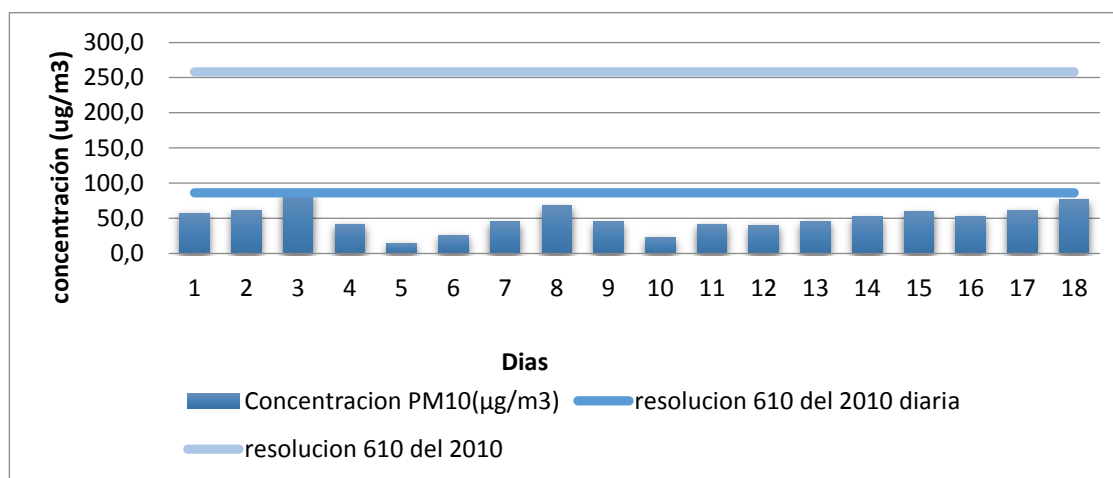
Dónde:

CPST = Concentración de PST en $\mu\text{g}/m^3$.

Wf, Wi = Masas final e inicial del filtro de exposición en g.

Vstd = Volumen total de aire muestreado a condiciones estándar en m^3 .

Grafica 3. Concentración PST ($\mu\text{g}/m^3$)



Fuente. Autores

Cuadro 15. Normatividad local para PST

Resolución	Contaminante	Nivel $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Tiempo
resolución 610 del 2010	PST	86.21	Anual
		258.13	Diaria

Fuente. Autores

El PST dado que son partículas más grandes la normativa es mucho más flexible y sus niveles permisibles son más altos como podemos observar en la gráfica 3 no se pasa de la norma. En la organización Mundial de la Salud es una guía entonces no es necesario tenerla en cuenta, además se calculó PST por que se contaba con el equipo, por lo tanto del PST con una relación dividiendo el total en 1,8 se puede obtener el PM_{10} .

6. Asociación de contaminantes a fuentes de emisión (modelo receptor Unmix).

Unmix es un modelo receptor desarrollado por la EPA que proporciona apoyo científico a las normas de calidad del aire actuales y la aplicación de estas, mediante la identificación y cuantificación de las contribuciones relativas de diversas fuentes de contaminación del aire.

El modelo receptor Unmix trabaja proporcionándole los datos de concentraciones de plomo reportadas una vez realizado el análisis por ICP de los filtros, estos datos se utilizan para calcular el número de tipos de fuentes y sus contribuciones relativas (anexo 10). Los algoritmos utilizados en el modelo Unmix para calcular las contribuciones han sido revisados y aprobados por los principales científicos de gestión de la calidad del aire.

En el cuadro 16 se encuentran parte de los resultados que determina el modelo, donde se presenta la cantidad de PM_{10} y Pb cuantificadas para las fuentes fijas y móviles, reportadas en ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para la estación del punto A ubicada en el Colegio Ricaurte y el punto B ubicada en el Colegio República Bolivariana de Venezuela.

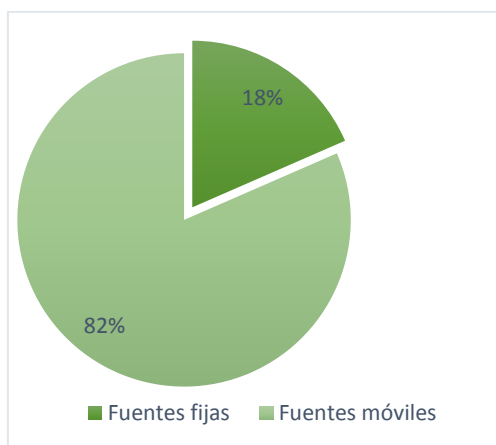
Cuadro 16. Contribución de contaminación de las fuentes fijas y móviles.

ESPECIES ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	ESTACIÓN RICAURTE		ESTACIÓN REPUBLICA	
	Fuente 1	Fuente 2	Fuente 1	Fuente 2
	Fuentes fijas	Fuentes móviles	Fuentes fijas	Fuentes móviles
PM ₁₀	17,7	78,2	14	35,6
Pb	0,000183	0,000118	0,000779	0,000104

Fuente. Autores

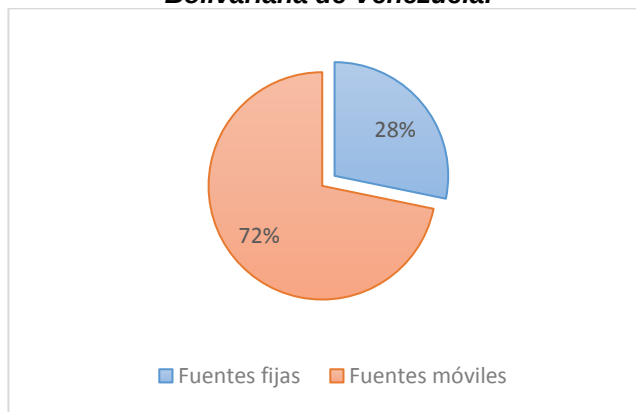
La grafica 4 y 5 nos refleja el porcentaje de PM_{10} que contribuye cada fuente en la contaminación atmosférica.

Gráfica 4. Contribución de PM_{10} según la fuente de emisión estación Ricaurte.



Fuente. Autores

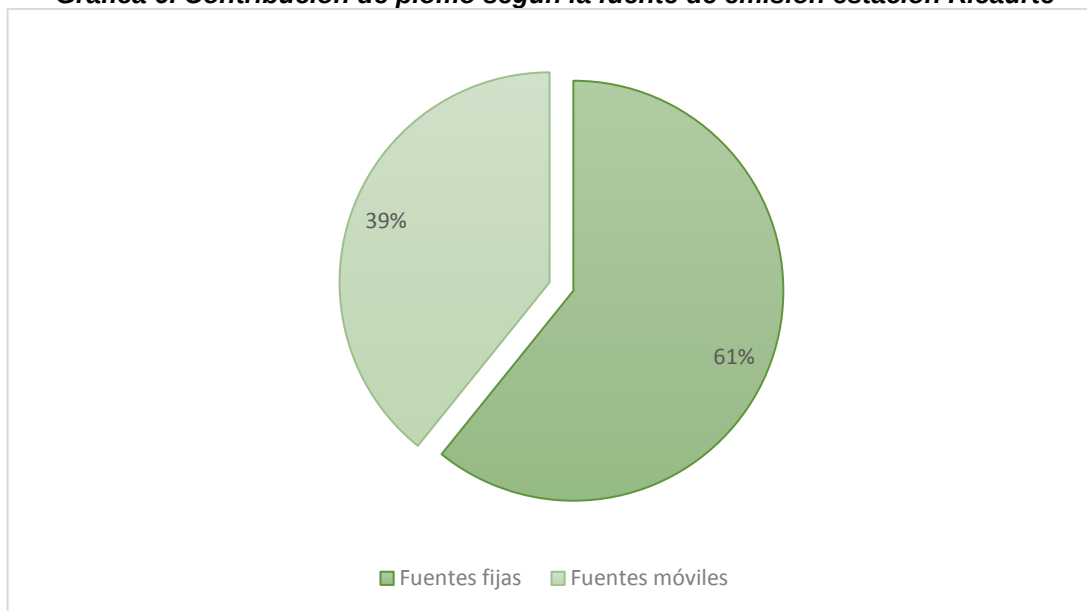
Gráfica 5. Contribución de PM_{10} según la fuente de emisión estación República Bolivariana de Venezuela.



Fuente. Autores

La contribución a la contaminación por material particulado por fuentes fijas en el punto A es de un 18%, el de las fuentes móviles es de un 82%, y en el punto B es de un 28% en fuentes fijas y de un 72% de fuentes móviles, con lo cual se puede concluir que a pesar de la gran cantidad de pequeñas empresas que en su proceso productivo utilizan plomo ubicadas dentro de la localidad de Los Mártires, las fuentes móviles son las que posiblemente estarían aportando PM_{10} debido a la gran cantidad de influencia vehicular aledaña y de la propia localidad.

Gráfica 6. Contribución de plomo según la fuente de emisión estación Ricaurte



Fuente. Autores

La contribución de concentraciones de plomo al material particulado de la zona es asociada mayormente a las fuentes móviles con un 61%, y en menor parte a las fuentes fijas con un 39% que pueden ser atribuidos a industrias metalmecánicas emisoras de bajas concentraciones de Pb producto de subprocesos donde hay una generación de viruta o chips como corte, perforar, pulir, torno, y molienda; y de las sales de plomo constituyen la base de muchas pinturas y pigmentos.

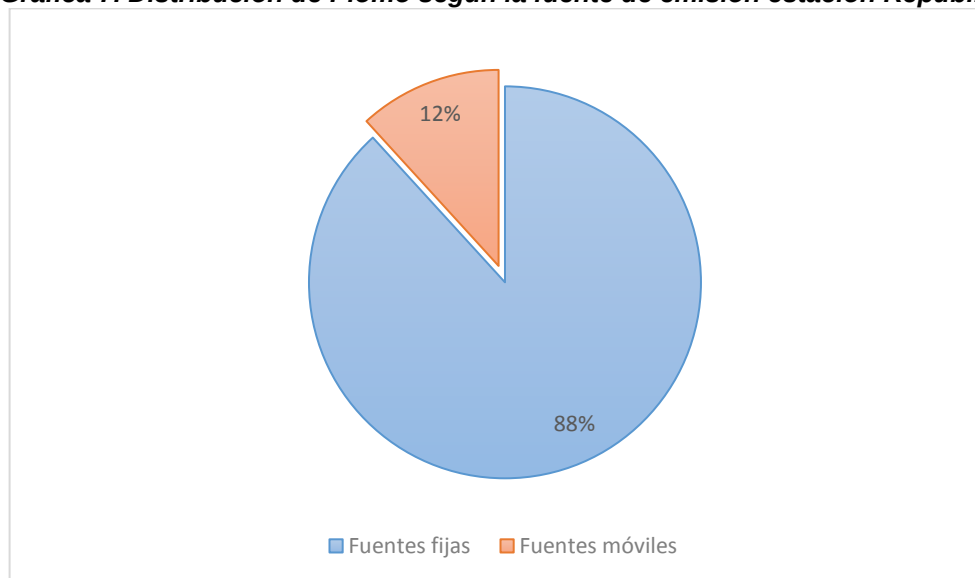
Este fenómeno se presenta debido a la alta influencia vehicular por las vías circundantes a la localidad de los Mártires. Además que el equipo muestreador se localizó en el Colegio Ricaurte que se encuentra al lado de la Carrera 30 la cual presenta un alto volumen de flujo vehicular como lo son automóviles, buses y colectivos de servicio público y privado, motocicletas.

La alta concentración de plomo en las muestras de este punto también se pudo presentar, por la influencia que tiene el viento en el arrastre de los contaminantes

provenientes de la localidad de Puente Aranda, localidad que alberga una mayor cantidad de industrias.

La gráfica 7 nos refleja el porcentaje de plomo contenido en el material particulado que contribuye cada fuente en a la contaminación atmosférica.

Gráfica 7. Distribución de Plomo según la fuente de emisión estación República



Fuente. Autores

La contribución de concentraciones de plomo al material particulado de la zona es asociada mayormente a las fuentes móviles con un 61%, y en menor parte a las fuentes fijas con un 39% que pueden ser atribuidos a industrias metalmecánicas emisoras de bajas concentraciones de Pb producto de subprocesos donde hay una generación de viruta o chips como corte, perforar, pulir, torno, y molienda; y de las sales de plomo constituyen la base de muchas pinturas y pigmentos.

7. Correlación De Concentraciones de Plomo Con Enfermedades en grupos Etarios (menores de 0-5 y mayores de 60 años) Localidad Los Mártires.

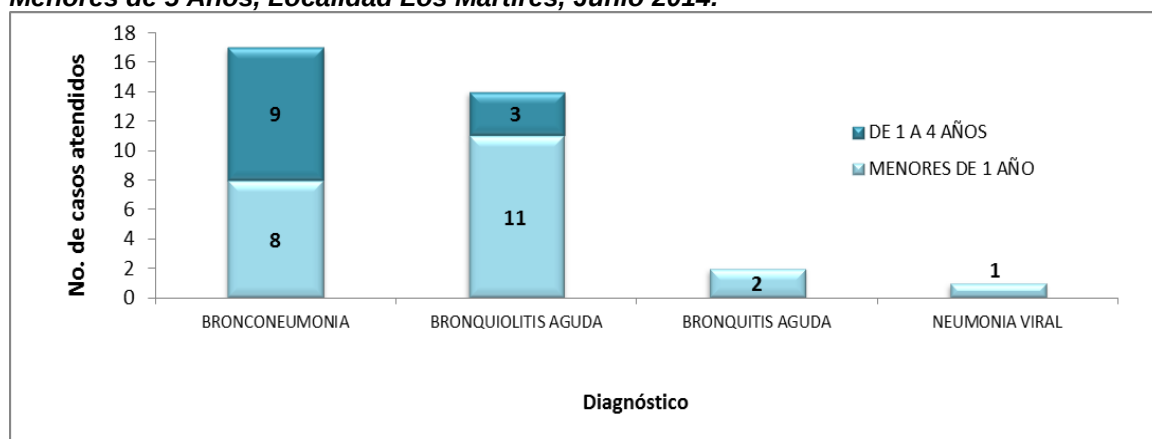
Teniendo en cuenta las concentraciones de plomo y PM_{10} obtenidas por medio de las técnicas de laboratorio, se debe correlacionar con los casos de enfermedades respiratorias en la población etaria sensible de la localidad de Los Mártires lo que se obtuvo el seguimiento de las enfermedades respiratorias agudas en menores de 5 años con los códigos de diagnóstico de la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE 10) relacionados con enfermedades respiratorias, consignados en los RIPS (Registro Individual de Prestaciones de Servicios de

Salud) de los servicios de urgencias y hospitalización de las sedes asistenciales del Hospital Centro Oriente. La información se presenta teniendo en cuenta la localidad de ubicación de las sedes.

Teniendo en cuenta el estudio realizado la mayor concentración de plomo obtenida durante el periodo de muestreo fu de 0,0882($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para el punto A y 0,0444 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para el punto B las cuales no pasan los límites permisibles de la normativa local ni la internacional (0,42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) se debe tener en cuenta que la concentración límite de Pb crítica de 0,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para los niños y las mujeres en edad reproductiva no es un causante de enfermedades respiratorias pero si pueda contribuir.

La gráfica 8 muestra el comportamiento de la ERA tanto de vías aéreas superiores como inferiores en niños menores de cinco años atendidos en el Hospital Centro Oriente en junio de 2014, encontrándose que la Bronconeumonía y Bronquiolitis Aguda son los diagnósticos más frecuentes contribuyendo en 41,5% (17 casos) y 34,1% (14 casos) respectivamente, a las 41 consultas realizadas en el período de estudio

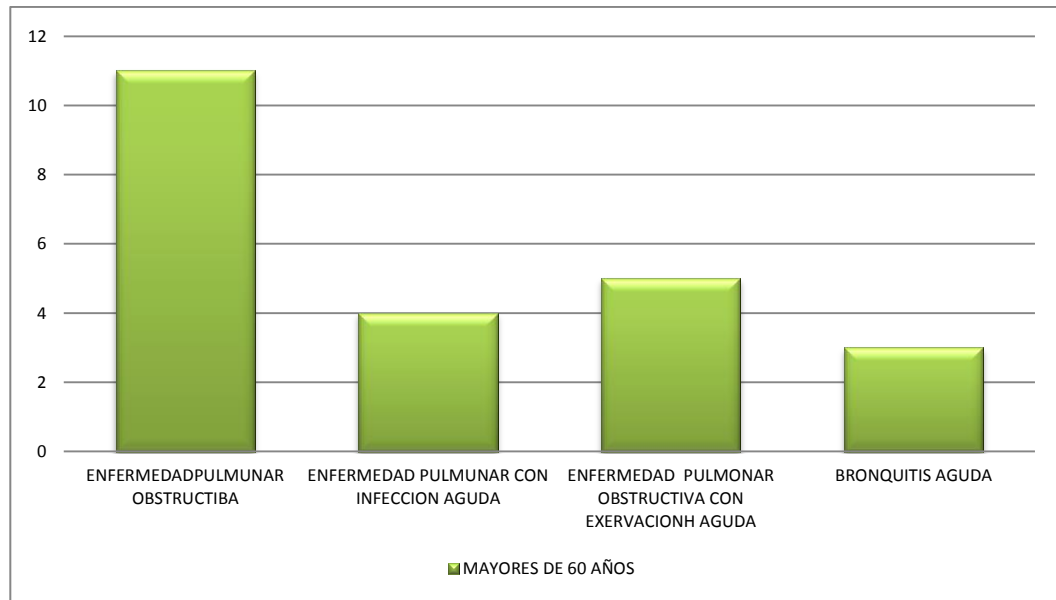
Gráfica 8. Primeras Causas de Consulta por ERA en Hospitalización y Urgencias en Menores de 5 Años, Localidad Los Mártires, Junio 2014.



FUENTE: RIPS Hospital Centro Oriente. Datos preliminares Junio 2014

En la gráfica 9 se muestra la revisión de los RIPS de la sede asistencial Samper Mendoza el mes de junio de 2014, se atendieron 12 pacientes mayores de 60 años con enfermedad respiratoria aguda de los cuales 11 diagnósticos correspondieron a Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica EPOC.

Gráfica 9. Primeras Causas de Consulta por ERA en Hospitalización y Urgencias en mayores de 60 años, Localidad Los Mártires, Junio 2014.



FUENTE: RIPS Hospital Centro Oriente. Datos preliminares Junio 2014

Para la correlación de estos datos se calculó por medio del coeficiente de correlación de Sperman ρ (rho) que es una medida de asociación o independencia entre dos variable aleatorias continuas. Para calcular ρ los datos son ordenados y reemplazados por su respectivo orden.

El estadístico ρ viene dado por la siguiente expresión:

(7.1)

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum D^2}{N(N^2 - 1)}$$

Donde D es la diferencia entre los correspondientes estadísticos de orden de x - y . N es el número de parejas.

Se tiene que considerar la existencia de datos idénticos a la hora de ordenarlos, aunque si éstos son pocos, se puede ignorar tal circunstancia

Para muestras mayores de 20 observaciones, podemos utilizar la siguiente aproximación a la distribución t de Student.

$$t = \frac{\rho}{\sqrt{1 - \rho^2 / (n - 2)}} \quad (7.2)$$

La interpretación de coeficiente de Spearman es igual que la del coeficiente de correlación de Pearson. Oscila entre -1 y +1, indicándonos asociaciones negativas o positivas respectivamente, 0 cero, significa no correlación pero no independencia

Cuadro 17.coeficientes de correlación

$r = -1$	Correlación inversa perfecta
$-1 < r < 0$	Correlación inversa
$r = 0$	No hay correlación
$0 < r < 1$	Correlación directa
$r = 1$	Correlación directa perfecta

Fuente. Autores

Teniendo en cuenta a información anterior se correlaciono de la siguiente manera; primero se tuvo en cuenta la información del número de consultas por casos de enfermedades respiratoria del 27 de mayo al 13 de junio del 2014 los datos que fueron suministrados por el hospital centro oriente en su boletín epidemiológico mensual la concentraciones obtenidas de plomo en los 18 días de muestreo igualmente se realizó el análisis de la correlación del plomo con la temperatura; claro que las demás variable meteorológicas son importantes pero durante el tiempo de muestreo no tuvieron cambios fuertes la mayoría fueron iguales como de precipitación ya que nunca llovió.

En el cuadro 18 podemos observar las concentraciones de plomo versus la temperatura ambiente durante los 18 días de muestreo.

Cuadro 18. Concentración de plomo, temperatura de los días muestreados colegio Ricaurte

días	[Pb]($\mu\text{g}/\text{m}^3$)(x)	Temperatura ($^{\circ}\text{K}$)
1	0,077159391	288
2	0,084849661	289,5
3	0,088227531	291
4	0,052571234	294
5	0,013072981	288,5
6	0,011953755	289,1
7	0,011761697	292,1
8	0,014762669	294,8
9	0,018256841	290,8
10	0,053469579	292,8
11	0,080714444	290,7
12	0,017624525	289,8
13	0,009679206	290,8
14	0,016395113	292,5
15	0,024396128	291,9
16	0,045616655	292,6
17	0,070108522	292,2
18	0,058575264	292,8

días	[Pb]($\mu\text{g}/\text{m}^3$)(x)	Temperatura ($^{\circ}\text{K}$)
1	0,0445	288
2	0,0330	289,5
3	0,0209	291
4	0,0118	294
5	0,0015	288
6	0,0050	289,1
7	0,0090	292,1
8	0,0096	294,8
9	0,0100	290,8
10	0,0171	291,6
11	0,0223	291
12	0,0164	285
13	0,0110	286
14	0,0110	288
15	0,0109	291
16	0,0095	286
17	0,0098	286
18	0,0099	286

Fuente. Autores

El cuadro 19 y 20 se muestra la correlación realizada en el programa SPSS de IBM es un software estadístico que nos ayuda hacer correlaciones del obtuvimos lo siguiente var00005 es la concentración de plomo, var00006 es la temperatura como podemos observar en la tabla 21 dio 0,089 de esto podemos decir que es una correlación directa fuerte, en el cuadro 22 dio 0,0084 es una correlación directa débil es racional que de una correlación directa débil ya que las concentraciones de plomo son mucho menores que en el punto A.

Cuadro 19. Correlación concentración de plomo vs temperatura Ricaurte.

Correlaciones			VAR00005	VAR00006
Rho de Spearman	VAR00005	Coefficiente de correlación	1000	0,089
		Sig. (bilateral)	.	0,071
		N	18	18
	VAR00006	Coefficiente de correlación	0,089	1000
		Sig. (bilateral)	0,071	.
		N		18

Fuente. Autores

Cuadro 20. Correlación concentración de plomo vs temperatura República Bolivariana de Venezuela

Correlaciones			VAR00005	VAR00006
Rho de Spearman	VAR00005	Coefficiente de correlación	1000	0,00846
		Sig. (bilateral)	.	0,00001
		N	18	18
	VAR00006	Coefficiente de correlación	0,00846	1000
		Sig. (bilateral)	0,00001	.
		N		18

Fuente. Autores

Dadas las condiciones de temperatura para Bogotá promediando los días muestreados es de 291k y las concentraciones obtenidas de plomo, podemos decir que tienen una correlación directa tanto para el punto A como el B resultado

en el punto A es fuerte y el en el punto B es débil precipitación que durante los días de muestreo fue 0 por consiguiente se puede afirmar que si hay una temperatura promedio durante un periodo de tiempo y sin lluvia es complicado que las concentraciones de plomo no estén latentes en el ambiente es decir eso es directamente proporcional a mayor temperatura mayor concentración de plomo.

En la cuadro 21 se puede observar los casos de enfermedades respiratorias agudos de menores de 5 años obtenida del boletín epidemiológico del mes de junio con las concentraciones de plomo tanto para el punto A colegio Ricaurte como para el punto B República Bolivariana de Venezuela.

Cuadro.21 número de casos de enfermedades ERA vs concentración de plomo punto A y punto B

Días	# Casos(x)	[Pb](µg/m3)(y)	Días	# Casos(x)	[Pb](µg/m3)(y)
1	2	0,077159391	1	2	0,0445
2	5	0,084849661	2	5	0,0330
3	5	0,088227531	3	5	0,0209
4	3	0,052571234	4	3	0,0118
5	1	0,013072981	5	1	0,0015
6	5	0,011953755	6	5	0,0050
7	2	0,011761697	7	2	0,0090
8	4	0,014762669	8	4	0,0096
9	5	0,018256841	9	5	0,0100
10	4	0,053469579	10	4	0,0171
11	6	0,080714444	11	6	0,0223
12	4	0,017624525	12	4	0,0164
13	5	0,009679206	13	5	0,0110
14	7	0,016395113	14	7	0,0110
15	12	0,024396128	15	12	0,0109
16	1	0,045616655	16	1	0,0095
17	9	0,070108522	17	9	0,0098
18	9	0,058575264	18	9	0,0099

Fuente. Autores

El cuadro 22 y 23 se muestra la correlación realizada en el programa SPSS de IBM de este obtuvimos lo siguiente var00005 es la concentración de plomo, var00006 son los caso de enfermedades respiratorias agudas al observar en la tabla 25 dio 0,1025 de esto podemos decir que es una correlación directa débil, en el cuadro 26 -0,00121 es una correlación inversa.

Cuadro 22. correlacion número de casos de enfermedades ERA menores de 5 años vs concentración de plomo

Correlaciones			VAR00005	VAR00006
Rho de Spearman	VAR00005	Coefficiente de correlación	1000	0,1025
		Sig. (bilateral)	.	0,010
		N	18	
	VAR00006	Coefficiente de correlación	0,1025	1000
		Sig. (bilateral)	0,010	.
		N		18

Fuente. autores

Cuadro 23. correlacion número de casos de enfermedades ERA menores de 5 años vs concentración de plomo

Correlaciones			VAR00005	VAR00006
Rho de Spearman	VAR00005	Coefficiente de correlación	1000	-0,01121
		Sig. (bilateral)	.	0,012
		N	18	
	VAR00006	Coefficiente de correlación	-0,01121	1000
		Sig. (bilateral)	0,012	.
		N		18

Fuente. autores

Se puede observar según la correlación de Spearman que la estación del Ricaurte dio directa fuerte debido a que las concentraciones de plomo en este punto son

mayores en la estación de república bolivariana nos da totalmente diferente debido a que las concentraciones en este punto son menores; no se puede llegar a una certeza ni decir con seguridad que este es el proceso indicado para llegar a una conclusión verídica pero teniendo en cuenta las concentraciones y el comportamiento de estas personas a esta edad se puede decir que según las concentraciones de plomo puede contribuir a la enfermedad teniendo en cuenta que los niños menor de 5 años absorben más el plomo. Además, muchos niños tienden a comer productos no alimenticios su frecuencia respiratoria es más alta, respiran más volumen por kilos de peso y, como son más pequeños, están más cerca del aire contaminado con el polvo, así como con emisiones del subsuelo. Mientras menos edad tiene, el intestino absorbe más plomo, 5 a 10 veces, que niños mayores y los adultos, especialmente con el estómago vacío. La absorción intestinal de plomo en niños aumenta en casos de deficiencia de hierro, calcio y zinc, que son condiciones comunes. Todas estas condiciones favorecen un mayor riesgo de toxicidad en los niños.

En la tabla 24 se puede observar los casos de enfermedades respiratorias agudas de mayores de 60 años obtenidos del boletín epidemiológico del mes de junio con las concentraciones de plomo tanto para el punto A colegio Ricaurte como para el punto B República Bolivariana de Venezuela.

Cuadro.24 Reporte diario de número casos de enfermedades respiratorias agudas mayores 60 años y concentración de plomo. Punto a y b.

días	# Casos(x)	[Pb](µg/m3)(y)
1	1	0,0445
2	1	0,0330
3	1	0,0209
4	1	0,0118
5	0	0,0015
6	1	0,0050
7	3	0,0090
8	1	0,0096
9	0	0,0100
10	1	0,0171
11	3	0,0223
12	0	0,0164
13	3	0,0110

días	# Casos(x)	[Pb]($\mu\text{g}/\text{m}^3$)(y)
1	1	0,077159391
2	1	0,084849661
3	1	0,088227531
4	1	0,052571234
5	0	0,013072981
6	1	0,011953755
7	3	0,011761697
8	1	0,014762669
9	0	0,018256841
10	1	0,053469579
11	3	0,080714444
12	0	0,017624525
13	3	0,009679206
14	3	0,016395113
15	1	0,024396128
16	5	0,045616655
17	2	0,070108522
18	1	0,058575264

14	3	0,0110
15	1	0,0109
16	5	0,0095
17	2	0,0098
18	1	0,0099

Fuente. Autores

El cuadro 25 y 26 se muestra la correlación realizada en el programa SSPS de IBM de este obtuvimos lo siguiente var00005 es la concentración de plomo, var00006 son los caso de enfermedades respiratorios agudos al observar en la tabla 25 dio 0,036 de esto podemos decir que es una correlación directa débil, en el cuadro 26 -0,083 es una correlación inversa la misma tendencia que con los menores de 5 años.

Cuadro 25. Correlación de número de casos de enfermedades ERA mayores de 60 años vs concentración de plomo A

Correlaciones			VAR00005	VAR00006
Rho de Spearman	VAR00005	Coefficiente de correlación	1000	0,036
		Sig. (bilateral)		0,0113
		N	18	
	VAR00006	Coefficiente de correlación	0,036	1000
		Sig. (bilateral)	0,0113	
		N		18

Fuente. Autores

Cuadro 26. Correlación número de casos de enfermedades ERA mayores de 60 años vs concentración de plomo B

Correlaciones			VAR00005	VAR00006
Rho de Spearman	VAR00005	Coefficiente de correlación	1000	-0,083
		Sig. (bilateral)		0,077
		N	18	
	VAR00006	Coefficiente de correlación	-0,083	1000
		Sig. (bilateral)	0,077	
		N		18

Fuente. Autores

Se observó que dio una correlación para el colegio Republica Bolivariana de Venezuela inversa, es decir, que dadas las bajas concentraciones no se puede llegar a una correlación directa como la que se da en el colegio Ricaurte. No se pudo llegar a una conclusión verídica ni decir que el plomo está afectando la salud dado que no se tuvo la información completa epidemiológica de la zona para centrarse en las enfermedades causadas por el plomo como lo son la encefalopatía, insuficiencia renal, además secuelas neurológicas epilepsia, retardo, atrofia óptica. Lo que sí se puede decir es que esta investigación puede dar partida a una investigación más profunda como un estudio epidemiológico de la localidad ya que tenemos datos de concentraciones de plomo, teniendo en

cuenta se hizo todo el procedimiento de muestreo ,laboratoriopodemos ver que hay resultados veridico de estas concentraciones.

8. Conclusiones

Mediante el inventario de fuentes fijas de la localidad de los Mártires realizado, se encontraron 238 industrias registradas y 26 industrias nuevas. Según el inventario de fuentes fijas las industrias que su actividad económica consiste en la fabricación de otros productos elaborados de metal NCP (No Clasificados Previamente) y al tratamiento y revestimiento de metales, trabajos de ingeniería mecánica en general realizados a cambio de una retribución o contrata, con una composición del 67,05% y 10,23% respectivamente del total de las industrias identificadas, son las industrias que podrían estar aportando Plomo al ambiente como producto de sus emisiones.

Los niveles de material particulado determinados son elevados sobrepasando los límites permisibles en un 50% del periodo de muestreo, para la estación Ricaurte por la norma nacional que establece $86.21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para un periodo de 24 horas llevado a condiciones locales. Alcanzó inclusive concentraciones de $174,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para días de condiciones- mayoritariamente soleados como lo fue el 27 de mayo. Con respecto a la estación Republica tan solo fue leve-mente superado un día.

Los niveles de concentraciones de plomo en ningún momento sobrepasan la normativa nacional de $0.43 \mu\text{g}/\text{m}^3$ diaria, ni los de la EPA de $0,15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 40 horas/semana a pesar de obtener valores relativamente altos como fue el caso de la muestra 3 en el punto del Ricaurte con una concentración de $0,088 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y la muestra 1 del punto de la República Bolivariana con un valor de $0,044 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Al comparar las concentraciones de los dos puntos los valores del punto del Ricaurte son mayores a los del punto de la República Bolivariana de Venezuela. Este fenómeno se pudo presentar, debido a que la ubicación del muestreador, está cerca de una de las principales vías de la localidad la cual es la Carrera 30 y el tránsito de vehículos contribuye a la contaminación atmosférica por las emisiones causadas en el proceso de combustión de la gasolina y demás combustibles fósiles.

La concentración de plomo en las muestras del colegio Ricaurte también se pueden presentar, por la influencia que tiene el viento en el arrastre de los contaminantes provenientes de la localidad de Puente Aranda, localidad que alberga una mayor cantidad de industrias

Teniendo en cuenta los resultados del Unmix la contribución de concentraciones de plomo al material particulado de la zona es asociada mayormente a las fuentes

móviles con un 61%, y en menor parte a las fuentes fijas con un 39% que pueden ser atribuidos a industrias metalmecánicas emisoras de bajas concentraciones de Pb.

La correlación de la temperatura y la concectracion de Plomo en la atmosfera es directamente proporcional con un valor de 0.089, loq ue nos permite concluir que a mayor temperatura la concentracion de Plomo es mayor. Esto puede suceder por la influencia de varios factores metereologicos como los son la precipitación, la cual tiene un efecto de agente descontamimante del aire al atrapar las particulas suspendidas en el mediante las gotas.

No se pude afirmar que directamente el plomo esta ocasionando enfermedades respiratorias teniendo en cuenta que en la informacion suministrada por el Hospital Centro Oriente no se encuentran especificadas las causas de las enfermedades respiratorias, es decir, a qué patología se le asigna el desarrollo o aparición de esta.

Con una informacion epidemiológica mas amplia se podría analizar cual es la causa directa de la enfermedad en la persona.

Con el estudio realizado, se puede abrir las puertas para el desarrollo de futuras investigaciones tanto de salud como de calidad del aire.

9. Recomendaciones

Actualizar anualmente el inventario de Industrias de la Secretaría Distrital de Ambiente, pues este resulta ser el punto de partida para los análisis concernientes a la asociación con fuentes y la veracidad de su información depende del grado de efectividad y credibilidad de los estudios que se realicen.

Es de vital importancia para próximos estudios aplicar cuidadosamente todos los aspectos de control de calidad en el muestreo y en la extracción de las mismas, además de aplicar el procedimiento de limpieza del material de vidrio para retirar cualquier rastro de materia orgánica que pueda interferir en los resultados.

Es importante tener en cuenta que el tiempo de monitoreo establecido por el Manual de diseño de Sistemas de Calidad del Aire en cual se basó el presente estudio, dispone que el número de muestras mínimo es de 18 por cada estación de monitoreo, pero si una vez analizados los resultados de las primeras 15 muestras, se obtiene un promedio igual o mayor al 80% del valor de la norma anual de calidad del aire o nivel de inmisión, se deberá prolongar el monitoreo hasta completar 24 muestras. Además la periodicidad del muestreo, se deberá cambiar a día de por medio, dado el caso de realizarlo en época lluviosa.

Se recomienda evaluar los metales pesados no tenidos en cuenta en el presente estudio, para tener una estimación más precisa de las concentraciones de este grupo importante de contaminantes atmosféricos.

Se recomienda que la Secretaria Distrital de Ambiente revise los datos concernientes a la identificación y cuantificación producto del modelo receptor matemático aplicado UNMIX ya que de este se pueden establecer directamente los responsables de la contaminación atmosférica por estos metales evaluados y de este modo hacer de sus resultados una información útil para sus programas de Control y Vigilancia que desarrollan dentro de la localidad.

Según los reportes de las concentraciones de metales pesados, se recomienda que el presente estudio se enfoque a nivel ocupacional con un equipo de bajo flujo PM2.5, ya que es dentro de la fracción fina en donde se presenta la mayor contribución de estos metales.

Debido a que en la localidad se ubican pequeñas y medianas empresas, se evidencia la falta de inversión en cuestión de salud ocupacional, por ejemplo, la falta de extractores de viento. Esto afecta directamente la salud de los trabajadores y las principales causas de consultas por enfermedades respiratorias se podrían estar originando allí.

10. BIBLIOGRAFÍA

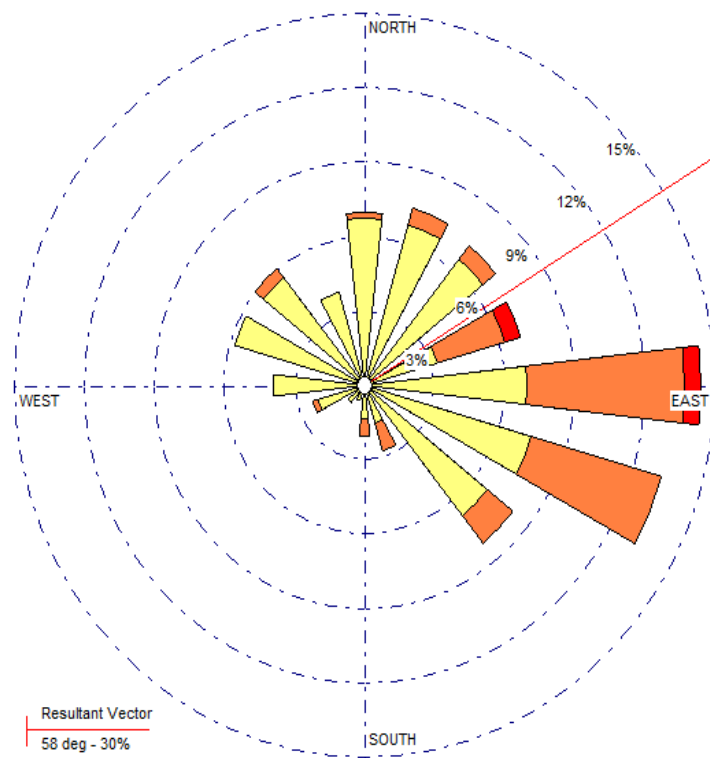
1. HOSPITAL CENTRO ORIENTE. II nivel de atención E.S.E. Boletín Epidemiológico de la líneas de AIRE, RUIDO y RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA, boletín #13.Año (2013)
2. Alcaldía Mayor de Bogotá. Diagnostico físico y socioeconómico de las localidades de Bogotá D.C. Año (2004)
3. Hospital de Centro Oriente II Nivel E.S.E. Diagnostico local con participación social Localidad 14-Los Mártires. Año (2011)
4. Organización mundial de la salud. Intoxicación por plomo y salud. Año (2013)
5. USEPA. Media trimestral. Año (2003)
6. ACTUALIZACIÓN DE LA INTOXICACIÓN POR PLOMO INORGÁNICO DE TRABAJADORES EXPUESTOS. Dr. Ercoreca Mariano (2013).
7. Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. Protocolo para el monitorea y seguimiento de la calidad del aire “Manual de operación de sistemas de vigilancia de la calidad del aire”. Año (2008)
8. Repositorio Institucional de la Universidad de Alicante. Espectroscopia de emisión y absorción atómica. Año (2008)

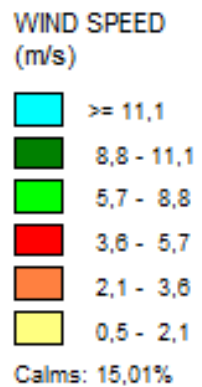
ANEXOS

Anexo1. Mapa de fuente de inventarios. (Autocad)

Anexo 2. Rosa de vientos. Periodo 27 de mayo- 13 de junio.

Imagen 16. Rosa de vientos. Periodo 27 de mayo- 13 de junio.

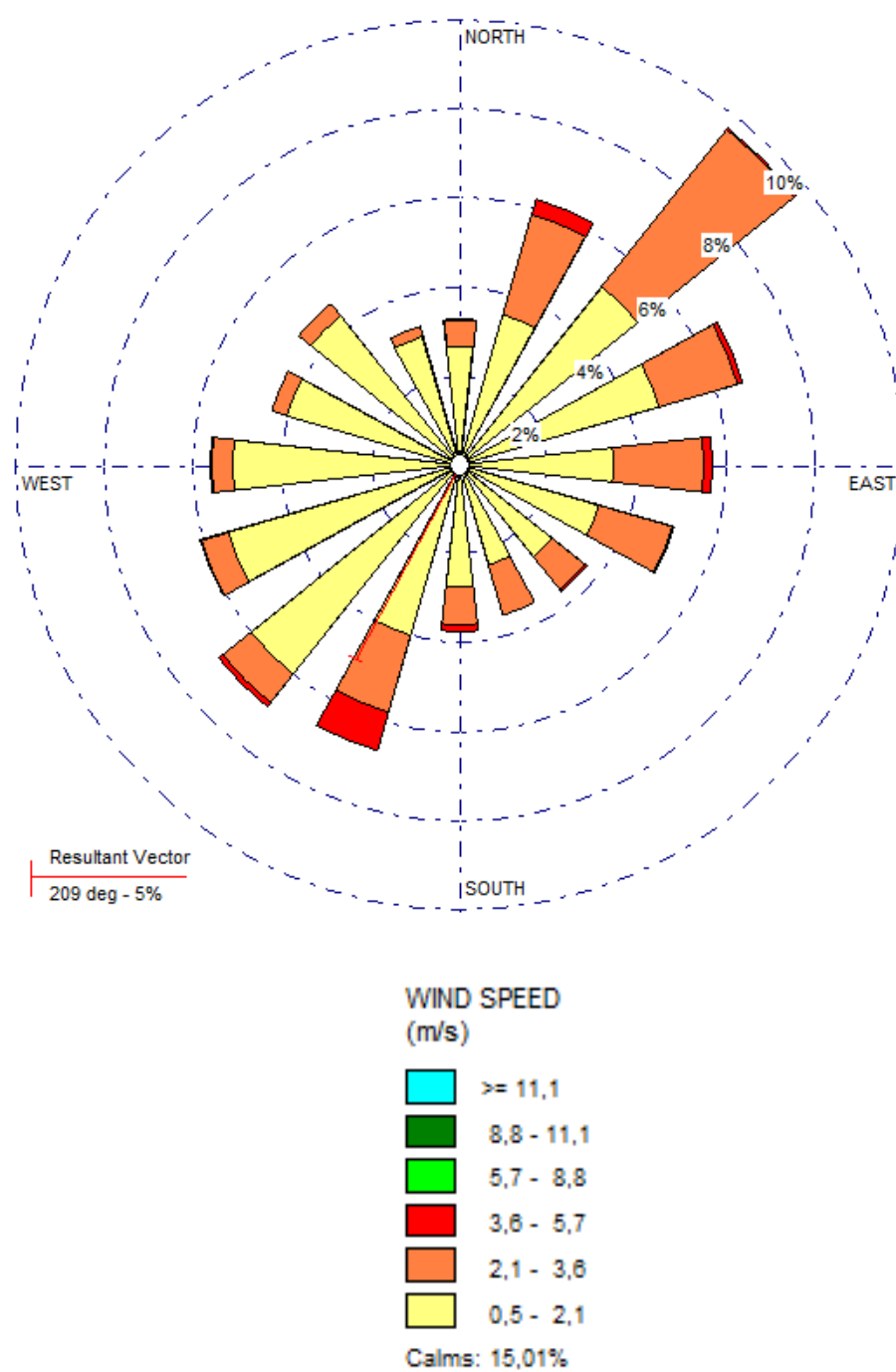




Fuente: Autores, WRPLOT View Freeware. Versión 7.0.0. Datos estación IDRD-RMCDB.

Anexo 3. Rosa de vientos Localidad Mártires año 2014.

Imagen 17. Rosa de vientos Localidad Mártires año 2014.



Fuente: Autores, WRPLOT View Freeware. Versión 7.0.0. Datos estación IDRD-RMCDB

Anexo 4. Tabla pesaje de filtros

Tabla .pesaje de filtros

PESAJE FILTROS							
No. Filtro	Antes del Muestreo Ricaurte			No. Filtro	Antes del Muestreo República Bolivariana		
	Peso 24 H (g)	peso 1H (g)	% ERROR		Peso 24 H (g)	peso 1H (g)	% ERROR
1	4,3199	4,3199	0,000%	1	4,3265	4,3267	0,005%
2	4,3828	4,3824	0,009%	2	4,3257	4,3267	0,023%
3	4,3769	4,3772	0,005%	3	4,3397	4,3391	0,014%
4	4,3802	4,3800	0,005%	4	4,3465	4,3460	0,012%
5	4,3813	4,3818	0,011%	5	4,3339	4,3340	0,003%
6	4,3835	4,3829	0,014%	6	4,3430	4,3429	0,003%
7	4,3778	4,3780	0,005%	7	4,3380	4,3378	0,005%
8	4,3679	4,3676	0,007%	8	4,3500	4,3502	0,004%
9	4,3679	4,3674	0,010%	9	4,3246	4,3244	0,004%
10	4,3611	4,3634	0,053%	10	4,3381	4,3390	0,021%
11	4,3541	4,3535	0,014%	11	4,3466	4,3472	0,014%
12	4,3588	4,3537	0,117%	12	4,3393	4,3397	0,009%
13	4,3302	4,3389	0,201%	13	4,3469	4,3472	0,006%
14	4,3021	4,3004	0,040%	14	4,3385	4,3380	0,012%
15	4,3488	4,3541	0,122%	15	4,3124	4,3121	0,007%
16	4,3343	4,3322	0,048%	16	4,3202	4,3206	0,009%
17	4,3267	4,3282	0,035%	17	4,3170	4,3172	0,005%
18	4,3178	4,3180	0,005%	18	4,2920	4,2912	0,019%

Fuente: autores

Anexo 5. Calibración equipo.

- 1 Registre la temperatura ambiente promedio en la cercanía del equipo muestreador.
- 2 Registre la presión barométrica.
- 3 Instale un filtro limpio y opere el equipo durante 5 minutos para establecer equilibrio térmico antes de la calibración.
- 4 Apague el equipo y retire el filtro.
- 5 Desconecte el motor del controlador de flujo y conéctelo directamente a una fuente de energía estable.
- 6 Coloque el kit de calibración.
- 7 Encienda nuevamente el equipo y asegúrese de que no existan fugas en el sistema.
- 8 Apague el equipo y conecte el manómetro diferencial con rango de 0 – 8 in de agua a la toma de presión del kit de calibración.
- 9 Conecte el manómetro diferencial con rango de 0 – 18 in de agua a la derivación de presión que se encuentra en la parte inferior de la carcasa del motor.
- 10 Registre el valor del manómetro del tipo de resistencia de flujo variable, desde una máxima hasta una mínima abertura. Se requieren por lo menos cuatro ratas de flujo de calibración y por lo menos tres valores deberán estar dentro del rango aceptable de flujo (1.02 a 1.24 m³/min para muestreadores de PM 10).

Construcción Curva de Calibración

- 11 Calcule la rata de flujo a condiciones reales a través del calibrador para cada punto utilizando la siguiente ecuación:

En donde:

Qa (orificio) = Caudal real a través del calibrador (m³/min).

ΔH = Caída de presión a través del calibrador (mm o in de agua), si la medida se encuentra expresada en mm se debe convertir a in dividiendo por 2.54.

Pa = Presión barométrica (mm Hg).

Ta = Temperatura ambiente (K).

m = Pendiente de la relación de calibración del orificio.

b = Intercepto de la relación de calibración del orificio.

Factor de conversión

donde

I_t = Lectura transformada de la carta record.

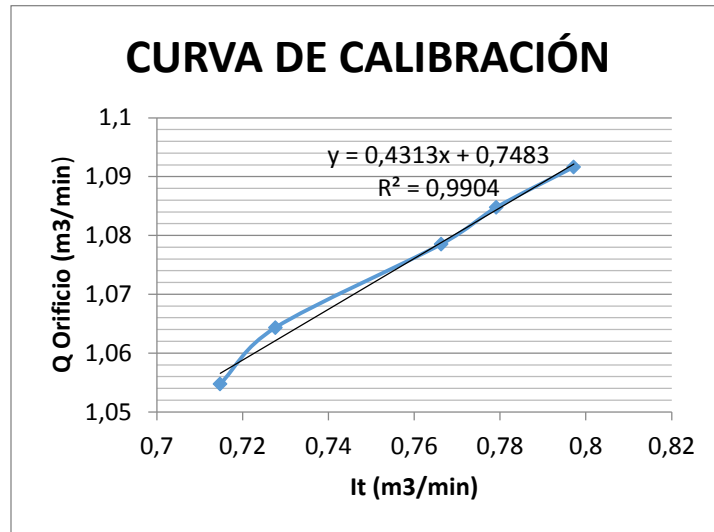
I = Lectura de la carta record de flujo

Pa = Presión barométrica (mm Hg).

Ta = Temperatura ambiente (K).

=0,797188

Calcule el valor de la carta record transformada (It) para cada punto utilizando la siguiente ecuación:



Nota: El coeficiente de correlación nunca debe ser menor a 0.990 y ningún punto puede desviarse más de ± 0.04 m³/min del valor pronosticado por la ecuación de regresión.

Procedimiento de ajuste del controlador de flujo (Determinación del Set Point)

- 13 Calcule y registre en el formato de calibración el valor del Set Point del manómetro (o la lectura del registrador de flujo) utilizando la siguiente ecuación:

Dónde:

SSP = lectura del set point del muestreador (mm de agua).

Pa = Presión barométrica (mm Hg).

Ta = Temperatura ambiente (K).

m = Pendiente de la relación de calibración del orificio.

b = Intercepto de la relación de calibración del orificio.

Nota: El valor de 1.13 m³/min corresponde al valor ideal del flujo de muestreo. 1,9189419.

- 14 Verifique que el motor se encuentre conectado al controlador de flujo y que se encuentre conectado el manómetro diferencial al puerto de presión de la carcasa del motor
- 15 Instale un filtro limpio (en un casete de filtro) de acuerdo a las instrucciones del fabricante (si se utiliza un registrador de flujo cuantitativamente, instale una carta record limpia y verifique que el registrador esté en cero, es decir que el lapicero permanezca en el círculo más interno de la carta).

- 16 Encienda el equipo y permita que se caliente durante 3 a 5 minutos hasta que esté a la temperatura de operación.
- 17 Siguiendo las instrucciones del fabricante ajuste el controlador de flujo hasta que la lectura en el manómetro indique el valor calculado del SSP.
- 18 Verifique que el controlador de flujo mantenga la rata de flujo por al menos 10 minutos. Apague el muestreador, que a partir de ahora está listo para el siguiente día de muestreo.

Anexo 6. Formato Cadena de Custodia A1 y B1

Cuadro...Formato Cadena de Custodia A1

CADENA DE CUSTODIA												
Datos Generales												
1	Localidad				Martires							
2	Punto de Muestreo				Colegio Ricaurte Sede B							
Inicio de Muestreo												
3	Codigo del filtro				A1							
4	Fecha y hora de inicio				27 de mayo de 2014/ 10:50 am							
5	Temperatura ambiente				15 °C							
6	Caudal Hora de incio muestreo				1.186 m ³ /min							
7	Presion barometrica				567,55mmHg							
8	Lectura del horometro				1:50							
Condiciones Ambientales durante el Muestreo												
9	Precipitacion				00mm							
10	Humedad relativa				82%							
11	Direccion predominante del viento				N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
12	Velocidad viento				1.1 m/s							

13	Condiciones climatologicas predominantes	Seca	
14	Fuentes de Emision Observablesnte		
15	Otras Observaciones	Interferencia muro sur.	
Finalizacion del Muestreo			
16	Fecha y hora finalizacion	28 de mayo de 2014/ 11:10 am	
17	Temperatura ambiente	16,5 °C	
18	Presion Barometrica	566.92 mmHg	
19	Caudal hora final del muestreo	1,186 m ³ /min	
20	Lectura del horometro	25:55	
Transporte del filtro Sucio			
21	Numero de Nevera	A	
22	Temperatura nevera al empacar	4 °C	
23	Fecha y hora de envio	28 de mayo del 2014 / 12:00 m	
24	Digilenciado por	Cristian Samacá	Fecha 28 de mayo del 2014
25	Recibido por	Christian Ramírez	Fecha 04 de junio del 2014

Fuente. Autores

Cuadro...Formato Cadena de Custodia B1

CADENA DE CUSTODIA									
Datos Generales									
1	Localidad	Martires							
2	Punto de Muestreo	Colegio Republica Bolivariana de Venezuela sede b							
Inicio de Muestreo									
3	Codigo del filtro	B1							
4	Fecha y hora de inicio	27 de mayo de 2014/ 12:00 pm							
5	Temperatura ambiente	15 °C							
6	Caudal Hora de inicio muestreo	1,362 m ³ /min							
7	Presion barometrica	567.27 mmHg							
8	Lectura del horometro	3:79							
Condiciones Ambientales durante el Muestreo									
9	Precipitacion	00mm							
10	Humedad relativa	80%							
11	Direccion predominante del viento	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
12	Velocidad viento	1.3 m/s							
13	Condiciones climatologicas predominantes	Seca							
14	Fuentes de Emision Observables								
15	Otras Observaciones								

Finalizacion del Muestreo			
16	Fecha y hora finalizacion	28 de mayo de 2014/ 12:11 pm	
17	Temperatura ambiente	16,0 °C	
18	Presion Barometrica	566.48 mmHg	
19	Caudal hora final del muestreo	1,362 m ³ /min	
20	Lectura del horometro	27:77	
Transporte del filtro Sucio			
21	Numero de Nevera	B	
22	Temperatura nevera al empacar	4 °C	
23	Fecha y hora de envio	28 de mayo del 2014 / 12:11 pm	
24	Digilenciado por	Jairo Mejía	Fecha 28 de mayo del 2014
25	Recibido por		Fecha

Fuente. Autores

Anexo 7. Datos calibración PM10

	Datos Calibración PM10				
Lugar de calibración: Colegio Ricaurte sede B			Fecha: 28 de mayo del 2014		
Responsable:			Identificación de equipos: Hi-vol PM ₁₀ , con controlador de flujo másico y registrador de flujo.		
No de Puntos		Qa1,02-1,24(m³/min)	It (m3/min)	I (m3/min)	%dif (con base en flujo ideal a 1,13 m3/min)
1	7,2	1,02833463	0,7971883	1,238	10,16

2	8	1,08477966	0,779158255	1,21	4,522
3	7,5	1,04985178	0,766279606	1,19	8,015
4	7	1,01373889	0,7276436	1,13	11,62
5	8,1	1,09163297	0,714765011	1,11	3,83673
Datos					
Presión ambiente (mm H₂O)		770,893			
Temperatura ambiente (K)		289,65			
M		0,989			
B		0,015			
SSP (in H₂O)		1,9189419			
SSP (mm H₂O)		4,87411268			

Fuente: Autores (2014)

Anexo 8. Calibración PST Colegio República Bolivariana de Venezuela sede A

Datos Calibración PST				
Lugar de calibración: Colegio República Bolivariana de Venezuela sede A			Fecha: 28 de mayo del 2014	
Responsable: Carolina Martínez			Identificación de equipos: TSP con controlador de flujo másico y registrador de flujo.	
No de Puntos	ΔH (in H₂O)	Qa 1,1- 1,7(m³/min)	It (m³/min)	I (m³/min)
1	2	1,3210032	1,26468469	1,38
2	1,9266	1,333168	1,23608116	1,1
3	1,8516	1,346008	1,21565007	1,21

4	1,775	1,3742708	1,15435679	1,3
5	1,7416	1,3900025	1,13392569	1,13
Datos				
Presión ambiente (mm H₂O)		770,893		
Temperatura ambiente (K)		289,65		
M		0,924		
B		0,02		
Coeficiente de relación		0,9964		

Fuente: Autores (2014)

Anexo 9. Control de calidad.

Son aquellas precauciones que se deben tomar a la hora de manipular los materiales de laboratorio y las muestras, así como todos los instrumentos que entrarán en contacto con los elementos de muestreo. Esto para obtener una mayor veracidad en los datos a obtener en el laboratorio.

Control de Calidad	
Lavado de material de vidrio	El material de vidrio que vaya a ser usado en el procedimiento debe ser lavado previamente con una pequeña cantidad de jabón y enjuagado con abundante agua, seguidamente se lava con ácido nítrico (HNO ₃) en concentración 1:1, con el fin de eliminar trazas de sustancias orgánicas e inorgánicas que pudieren estar adheridas a la vidriería; por último se enjuaga con agua desionizada.
Purgado del material	Antes de la utilización de cualquier recipiente, este debe ser purgado con el mismo solvente que se empleará.

Adecuación de los utensilios de manipulación	Los filtros no deben ser manipulados con pinzas o superficies metálicas, ya que estas pueden generar interferencias. Se deben utilizar elementos plásticos, o recubrir las superficies metálicas con papel vinipel previamente lavados con hexano (C ₆ H ₁₄).
Almacenamiento	Los envases plásticos utilizados para almacenar las muestras, se les deben limpiar en el ultrasonido durante 1 hora, luego estos se secan, además no pueden ser utilizados más de una vez, ya habiéndose usado deben ser desechados.
Blanco de Filtros	El blanco para este caso consiste en extraer un filtro que no haya sido utilizado para medición, solo acondicionado por 36 horas.
Blanco de Limpieza	Se realiza para verificar que los vasos de precipitado durante el proceso de extracción no presentaran ninguna interferencia. Se realiza leyendo en el EAA el ácido de extracción utilizado para la limpieza de los vasos de precipitado.

Fuente: EPA, 2006

Anexo 10. Análisis de datos mediante el modelo receptor Unmix.

- a. Los datos del volumen de PM₁₀ y de la concentración de plomo contenida en él, son introducidas al programa.

Input Filename : C:\Archivos de programa\EPA Unmix 6.0\Data\Libro1.xls

Included Species					Excluded Species
Name	#Obs	Mean	STD	SD	
pm10 ricaurte	18	95.8592	30.1572	38.7138	
pst republica	18	49.6474	13.9647	18.1603	
Pb ricaurte	18	0.0416	0.0263	0.0293	
Pb republica	18	0.0146	0.0074	0.0103	

Exclude Include

View/Edit Points and Observations

Select One

☐ Do not replace or use highlighted species

Replace Missing Values

Suggest Exclusion

Restore Original Data

Save Input Data

Cancel OK

- b. Los datos son procesados por el programa arrojándonos la media y la desviación estándar de las concentraciones de plomo y del PM10 de cada punto de muestreo.

Data Processing Report - EPA Unmix 6.0			
15-Aug-2014 17:05:52			
File: C:\Archivos de programa\EPA Unmix 6.0\Data\Libro1.xls			

Input File Information:			

Name	#Obs	Mean	SD
pm10 ricaurte	18	95.8592	38.7138
pst republica	18	49.6474	18.1603
Pb ricaurte	18	0.0416	0.0293
Pb republica	18	0.0146	0.0103

Observations deleted: No			

Influential Points Information:			

Data Changes Summary			

Missing Data Replaced: No			

c. Seleccionamos el punto de Ricaurte para ser analizado, seleccionando el PM10 como el contaminante total y el plomo como el concentración dentro del contaminante a analizar.

The screenshot shows the EPA Unmix 6.0 software interface. On the left, the 'Selected Species' list contains three items: 1. pm10 ricaurte (18 obs), 2. pst republica (18 obs), and 3. Pb ricaurte (18 obs). The 'Unselected Species' list is empty. In the center, there are buttons for '<----', '---->', 'Total', 'Tracer', and 'Norm'. On the right, the 'Input Data Processing' panel shows the 'Data Processing' button, 'Species Selection Tools' (with a 'Select One' dropdown), 'Analyze Selected Species' button, and a '# Sources' field set to 3. Below this, the 'Run Type' is set to 'Individual' (radio button selected). The 'Run' button is visible. At the bottom of the panel, there are 'Quick', 'Typical', and 'Deep' radio buttons, and an 'Auto Unmix' button. The 'Total' field is set to 'pm10 ricaurte', 'Tracer' is 'None', and 'Norm' is 'pm10 ricaurte'. At the bottom of the interface, there are buttons for 'Analyze Run', 'Highlight Run Output', 'Diagnostic Plots', and 'Exit'.

d. Hacemos correr el modelo mediante la opción RUN la cual nos arroja el número de fuentes contribuyentes a la contaminación en ese punto en cuanto al PM10 y al plomo, además de la cantidad de contaminante que está atribuyendo a la muestra.

```

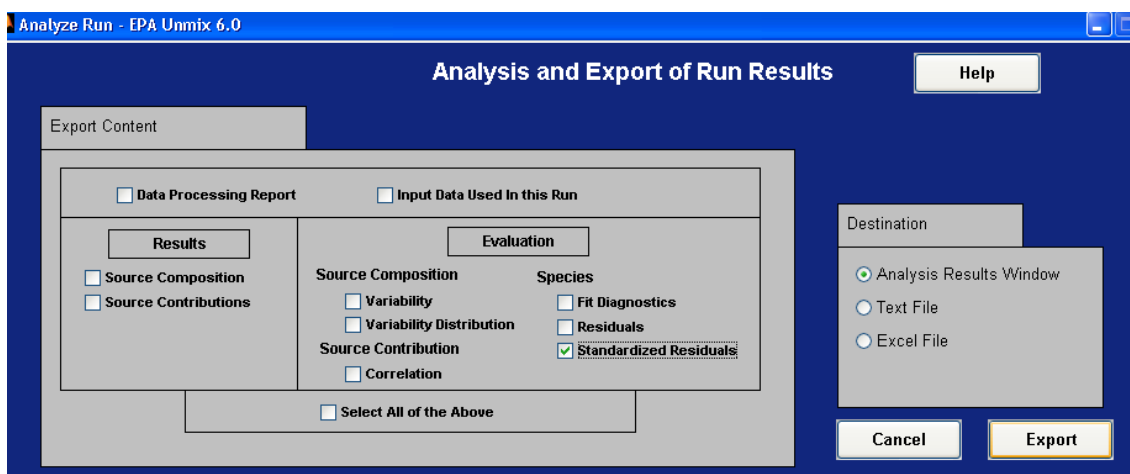
***** Run # 1 *****

15-Aug-2014 17:10:46
File: C:\Archivos de programa\EPA Unmix 6.0\Data\Librol.xls
Tracer: None
TOTAL: pml0 ricaurte
Normalization: pml0 ricaurte
2 Species, 18 Obs., 2 Sources,
Min Rsq = 1.00, Min Sig/Noise= Inf
Unmix Source Composition
Species          Source 1    Source 2
pml0 ricaurte    17.7       78.2
Pb ricaurte      0.00183    0.000118

```

ELAPSED TIME = 0 MINUTES 0.1 SECONDS

e. Seleccionamos el PM10 para ver la evaluación de los valores residuales los cuales son valores que descarta el programa por estar fuera de rango.



```

1 Standardized Residuals from Run # 1
1
1 Obs #      pml0 ricaurte  Pb ricaurte
1
1 1         0.444         3.893
1 2        -0.496         0.059
1 3         0.444         0.059
1 4         0.444        -0.325
1 5         0.444        -0.517
1 6         0.914        -0.325
1 7        -0.496        -0.325
1 8        -1.436        -0.517
1 9        -1.436        -0.325
1 10        0.444         0.059
1 11        1.384         0.059
1 12        0.444        -0.133
1 13        -1.436        -0.612
1 14        -1.436        -0.517
1 15        -0.496        -0.325
1 16        -0.496        -0.325
1 17        1.384         0.059
1 18        1.384         0.059

```

f. Hallamos la matriz de correlación de fuentes. Al presentarse dos fuentes la matriz es de 2*2

Correlation matrix of sources for run number 1

Sources	#1	#2
#1	1.000	-0.196
#2	-0.196	1.000

g. El programa nos la cantidad de PM10 distribuido en cada fuente encontrada.

Source Contributions for run number 1

Observations	Source 1	Source 2
1	33.01444	141.794
2	44.51483	27.90052
3	40.3073	122.2581
4	25.33436	52.3135
5	3.630065	54.64292
6	4.518333	31.26674
7	1.560799	75.75211
8	5.079829e-015	125.6293
9	4.083278	91.6898
10	22.62693	102.1781
11	40.31001	58.27997
12	4.813114	74.92778
13	0.08070186	81.11089
14	0.43822	132.6876
15	8.944591	68.1274
16	18.50543	99.62084
17	33.98527	66.65241
18	31.96559	7.700899e-015

h. El siguiente paso consiste en repetir el proceso anterior, seleccionando el punto de la Republica a analizar.

Glosario

- ✓ **Área-Fuente:** Es una determinada zona o región, urbana, suburbana o rural, que por albergar múltiples fuentes fijas de emisión, es considerada como un área especialmente generadora de sustancias contaminantes del aire.
- ✓ **Contaminación Atmosférica:** Es el fenómeno de acumulación o de concentración de contaminantes en el aire.
- ✓ **Contaminantes:** Fenómenos físicos o sustancias, o elementos en estado sólido, líquido o gaseoso, causantes de efectos adversos en el medio ambiente, los recursos naturales renovables y la salud humana que, solos o en combinación, o como productos de reacción, se emiten al aire como resultado de actividades humanas, de causas naturales, o de una combinación de éstas.

- ✓ **Emisión:** Descarga de una sustancia o elemento al aire, en estado sólido, líquido o gaseoso, o en alguna combinación de estos, provenientes de una fuente fija o móvil.
- ✓ **Episodio o Evento:** Es la ocurrencia o acaecimiento de un estado tal de concentración de contaminantes en el aire que, dados sus valores y tiempo de duración o exposición, impone la declaratoria por la autoridad ambiental competente, de alguno de los niveles de contaminación, distinto del normal.
- ✓ **Fuente de Emisión:** Actividad, proceso u operación, realizado por los seres humanos, o con su intervención, susceptible de emitir contaminantes al aire.
- ✓ **Fuente Fija:** Fuente de emisión situada en un lugar determinado e inamovible, aun cuando la descarga de contaminantes se produzca en forma dispersa.
- ✓ **Fuente Móvil:** Es la fuente de emisión que, por razón de su uso o propósito, es susceptible de desplazarse, como los automotores o vehículos de transporte a motor de cualquier naturaleza.
- ✓ **Inmisión:** Transferencia de contaminantes de la atmósfera a un “receptor”. Se entiende por inmisión a la acción opuesta a la emisión. Aire inmiscible es el aire respirable a nivel de la troposfera.
- ✓ **Inventario de emisiones:** Es la recopilación de las emisiones categorizadas por tipo de fuente y por sustancia emitida que se usa para la gestión de la calidad del aire a nivel nacional, regional o local.
- ✓ **Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión:** Es el nivel de concentración legalmente permisible de sustancias o fenómenos contaminantes presentes en el aire, establecido por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, con el fin de preservar la buena calidad del medio ambiente, los recursos naturales renovables y la salud humana.
- ✓ **PST (Partículas Suspendidas Totales):** Material particulado que incluye tanto a la fracción inhalable como a las mayores de 10 micras, que no se sedimentan en periodos cortos sino que permanecen suspendidas en el aire debido a su tamaño y densidad.
- ✓ **PM10 (Material Particulado Menor a 10 Micras):** Material particulado con un diámetro aerodinámico menor o igual a 10 micrómetros nominales.
- ✓ **Tiempo de Exposición:** Es el lapso de duración de un episodio o evento de contaminación.
- ✓ **RIPS:** Registro Individual de Prestaciones de Servicios de Salud
- ✓ **ERA:** Enfermedad Respiratoria Aguda

- ✓ **EPA:** Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos.
- ✓ **ICP:** Plasma acoplado inductivamente