

# Mediciones de material particulado y sus variaciones respecto al contexto ambiental

Deisy Quijano B.

Estudiante

Facultad de Ingeniería Ambiental

Universidad Antonio Nariño

## Introducción

Con la urbanización e industrialización de las ciudades el medio ambiente se ha visto comprometido, se han presentado cambios significativos en las variables meteorológicas como el viento y la humedad relativa por lo que mediante el uso de diversos equipos para mediciones atmosféricas se puede inferir el nivel de contaminación de gases y material particulado. La finalidad de este artículo es comparar la presencia de partículas de 0.5 micras y 5.0 micras de tamaño, el porcentaje de humedad relativa y la temperatura en interiores y en exteriores alterando las condiciones en los puntos en los que se realizarán las mediciones, teniendo en cuenta la normatividad de la ciudad y el contexto social de las mismas.

## Metodología

Inicialmente se realizó la medición de material particulado en una de las aulas de la Universidad Antonio Nariño, lugar en el que eventualmente se conoce que no hay flujos de viento, se realizaron tres mediciones: la primera para evaluar las condiciones normales o sin alteraciones significativas, la segunda con dispersión de talco, la tercera bajo emisión procedente de un cigarrillo y la cuarta con emisión de dos ci-

garrillos. Para las mediciones en el exterior el punto elegido fue cerca de una vía principal o de mayor tránsito en la ciudad (Av. primera de Mayo.), en horas de la tarde cerca de las 6:00 pm con alto flujo de viento, las mediciones indudablemente fueron bajo las mismas condiciones que las realizadas en el aula y en el mismo orden. Para las mediciones de material particulado se usó un equipo denominado Aerocet S, calibrado para medir partículas de 0.5 y 5.0 micras de tamaño y que adicionalmente permite inferir el porcentaje de humedad relativa y la temperatura en °C a la que se encuentra.



Equipo para mediciones de material particulado. "Aerocet S"

Fuente: *Environmental Technology Online*

## Marco Teórico

El material particulado ha sido uno de los inconvenientes ambientales que potencializan la propagación de enfermedades, llegando así a convertirse en uno de los principales problemas a tratar. En ciudades como Bogotá donde hay un constante crecimiento poblacional, el transporte se convierte en un servicio indispensable pero de gran impacto ambiental debido a los contaminantes emanados; dado que el presente artículo se enfoca en emisiones provenientes de cigarrillo y talco se puntualiza que las emisiones por cigarrillo pueden ser realmente significativas al detallar los resultados de las mediciones y realmente importantes en el momento de tomar conciencia, si se reconoce que alrededor del 15.9-% de la población en Bogotá son fumadores (Ministerio de la Protección Social. Bogotá 2007. Encuesta nacional de salud). Aunque en este artículo se hace énfasis en el material particulado, es importante tener en cuenta que tanto las diversidades del tráfico como las emisiones del humo del cigarrillo generan diferentes gases que son considerados contaminantes y, por lo tanto, de alto riesgo para la salud. Para que el lector pueda conocer o hacer medida de la importancia del material particulado generado por diversas actividades, se anexa a continuación los límites máximos permisibles de material particulado respecto al tiempo de exposición (Tabla 1) y adicional, se anexan los factores de emisión estipulados para fuentes móviles, las cuales se tienen en cuenta en el momento de analizar y discutir los resultados obtenidos de las mediciones en el exterior (Tabla 2).

Tabla 1. Niveles máximos permisibles para contaminantes criterio. Resolución 601 de 2006, art. 4

Contaminante	Unidad	Límite máximo permisible	Tiempo de exposición
PST	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	100	Annual
		300	24 horas
PM10	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	70	Annual
		150	24 horas

Tabla 2. Factores de emisión para fuentes móviles en ruta, en países en vía de desarrollo

Tecnología del Vehículo	Factor Total de Emisiones (gramos/Km)			
	CO	HC	NOx	PM
Vehículo de pasajeros carburado a gasolina, sin control	60.30	6.07	3.02	0.004
Vehículo de pasajeros carburado a gasolina, con control catalítico	41.19	2.46	2.10	0.004
Vehículo con inyección de combustible, sin control	57.57	7.39	3.80	0.004
Vehículo con inyección de combustible, con control catalítico	22.45	1.86	1.71	0.004
Motocicleta a gasolina de dos ciclos	26.57	7.89	0.05	0.282
Motocicleta a gasolina de cuatro ciclos	12.71	1.70	0.31	0.076
Bus o camión carburado a gasolina, sin control	44.23	2.62	1.82	0.037
Vehículo Diesel, carga liviana, sin control	0.85	0.38	0.92	0.090
Vehículo Diesel, carga liviana, con filtro catalítico de MP	0.170	0.077	0.92	0.009
Bus o camión Diesel, sin control	7.20	1.22	5.45	0.169
Bus o camión Diesel, control DOC	1.44	0.24	5.45	0.118
Bus o camión Diesel, con filtro catalítico de MP	0.67	0.20	1.51	0.017

## Resultados

Tanto las mediciones en el aula como las realizadas en el exterior se llevaron a cabo el mismo día en horas de la tarde (alrededor de las 6:00 pm – Lunes 20 de abril de 2015). Los resultados obtenidos de las mediciones correspondientes al aula de la universidad y el punto exterior se ilustran en las tablas 3 y 4 respectivamente, la diferencia de concentraciones se ilustra fácilmente en la gráfica 1 y en la gráfica 2, donde es posible apreciar el comportamiento al que obedecen las variaciones de las concentraciones de contaminante al ir variando las condiciones. Es posible rescatar y visibilizar la diferencia entre los distintos puntos de medición, donde el punto exterior se comporta de forma creciente con ligeros cambios respecto a las mediciones dentro del aula y las mediciones del exterior, siguiendo el

orden establecido, presentan cambios abruptos. En las condiciones normales se pueden observar cambios ligeros o no tan significativos en cada una de las variables medidas; no obstante, al ir modificando las condiciones ambientales se observan importantes, siendo excepciones la humedad relativa y la temperatura, que se comportaron de forma constante o simplemente no tuvieron cambios significativos. Inicialmente se esperaba que fuera el aula el contexto en el que se presentaran las concentraciones de material particulado más altas dado que, a diferencia del punto externo, en este no había flujo eólico; de los resultados obtenidos, y teniendo en cuenta lo anteriormente descrito, se afirma que no se obtiene lo que se esperaba en todas las condiciones. Cabe anotar que la condición normal y la de dos cigarrillos son las que muestran resultados más controversiales.

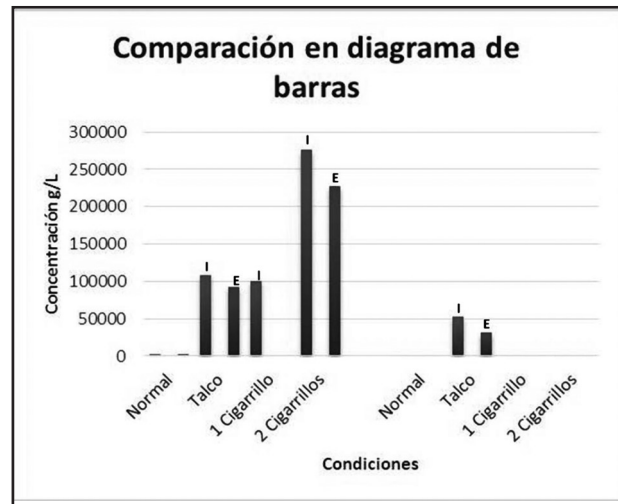
Tabla 3. Resultados obtenidos tras la medición en el aula (Interiores)

Condición	Aula			
	Hr (%)	T °C	MP (*109)( $\mu/m^3$ )	
			0.5 $\mu$	5.0 $\mu$
Normal	53	18	2386	44
Talco	53	18	108544	52982
1 Cigarrillo	52	18	100726	1072
2 Cigarrillos	52	18	276041	1038

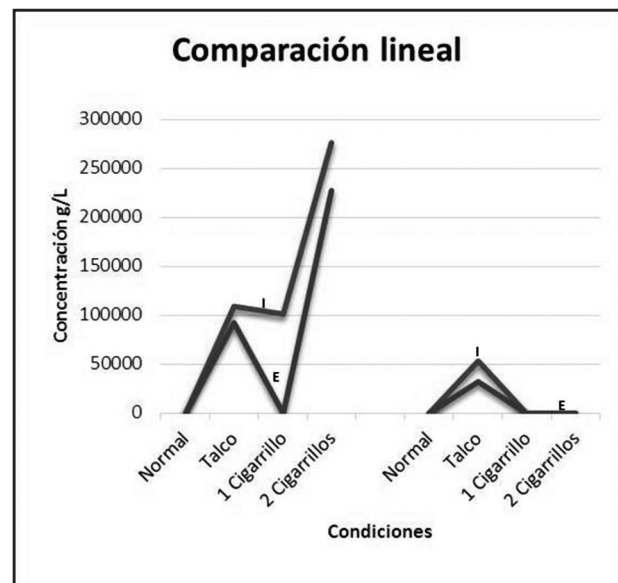
Tabla 4. Resultados obtenidos tras la medición realizada en el exterior

Condi- ción	Exterior			
	Hr (%)	T °C	MP (*109)( $\mu/m^3$ )	
			0.5 $\mu$	5.0 $\mu$
Normal	56	20	2784	56
Talco	6	18	92245	32552
1 Cigarrillo	61	18	20	0
2 Cigarrillos	62	19	227184	842

Gráfica 1. Representación en diagrama de barras de las mediciones realizadas. La letra “I” indica las mediciones realizadas en el interior y la letra “E” indica las realizadas en el exterior. A la izquierda partículas de 0.5  $\mu$  y a la derecha partículas de 5.0  $\mu$ .



Gráfica 2. Representación lineal del comportamiento de las emisiones. La letra “I” indica las mediciones realizadas en el interior y la letra “E” indica las realizadas en el exterior. A la izquierda partículas de 0.5  $\mu$  y a la derecha partículas de 5.0  $\mu$ .



## Discusión

Como bien se mencionó anteriormente los resultados obtenidos muestran controversia; inicialmente se esperaba que las condiciones de material particulado en el aula fueran más altas que las del exterior, atribuido a los flujos y direcciones del mismo; pero según los resultados, las condiciones normales o de control revelan que las concentraciones de MP se comportan de manera contraria a lo esperado, siendo más altas en el exterior. Al realizar la primera alteración con talco, los resultados imponen controversia respecto a los obtenidos en condiciones normales, dado que son más altas las concentraciones de material particulado, procedente del talco, en el aula que en el exterior, lo cual es normal según la literatura. Con relación a la siguiente medición, correspondiente a la de emisión por un cigarrillo, los resultados arrojan cambios abruptos, siendo las concentraciones en el exterior (en el punto de medición), exageradamente bajas comparadas con las del aula; finalmente para la medición en condiciones de emisión precedente de dos cigarrillos, los resultados revelan cambios significativos, siendo, nuevamente, las concentraciones en el aula más altas (por encima de  $45000 \times 10^9 \mu/m^3$ ), que las halladas o medidas en el punto del exterior.

## Conclusiones

La diferencia en los resultados, para las condiciones normales, es posible atribuirse al hecho de que el punto exterior elegido para las mediciones se encuentra aledaño a una vía principal y por lo tanto de alto tránsito, tal como se mencionó anteriormente; debido a esto hay mayor concentración de material particulado pero así mismo el flujo del viento es mayor y ostenta turbulencia ya que la dirección del viento se ve afectada por la gran actividad que se presenta en ese punto; dicho esto, se puede decir que todos los resultados deben ser más altos que los obtenidos en el aula, no obstante los resultados indican que

las únicas mediciones para las que las concentraciones fueron mayores en el aula son las medidas de partículas de  $0.5 \mu$  en el caso de un cigarrillo y de  $5.0 \mu$  para todas las condiciones bajo alteración, lo que posiblemente se atribuya al peso de las partículas y su dispersión en relación a la corriente eólica, lo cual es totalmente coherente dado que en el aula no fluye corriente de viento pero en el exterior existe mayor exposición de material particulado. También es importante recalcar que al comparar los resultados obtenidos con lo establecido en la norma, anteriormente adjunta, las exposiciones de material particulado superan lo permitido en todos los casos, siendo mayores exageradamente; dichas exposiciones al contaminante objeto resultan perjudiciales para la salud, pero falta crear conciencia de este problema para que realmente se pueda mitigar o hacer control de las emisiones y así acatar la norma y mejorar la calidad de vida.

## Referencias

- BRITISH COLUMBIA. (2014). *Material particulado y contaminación del aire exterior*. 7 de mayo de 2015, de British Columbia Sitio web: <http://www.healthlinkbc.ca/healthfiles/bilingua/spanish/hfile65e-S.pdf>
- Resolución 601 de 2006, Art. 4. Niveles máximos permisibles para contaminantes criterio.
- Rodríguez J., Ruiz E, Peñaloza E., Eslava J., Gómez LC., Sánchez H., Amaya JL., Arenas R., & Botiva Y. (2009). *Encuesta Nacional de Salud 2007*. 7 de mayo de 2015, de Ministerio de Protección Social Sitio web: <http://www.minsalud.gov.co/salud/Documents/Bogot%C3%A1.pdf>
- ANÓNIMO. *Estimación de fuentes de la calidad del aire*.