

**“DETERMINACIÓN DE PARTÍCULAS TOTALES EN SUSPENSIÓN (PTS) Y CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN MUESTRAS DE AIRE RESPIRABLE EN LA ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA DE RESIDUOS URBANOS “ET2” DEL SECTOR DE ZÁMBIZA”**

*Por: Andrés Salazar Chiriboga.*

El trabajo realizado comprendió la medición de la calidad ambiental mediante la recolección de muestras de aire provenientes de la estación de transferencia de residuos “ET2” ubicada en el sector de Zámboza, por el periodo comprendido entre los meses de Febrero y Julio del 2013, en el cual se fijaron dos periodos de muestreo (3 y 6 horas) con la finalidad de obtener mediciones para las distintas condiciones establecidas.

La recolección de muestras de PTS (partículas totales en suspensión) se obtuvieron a través de un muestreo discontinuo debido a ciertas fallas del equipo, sin embargo se aseguró la confiabilidad del mismo. Se tomaron en total 28 muestras en ciertas condiciones meteorológicas y características de la estación de transferencia (existencia o ausencia de residuos).

Se estableció como objetivo general:

- ✓ Determinar la concentración de partículas totales suspendidas (PTS) y metales pesados que se encuentra en muestras de aire respirable en la estación de transferencia de residuos urbanos “ET2” del sector de Zámboza.

Los objetivos específicos fueron:

- ✓ Establecer una metodología adecuada para la recolección de partículas totales suspendidas en muestras de aire respirable en la estación de transferencia de residuos urbanos “ET2” del sector de Zámboza, así como de la determinación de la concentración de metales pesados.
- ✓ Establecer el tamaño óptimo muestral.

- ✓ Establecer una metodología para determinar la concentración de partículas totales suspendidas emitidas en la estación de transferencia “ET2” en las diferentes horas de funcionamiento de la misma.
- ✓ Determinar si la concentración de partículas totales suspendidas sobrepasa los límites permisibles que establece el Libro VI, Anexo 4, Numeral 4.1.2.1 del Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria (TULAS).
- ✓ Determinar si la concentración de metales pesados sobrepasa los límites permisibles que establecen los Patrones Internacionales de concentración de Material particulado y metales pesados (Tabla 4) establecidos por la Guía de la OMS (Organización Mundial de la Salud) y la USEPA (United States Environmental Protection Agency).
- ✓ Proporcionar información para futuros estudios sobre la toma de medidas correctivas con respecto al tiempo de exposición de los trabajadores como del equipo de protección individual.

El punto de muestreo se estableció dentro de la plataforma donde los residuos son depositados temporalmente para luego ser llevados a su destino final. Para el acopio de las muestras se usó la técnica de alto volumen y filtros de fibra de vidrio que posee la característica de captar partículas muy pequeñas debido a al tamaño de poro que posee. El equipo seleccionado para la recolección de PTS es un muestreador de alto volumen (Hi-vol air sampler) marca Thermo Andersen G991 que fue previamente calibrado, operando con flujo de 1,0 y 1,3 m<sup>3</sup>/min durante un periodo de tres y seis horas de muestreo. Los filtros empleados fueron de fibra de vidrio Ederol MGA/I de 203mm x 254 mm y grosor de 0.22mm, previamente acondicionados para el análisis de PTS en las siete muestras de aire.

Una vez obtenida la muestra, se llevó al laboratorio con la finalidad de analizar su peso y realizar la digestión química de la muestra para proceder a la lectura de metales pesados. Esta digestión química contó con la división del filtro en pedazos de 1cm<sup>2</sup> para ser añadidos junto a una mezcla de ácido nítrico y perclórico (HNO<sub>3</sub> – HClO<sub>4</sub>) relación 3:1 dentro de un vaso de precipitación de 50mL, el cual fue calentado a 140°C en una plancha térmica, hasta obtener un extracto ácido de 10mL.

Para la lectura de metales pesados se utilizó la técnica de espectroscopía de absorción atómica a través de un EAA (espectrofotómetro de absorción atómica), marca PERKIN Elmer A 200, en el cual debía realizarse una calibración previa según el metal que se iba a dar lectura. Para las curvas de calibración se usó una solución patrón (agua destilada) y las diluciones recomendadas según el metal de lectura.

### Resultados obtenidos de PTS y metales pesados en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

#### Concentración de PTS y metales pesados en tres y seis horas de muestreo

Muestra	Concentración corregida ( $C_c$ ) y PTS en $\mu\text{g}/\text{m}^3$							
	Muestras de 3 horas de muestreo							
	Níquel (Ni)	Cadmio (Cd)	Zinc (Zn)	Cromo (Cr)	Cobre (Cu)	Bario (Ba)	Plomo (Pb)	PTS
B <sup>1</sup>	-	-	-	-	-	-	-	0
1	0,0063	-	0,0338	0,0075	0,005	0,5038	-	1104,4
2	-	0,0013	0,0313	-	0,08	0,4363	-	465,6
3	-	-	-	-	0,0363	0,2975	-	178,8
4	-	-	0,0288	-	0,1763	0,0425	0,0350	166,9
5	-	-	0,0004	-	0,105	0,8363	0,0325	278,1
6	-	-	-	-	0,0263	0,5163	0,0300	314,4
7	-	-	0,0016	-	0,0088	0,0425	0,0363	554,4
8	-	-	0,0006	-	0,015	0,1750	0,0475	685,0
9	-	-	0,0013	-	0,1688	0,0950	0,0450	636,3
Mín.	0,0063	0,0013	0,0006	0,0075	0,005	0,0425	0,0300	166,9
Máx.	0,0063	0,0013	0,0338	0,0075	0,1763	0,8363	0,0475	1104,4

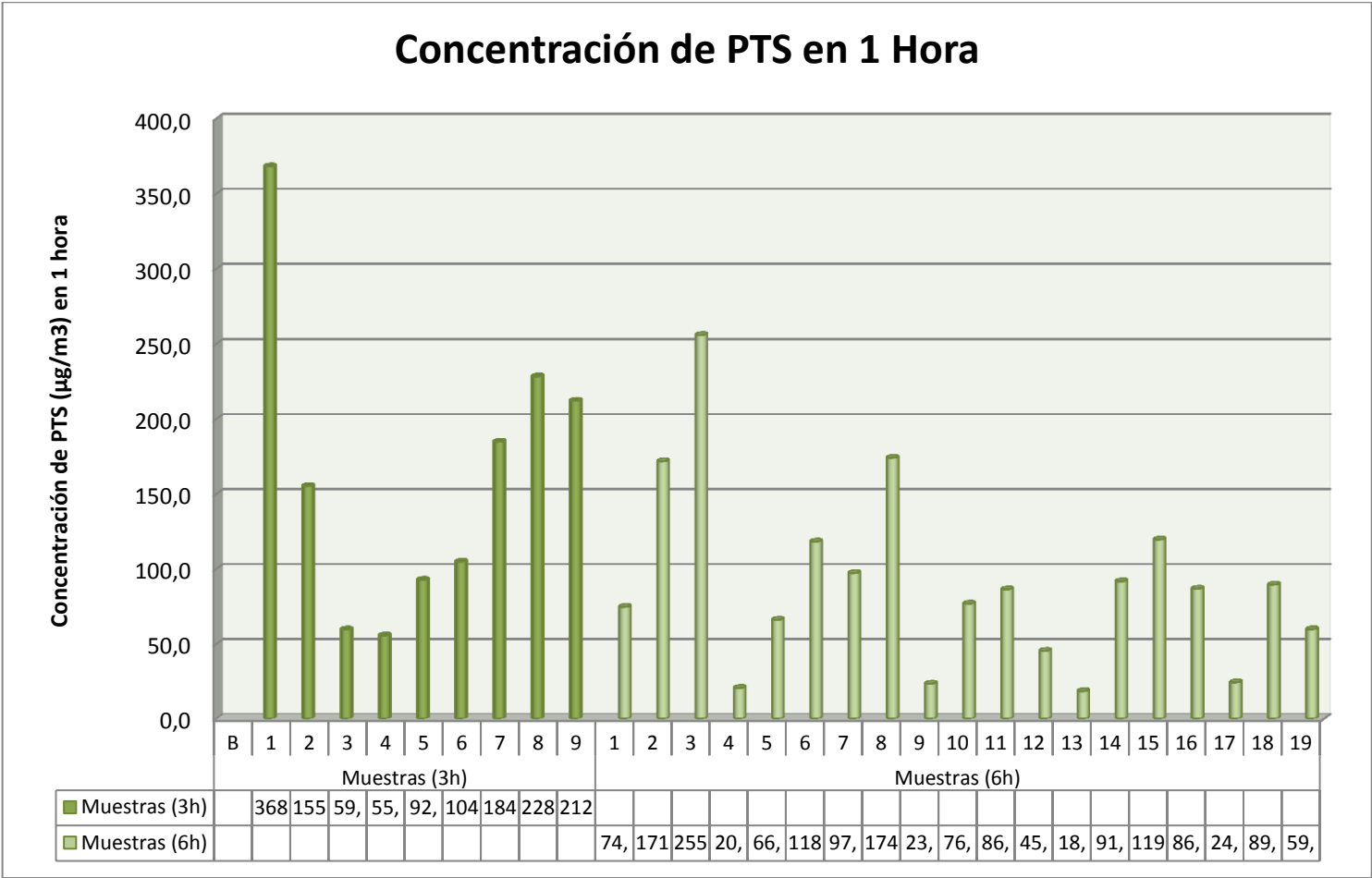
<sup>1</sup> B (Blanco): Filtro de referencia sin PTS.

Muestras de 6 horas de muestreo								
1	0,0769	-	0,0009	-	0,0938	0.1206	0.0094	448,1
2	-	-	0,0013	-	0,0744	0.0988	0.0075	1030,7
3	0,18	-	0,0003	-	0,0131	0.1706	0.0119	1535,4
4	0,2194	-	0,0019	-	0,0369	0.1806	0.0156	123,4
5	-	-	0,0005	-	0,0438	0.1850	0.0138	396,3
6	-	-	0,0004	-	0,0381	0.0994	0.0144	709,1
7	-	-	0,0002	-	0,0294	0.1469	0.0281	583,1
8	-	-	0,0018	-	0,0938	0.2325	0.0231	1044,4
9	-	-	0,0004	-	0,0500	0.1638	0.0200	140,3
10	-	-	0,0008	-	0,0894	0.2388	0.0244	460,6
11	-	-	0,0008	-	0,0206	0.2481	0.0263	517,8
12	-	-	0,0002	-	0,0306	0.2900	0.0100	271,9
13	-	-	0,0003	-	0,0394	0.3338	0.0194	110,6
14	-	-	0,0006	-	0,0188	0.3144	0.0269	550,0
15	-	-	0,0002	-	0,0056	0.4231	0.0256	717,5
16	-	-	0,0004	-	0,0238	0.4188	0.0256	520,6
17	-	-	0,0016	-	0,0225	0.4431	0.0225	145,9
18	-	-	0,0013	-	0,0775	0.2688	0.0275	536,9
19	-	-	-	-	0,0206	0.3588	0.0269	358,4
Mín.	0,0769	0,0013	0,0002	0,0075	0,0056	0.0988	0.0075	110,6
Máx.	0,2194	0,0013	0,0019	0,0075	0,0938	0.4431	0.0281	1535,4

(Elaborado por: Andrés Salazar, 2013).

Los datos obtenidos fueron corregidos según lo establecido por la Norma Ecuatoriana de Calidad de Aire, libro VI, Anexo 4. Del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS). Numeral 4.1.2 Normas generales para concentraciones de contaminantes comunes en el aire ambiente (4.1.2.2. y 4.1.2.3.). Sin embargo esos datos son comparables únicamente para los respectivos intervalos de tiempo de muestreo, por lo que fue necesario equiparar las muestras a un mismo periodo de tiempo obteniendo los siguientes resultados.

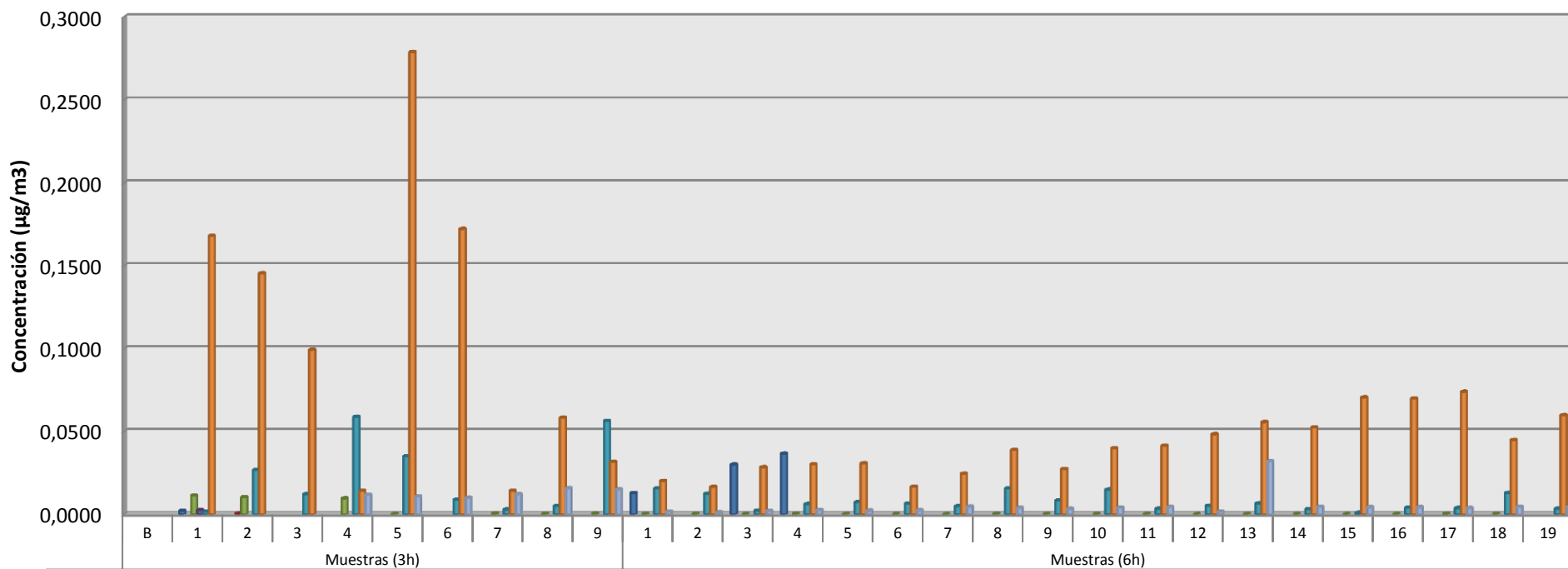
**Concentración de PTS en un periodo de tiempo de 1 hora.**



(Elaborado por: Andrés Salazar, 2013).

## Concentración de metales pesados en un periodo de tiempo de 1 hora

### Concentración de metales pesados en 1h



	Muestras (3h)									Muestras (6h)									
Niquel	0,0021								0,0128		0,0300	0,0366							
Cadmio		0,0004																	
Zinc	0,0113	0,0104		0,0096	0,0001		0,0005	0,0002	0,0004	0,0002	0,0002	0,0001	0,0003	0,0001	0,0001	0,0000	0,0003	0,0001	0,0001
Cromo	0,0025																		
Cobre	0,0017	0,0267	0,0121	0,0588	0,0350	0,0088	0,0029	0,0050	0,0563	0,0156	0,0124	0,0022	0,0062	0,0073	0,0064	0,0049	0,0156	0,0083	0,0149
Bario	0,1679	0,1454	0,0992	0,0142	0,2788	0,1721	0,0142	0,0583	0,0317	0,0201	0,0165	0,0284	0,0301	0,0308	0,0166	0,0245	0,0388	0,0273	0,0398
Plomo				0,0117	0,0108	0,0100	0,0121	0,0158	0,0150	0,0016	0,0013	0,0020	0,0026	0,0023	0,0024	0,0047	0,0039	0,0033	0,0041

(Elaborado por: Andrés Salazar, 2013).

## Conclusiones

- ✓ Debido a la operación de la estación de transferencia en relación al trabajo de los minadores y las actividades realizadas en la misma, se fijó un muestreo de tres y seis horas para la captación de PTS.
- ✓ Se debe muestrear solo en presencia de basura para poder relacionar la caracterización de la misma con los análisis de concentración de PTS y metales pesados.
- ✓ La concentración de partículas en suspensión, no determina ni es directamente proporcional a la cantidad y concentración de los metales por encontrar, sino la composición de la basura existente.
- ✓ Las máximas concentraciones de PTS en tres y seis horas de muestreo se registraron en las muestras 1 y 3 respectivamente. Estas muestras provienen de días soleados en presencia de abundante basura, siendo los factores principales que aportaron en la concentración de PTS.
- ✓ La muestra 1 realizada en tres horas de muestreo y la muestra 3 realizada en seis horas, alcanzaron  $1104,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $1535,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  respectivamente, siendo las máximas concentraciones de PTS de todas las muestras obtenidas.
- ✓ La muestra 4 realizada en tres horas de muestreo y la muestra 13 realizada en seis horas alcanzaron  $110,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $166,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  respectivamente, siendo las menores concentraciones de PTS registradas de todas las muestras obtenidas.
- ✓ El clima es un factor que interfiere en la concentración de PTS ya que las muestras obtenidas en días despejados poseen mayor concentración debido a la presencia de viento. Sin embargo no se toma en cuenta a la lluvia ya que la estación de transferencia “ET2” ubicada en el sector de Zámbriza es un lugar semi-abierto por el cual ingresa

gran cantidad de viento acarreando PTS de la estación, pero protege a los residuos de la lluvia.

- ✓ Equiparando las muestras a un mismo periodo de tiempo (1 hora) se concluye que la mayoría de las muestras registraron concentraciones de PTS entre 50 y 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  con respecto a una hora de muestreo, pudiendo variar este rango de concentración a medida que se siga recolectando más muestras.
- ✓ La muestra 1 (obtenida en el primer periodo de muestreo - 3 horas) y la muestra 13 (obtenida en el segundo periodo de muestreo - 6 horas), cuentan con la mayor y menor concentración de PTS respectivamente, alcanzando en un periodo de muestreo de una hora.
- ✓ Las altas concentraciones de material particulado se debe al movimiento continuo de los residuos, siendo este fácilmente detectable a simple vista.
- ✓ El zinc se registró en la mayoría de las muestras, la presencia de este metal puede deberse a la existencia de residuos de pinturas, aleaciones, acero, baterías, entre otros objetos que son desechados comúnmente en los basureros.
- ✓ Los metales como el níquel, cadmio y cromo no fueron registrados en la mayoría de muestras, sin embargo su presencia puede deberse a la presencia de joyas, baterías, acero, aleaciones, vidrios, alimentos que contengan conservantes, colillas de cigarros entre otros.
- ✓ El bario (Ba) es el metal que mayor concentración registra en la mayoría de las muestras en un periodo de una hora de muestreo, ya que es el único que supera los 0.1000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . La alta concentración de este metal en el primer periodo de muestreo puede deberse a los materiales que se usaron para la construcción de la plataforma donde se depositan temporalmente los residuos. Sin embargo existe la presencia de



bario en los siguientes muestreos por lo que puede ser que estén desechando materiales de construcción en la estación de transferencia.

- ✓ La presencia de cobre es comprensible debido a la abundancia de productos que usan este metal como insumo como las aleaciones, cables eléctricos, tuberías, monedas, cerámica e incluso en la bisutería.

### **Recomendaciones**

- ✓ Debido a que los datos recolectados son insuficiente en la investigación se recomienda seguir realizando muestreos hasta alcanzar el tamaño de la muestra
- ✓ Comparar la presencia de metales pesados con la caracterización de residuos realizado en el proyecto de Valoración físico-química de los residuos del DMQ (Distrito Metropolitano de Quito) con fines de aprovechamiento energético y reducción de gases de efecto invernadero.
- ✓ Se debería realizar más estudios de material particulado con la finalidad de conocer la concentración de  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  existentes en las muestras recolectadas, ya que el equipo y la metodología empleada solo logró recolectar PTS (partículas totales en suspensión). Estos análisis pueden permitir establecer las posibles afecciones a la salud.
- ✓ Para tener un control de los datos y poder ser comparados, se recomienda mantener un registro ordenado donde se pueda anotar la lectura del metal, identificando el número de muestra, concentración de PTS, número de filtro, fecha, condiciones meteorológicas y de la estación de transferencia, como a su vez las características de los residuos proporcionados por la caracterización de de los mismos realizada en el proyecto de Valoración físico-química de los residuos del DMQ (Distrito Metropolitano de Quito)

con fines de aprovechamiento energético y reducción de gases de efecto invernadero.

De igual manera se recomienda mantener un solo periodo de muestreo para facilitar la comparación de las muestras.

- ✓ Debido a que algunas muestras no fueron detectadas por el método de espectroscopía de absorción atómica, se recomienda investigar sobre métodos alternos que permitan la lectura de concentraciones de metales más bajas.
- ✓ Se debería realizar estudios sobre la salud de los minadores con la finalidad de conocer las concentraciones y establecer las posibles consecuencias de trabajar expuestos al material particulado.
- ✓ Realizar estudios paralelos de Seguridad Ocupacional para preservar la salud de los minadores.