

Informe de Proyecto de Investigación

Título del proyecto	Duración	Lugar de ejecución
RIESGO EN SALUD POR LAS CONCENTRACIONES DE PLOMO Y CROMO CONTENIDAS EN EL MATERIAL PARTICULADO GENERADO POR FUENTES MOVILES EN LA CARRERA 13, ENTRE CALLES 51 Y 52, DE BOGOTÁ	10 Meses	Bogotá

Nombre del Investigador principal	Enlace CvLAC	Enlace ORCID	Enlace Google Académico
Luis Camilo Blanco Becerra	http://scienti.colciencias.gov.co:8081/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000548553	https://orcid.org/000-0003-1974-0255	https://scholar.google.com/citations?user=jFPO4t0A-AAJ&hl=es

División	Facultad	Programa	Línea activa	Campos de acción	Grupo de investigación
División de Ciencias Administrativas y Económicas	Facultad de Economía	Maestría en Salud Pública	Salud ambiental	Medio Ambiente	Protección social y salud pública

Nombre(s) CO-Investigadores	Enlace CvLAC	Enlace ORCID	Enlace Google Académico

Pablo Enrique Chaparro Narváez	http://scienti.colciencias.gov.co:8081/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?co_d_rh=0000288594	orcid.org/0000-0003-2498-4721	https://scholar.google.es/citations?user=XWukcWIAAAAJ&hl=es
--------------------------------	---	---	---

División	Facultad	Programa	Línea activa	Campos de acción	Grupo de investigación
División de Ciencias Administrativas y Económicas	Facultad de Economía	Maestría en Salud Pública	Salud ambiental	Medio Ambiente	Protección social y salud pública

Resumen de la propuesta	Palabras clave
<p>Las fuentes móviles son uno de los emisores más importantes de material particulado menor de 10 micras (PM10) en Bogotá. Los peatones que transitan anexo a estas vías se exponen aguda y crónicamente a concentraciones de contaminantes del aire que pueden generar enfermedades cardiorrespiratorias, neurológicas o cáncer. Las investigaciones relacionadas con el contacto con contaminantes atmosféricos en corredores viales en Bogotá son limitadas, razón por la cual el presente estudio busca evaluar el riesgo en salud por las concentraciones de plomo y cromo presentes en el material particulado en un corredor vial en la localidad de Chapinero, escenario donde confluyen un gran número de personas que trabajan, estudian y se desplazan por la cicloruta anexa. La información encontrada soportará las acciones de gestión y toma de decisiones en medio ambiente y salud pública en la ciudad de Bogotá.</p>	<p>Plomo; Cadmio; Material particulado; Peatones; Fuentes móviles</p>

Planteamiento del problema y pregunta de investigación
<p>La contaminación del aire es considerada como uno de los factores que afecta la carga de morbi-mortalidad en la población mundial. La Organización Mundial de la Salud (OMS) estimó para 2012 que la contaminación atmosférica en ciudades y zonas rurales de todo el mundo provoca cada año 3,7 millones de defunciones prematuras; esta mortalidad se debe a la exposición a PM10 que puede causar cardiopatías,</p>

neumopatías y cáncer. Un 88% de esas defunciones se producen en países de ingresos bajos y medianos, y las mayores tasas de morbilidad se registran en las regiones del Pacífico Occidental y Asia Sudoriental de la OMS [1]. La mayoría de las fuentes de contaminación del aire exterior están representadas por el sector industrial y de transporte, donde los gases que genera la combustión de motores diésel provocan cáncer en los seres humanos [2]. En 2013, la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC), clasificó a la contaminación del aire como carcinógeno para los humanos, mostrando un mayor riesgo de cáncer de pulmón con el aumento de los niveles de exposición a la contaminación atmosférica. Aunque la composición de la contaminación del aire y los niveles de exposición pueden variar enormemente de un lugar a otro, las conclusiones del grupo de trabajo se aplican a todas las regiones del mundo [3]. Teniendo en cuenta este escenario y que una de las mayores fuentes de exposición a los contaminantes del aire son las fuentes móviles, el presente estudio evaluará las concentraciones de plomo y cromo asociadas al material particulado a los que se encuentra expuesta la población y así determinar el riesgo de posibles efectos en salud relacionados con la exposición. ¿Cuáles es el riesgo en salud por las concentraciones de plomo y cromo contenidos en el material particulado a los que se encuentran expuestos los trabajadores y peatones que transitan por la Carrera 13, entre calles 51 y 52, de la localidad de Chapinero de Bogotá?

Justificación

La Secretaría Distrital de Ambiente (SDA) de Bogotá ha identificado que tanto la industria como las fuentes móviles tienen una contribución importante a las emisiones de contaminantes atmosféricos en Bogotá. Para el material particulado, se ha encontrado que la industria aporta aproximadamente el 60% de las emisiones, y las fuentes móviles el 40% [4]. Sin embargo, al tener en cuenta el impacto de la exposición de la población, se afirma que las fuentes móviles tienen un impacto más significativo, debido a la mayor cercanía de la población a estas fuentes de emisión. Considerando únicamente las fuentes móviles, se ha demostrado que los vehículos con motor diésel, buses y camiones, contribuyen con el 90% de las emisiones de material particulado [5]. Según la Secretaria de Movilidad del Distrito, en Bogotá circulan 1.286.949 vehículos particulares y se estima que para el año 2020, la ciudad tendrá 1.400.000 carros nuevos circulando [6]. El Banco Mundial, para 2009 estimó que las pérdidas causadas anualmente en Colombia por la contaminación del aire ascendieron a 5.700 millones de pesos. Cerca de 5,000 muertes prematuras y casi 65.000 años de vida ajustados según discapacidad son atribuibles a la contaminación del aire en las ciudades Colombianas. Bogotá y el Área Metropolitana del Valle de Aburra, representan más del 75 % de la mortalidad atribuible. Cada año, cerca de 4.700 nuevos casos de bronquitis crónica son atribuibles a la contaminación del aire urbano en Colombia [7]. Por su parte, los costos en salud atribuibles a la contaminación del aire urbano ascendieron a cerca de 5.1 billones de dólares (1,93% del PIB del país) en 2015, asociados a 10.500 muertes y 67.8 millones de registros de síntomas y enfermedades [8].

Objetivo general

Evaluar el riesgo en salud por la exposición a plomo y cromo contenido en el material particulado generado por fuentes móviles en la Carrera 13, entre calles 51 y 52, de la localidad de Chapinero de Bogotá.

Objetivos específicos

- Caracterizar y cuantificar la población y vehículos que circulan por la Carrera 13, entre calles 51 y 52, de la localidad de Chapinero de Bogotá.
- Determinar las concentraciones de cromo y plomo contenidos en el material particulado generado por fuentes móviles en la Carrera 13, entre calles 51 y 52, de la localidad de Chapinero de Bogotá.
- Identificar en la población que trabaja o permanece cerca de la Carrera 13, entre calles 51 y 52, de la localidad de Chapinero de Bogotá, los síntomas relacionados con la exposición a cromo y plomo contenido en el material particulado.
- Generar mapas de riesgo de exposición a cromo y plomo contenidos en el material particulado generado por fuentes móviles en la Carrera 13, entre calles 51 y 52, de la localidad de Chapinero de Bogotá.

Marco teórico

La mala calidad del aire en América Latina y el Caribe (ALC) es la causa de muertes prematuras, afecta la salud de millones de habitantes y genera la pérdida de millones de dólares en gastos por atención médica [9]. Estimaciones de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) indican que más de 100 millones de personas viven expuestas a concentraciones de contaminantes en el aire, que sobrepasan los niveles máximos permisibles establecidos en las guías de calidad del aire de la OMS. Para América Latina se calcula que cada año mueren alrededor de 35.000 personas por la contaminación del aire intraurbano y 276.000 años de vida se pierden por la misma causa [10]. La causa principal de contaminación del aire urbano en ALC es el uso intensivo de combustibles fósiles en los sectores industriales y de transporte; en general, la calidad de los combustibles ha mejorado poco a poco en la región de las Américas, donde la gasolina sin plomo y el diésel con bajos niveles de azufre se utilizan cada vez más [9]. De todos los contaminantes del aire, el material particulado, en especial las partículas finas tienen el mayor efecto en la salud humana; la gran mayoría estas partículas provienen de la quema de combustible, tanto de fuentes móviles como los vehículos y de fuentes fijas o estacionarias como las centrales eléctricas [11].

La exposición a contaminantes del aire puede desencadenar otros tipos de patologías. La exposición a plomo, que se acumula en órganos y tejidos, conlleva a problemas de aprendizaje, daño al sistema nervioso y cáncer; la inhalación de cromo genera irritación del revestimiento del interior de la nariz, secreción nasal, y problemas para respirar (asma, tos, falta de aliento, respiración jadeante), además de causar cáncer de pulmón [12].

En Bogotá, la academia ha desarrollado investigaciones tendientes a evaluar y caracterizar los diferentes contaminantes del aire, incluyendo metales pesados, COV, PAH, material particulado y monóxido de carbono. En Bogotá y municipios aledaños se caracterizó Plomo, Cadmio, Níquel, Manganeso, Hierro, Cromo, Zinc, benzo(a)pireno, acenaftileno, fluoreno, antraceno, los cuales en ocasiones exceden los valores guía internacionales [13,14,15,16]. En las localidades de Puente Aranda y Fontibón se ha caracterizado el PM₁₀ encontrando concentraciones de Calcio, Hierro, Cromo y Plomo, este último no excede el límite permisible diario nacional. Las concentraciones de los HAP's en su mayoría se encuentran en un rango no mayor de 20 a 30 ng/m³, a diferencia del Criseno (170,62 ng/m³), el cual se considera como cancerígeno [17].

En la Carrera Séptima se realizó medición de PM₁₀, registrando una concentración máxima de 210 µg/m³ en la Carrera Séptima con Calle 31, donde se presenta una geometría de cañón urbano de ocho carriles, en el horario de las 7:00 y 9:00 de la mañana, mientras que la concentración más bajas fue de 25 µg/m³ en la Carrera Séptima con Calle 19, la cual presenta una geometría de cañón urbano de tres carriles, en el horario de las 7:00 y 9:00 de la mañana. Se estableció que en ciertas zonas de la Avenida Carrera Séptima, los transeúntes se encuentran sujetos a dos tipos de exposición: crítica (línea base que supera las normas de calidad

del aire) y aguda (episodios severos de contaminación de corta duración). El estudio concluyó que el tráfico vehicular, especialmente el que tiene que ver con motores diésel, influye de forma directa en los niveles de exposición a la contaminación por material particulado en las inmediaciones de una vía de transporte [18]. Durante los años 2006 y 2007 se seleccionaron cuatro colegios distritales ubicados en diferentes localidades de la ciudad. Tres de estas instituciones estaban ubicadas sobre vías principales de la ciudad, consideradas de alto tráfico vehicular y una sobre una vía de bajo flujo vehicular en zona semi-rural. El análisis realizado en el estudio sugirió que los niveles de concentración de material particulado en las inmediaciones de los colegios distritales evaluados son elevados y superiores a los valores de referencia que han sido considerados como nocivos para la salud de poblaciones sensibles por la OMS [19].

En cuanto al impacto en salud se han realizado estudios epidemiológicos en grupos vulnerables como los menores de edad y los mayores de 65 años, además de cuantificar el efecto en actividades deportivas en las ciclorutas de la ciudad. Se encontró una relación positiva y significativa entre las emisiones contaminantes y la morbilidad diaria, no superando el 0,007% en el número de casos reportados de enfermos ante el aumento de una unidad de PM₁₀ [20]. Resultados de la evaluación viso-motora en niños de colegios de Fontibón, Kennedy y Puente Aranda, en zonas expuestas a altos niveles de contaminación con plomo y mercurio en el aire, muestran una tendencia por debajo del promedio, en el puntaje del test Beery VMI [21]. Un estudio desarrollado con policías que cumplían funciones operativas y administrativas, evidenció que el diagnóstico de alteración respiratoria baja [58,7% vs. 48,5%; OR=1,5 (IC95%:0,97-2,3)] y alta [(79,7% vs. 72,2%; OR=1.51 (IC95%:0,91-2,48)] fue más prevalente en el grupo operativo. Los niveles promedio de PM₁₀ fueron mayores en el grupo operativo (139,4 µg/m³) respecto al administrativo (86,03 µg/m³) [22]. Otra investigación estableció que por un incremento de 10 µg/m³ en el promedio diario de PM₁₀, el riesgo acumulado en la mortalidad por causa respiratoria aumenta 1,43% (IC95%: 0,5%, 2,0%), tomando un retraso de 3 días anteriores al deceso [23]. Finalmente, los ciclistas que utilizan las ciclorutas de Bogotá activamente, pueden inhalar una dosis de entre 45% y 64% veces más alta de PM₁₀, que aquella a la que se expondría en espacios intramuros [24].

Metodología

Fase I. Selección y caracterización: En el corredor de la Carrera 13 entre calles 51 y 52 se realizara: • Selección de puntos de monitoreo internos y externos ubicados sobre el corredor vial. • Caracterización de la flota vehicular, población flotante y trabajadora que transita por el sector. • Elaboración de encuesta que identifique síntomas en salud de las personas que trabajan anexo al sector. Fase II. Medición • Medición de las concentraciones de plomo y cromo contenidas en el material particulado en dos puntos localizados en el corredor vial, durante el horario de 6 a.m a 10 p.m. El muestreo se realizará durante un mes, todos los días de la semana excepto domingos. Para dicha actividad será necesario el uso de dos bombas de muestreo personal y dos equipos de medición a tiempo real para la determinación de la fracción respirable de material particulado. • Determinación de las concentraciones de plomo y cromo contenidos en el material particulado respirable por medio de las metodologías IO3.1 y IO3.5 de la EPA. • Aplicación de encuesta a trabajadores formales e informales, indagando acerca de síntomas en salud relacionados con la exposición a material particulado. Fase III. Análisis • Análisis de correlación del comportamiento del material particulado respirable con las variables meteorológicas (solo en los puntos ubicados en exteriores) y de las concentraciones de plomo y cromo. • Elaboración de mapas de concentraciones de plomo y cromo que se encuentran en el material particulado en los puntos exteriores ubicados en el corredor vial. • Comparación de las concentraciones obtenidas en los monitoreos con normas o guías de calidad del aire,

estableciendo el riesgo en la población que circula y trabaja en el área de estudio. • Análisis de la información obtenida en las encuestas, relacionándola con las concentraciones de plomo y cromo que se encuentran en el material particulado en los puntos exteriores ubicados en el corredor vial. Fase IV. Documento fina

Resultados esperados		
Tipo de producto	Detalle	Cantidad
Generación de nuevo conocimiento	Artículos de investigación	1
	Libros de investigación	0
	Capítulos de investigación	0
	Productos tecnológicos patentados o en proceso	0
	Variedades vegetales	0
Actividades de investigación, desarrollo e innovación	Productos tecnológicos certificados o validos	0
	Productos empresariales	0
	Regulaciones, normas, reglamentos técnicos	0
	Consultorías científicas y tecnológicas	0
	Innovación social	0
Apropiación social del conocimiento	Participación ciudadana	0
	Transferencia del conocimiento	1
	Gestión del conocimiento	0
	Comunicación del conocimiento	1
	Circulación del conocimiento especializado	0
Formación de recursos de formación	Tesis de doctorado	0
	Tesis de maestría	1
	Trabajos de grado	2
	Proyectos de ID+i con formación	0
	Apoyo a programas de formación	2

Contribución del proyecto al cumplimiento con la misión institucional

El proyecto se vincula transversalmente con las líneas de Proyección Social e Investigación Pertinentes y Personas que Transforman Sociedad. En la primera se busca generar conocimiento en el área de Salud Pública (Salud Ambiental) relacionada con exposición a contaminantes del aire. Los resultados obtenidos serán visualizados y tendrán un impacto y reconocimiento a nivel nacional, ya que es una temática innovadora, en la cual se tiene poco conocimiento. Los resultados contribuirán en la solución de problemas relevantes en el país de forma responsable y con impacto social, respondiendo con ello a los retos que plantea el Plan Decenal de Salud 2012 – 2021 en la dimensión de Salud Ambiental, que sustenta la Política Integral de Salud Ambiental que se encuentra en elaboración. En segundo lugar se propende a la formación de egresados bajo el perfil de auxiliar de investigación, logrando competencias en capacidades científicas y de producción de conocimiento científico con altos estándares de calidad, cumpliendo así con la perspectiva misional educativa de Santo Tomás de Aquino de investigar para conservar, desarrollar, crear y transmitir los saberes, colaborando en la comprensión de la realidad nacional y entendiendo las acciones de impacto que puede desarrollar en la sociedad.

Líneas del PIM con las que vincula el proyecto

3.	Proyección	social	e	investigación	pertinentes
5.	Personas que transforman sociedad				

Acciones del Plan General de Desarrollo 2016-2019 con el que se articula el proyecto

Proyección social e investigación pertinentes – Definir los campos de acción nacional y regional para la USTA articulados a las funciones sustantivas, en este caso el desarrollo del campo de acción en Salud Ambiental, que es una de las prioridades de la Maestría de Salud Pública. – Fomentar los procesos de investigación en posgrado, mediante la generación de conocimiento y formación de profesionales que conforman el semillero de Salud Ambiental de la USTA; lo anterior permitirá aumentar la producción científica de la USTA, además de mejorar la clasificación del grupo de investigación Protección Social y Salud Pública. Personas que transforman sociedad – Favorecer la permanencia estudiantil, el éxito académico y la graduación oportuna, en todos los niveles y modalidades de formación, contribuyendo al desarrollo humano y social, esto se materializa con la estrategia del semillero de Salud Ambiental, donde los auxiliares de investigación obtienen su graduación oportuna y fortalecen sus competencias generales y específicas como ciudadanos, generando un impacto social en la sociedad.

		FODEIN		
Concepto	Nombre	Escalafón	Horas mes	Total (\$)
Horas Nomina (Investigador Principal)	Luis Camilo Blanco Becerra	Tres	40	\$ 12.442.500

Horas Nomina (Co- Investigadores)	Pablo Enrique Chaparro Narváez	Cuatro	24	\$ 8.691.000
--------------------------------------	-----------------------------------	--------	----	--------------

Concepto	Descripción	Total (\$)
Equipos	Bombas para medición personal de material particulado y equipos de medición a tiempo real	\$ 10.000.000
Materiales	Filtros necesarios para los equipos de medición personal, porta litros, cartografía de la zona	\$ 3.500.000
Fotocopias	Fotocopias e impresiones	\$ 200.000
Servicios técnicos	Análisis de muestras filtros de plomo y cromo (96 filtros)	\$ 15.000.000
Total FODEIN	\$ 49.836.000	

CONTRAPARTIDA EXTERNA				
Concepto	Nombre	Escalafón	Horas mes	Total
Horas Nomina				\$

Concepto	Descripción	Total
		\$
Total Contrapartida externa	\$	
TOTAL PROYECTO	\$ 49.836.000	

CRONOGRAMA		
Actividad	Fecha Inicio	Fecha Fin

Selección puntos de monitoreo internos y externos ubicados sobre el corredor vial.	2019-02-01	2019-02-28
Caracterización de la flota vehicular, población flotante y trabajadora que se localiza en el corredor vial.	2019-03-01	2019-03-30
Elaboración de encuesta de síntomas relacionados con la exposición a contaminantes.	2019-04-01	2019-04-30
Medición simultánea de las concentraciones de plomo y cromo asociadas al material particulado en dos puntos en el corredor vial	2019-05-01	2019-06-30
Análisis de laboratorio de plomo y cromo	2019-07-01	2019-07-30
Aplicación de la encuesta a personas que laboran en el corredor vial.	2019-07-01	2019-07-30
Análisis de correlación del comportamiento del material particulado respirable con las variables meteorológicas (solo en los puntos ubicados en exteriores) y de las concentraciones de plomo y cromo.	2019-08-01	2019-09-30
Elaboración de mapas de concentraciones de plomo y cromo que se encuentran en el material particulado en los puntos exteriores ubicados en el corredor vial	2019-08-01	2019-09-30
Comparación de las concentraciones obtenidas en los monitoreos con normas o guías de calidad del aire. Análisis de la información recolectada en las encuestas y su relación con las concentraciones de contaminantes medidas.	2019-08-01	2019-09-30
Elaboración del documento a presentar a partir de la información obtenida	2019-08-01	2019-10-30

Posibles evaluadores

Néstor Rojas. nyrojasr@unal.edu.co , Gabriel Herrera Torres. gherrera1954@gmail.com

Referencia(s)

[1] Organización Mundial de la Salud (OMS). Calidad del aire (exterior) y salud. Nota descriptiva N° 313. Agosto 2018. [En línea]. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/es/> [2] Agencia Internacional de Investigación del Cáncer (IARC). Diesel and gasoline engine exhaust and some nitroarenes. IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Volume 105. 2012: Lyon, France. [3] Organización Panamericana de la Salud (OPS). La contaminación del aire es una de las principales causas ambientales de muerte por cáncer. Nota descriptiva 221. Octubre 2013. [En línea]. Disponible en: http://www.iarc.fr/en/media-centre/iarcnews/pdf/pr221_E.pdf [4] Inventarios de emisiones desarrollados en 2003 y 2006 por la Universidad de Los Andes. [En línea]. Disponibles

en: www.cleanairnet.org/lac_pt/1473/articles-56439_recurso_1.ppt y <http://dspace.uniandes.edu.co:5050/dspace/bitstream/1992/939/1/Balkema+Tesis+Liliana+Giraldo.pdf>[5] Rojas Néstor. Aire y problemas ambientales en Bogotá. Foro Nacional Ambiental. Bogotá. 2007. [En línea]. Disponible en: <http://www.faae.org.co/PolicyPdf/policy-18.pdf> [6] El Espectador. Parque automotor de Bogotá ha crecido 10% en una década. [En línea]. Disponible en: <http://www.elespectador.com/noticias/bogota/el-ano-2020-habria-1400000-carros-mas-bogota-articulo-425949> [7] World Bank, Environmental Health in Colombia: An Economic Assessment of Health Effects. Sustainable Development Department Latin America and the Caribbean Region Colombia and Mexico Country Management Unit. Colombia. TheWorld Bank. 2012. [8] Departamento Nacional de Planeación (DNP). Los costos en la salud asociados a la degradación ambiental en Colombia ascienden a \$20,7 billones. Mayo 2017. [En línea]. Disponible en: [https://www.dnp.gov.co/Paginas/Los-costos-en-la-salud-asociados-a-la-degradaci%C3%B3n-ambiental-en-Colombia-ascienden-a-\\$20,7-billones-.aspx](https://www.dnp.gov.co/Paginas/Los-costos-en-la-salud-asociados-a-la-degradaci%C3%B3n-ambiental-en-Colombia-ascienden-a-$20,7-billones-.aspx) [9] Romieu I, Álamo-Hernández U, Pérez L, et al. Tendencias de la contaminación atmosférica en la Américas: impactos y políticas. Washington, D.C: Mc Graw-Hill Interamericana, 2010: 475 [10] World Health Organization (WHO), Global Burden of Diseases Report. Geneva. World Health Organization. 2002 [11] Ostro B. Outdoor air pollution: assessing the environmental burden at national and local levels, Geneva. WorldHealthOrganization. 2004 [12] Frumkin H. Salud Ambiental: de lo global a lo local. Washington, D.C: Organización Panamericana de la Salud, 2010: 364-366. [13] Leguía-Pachón CP. Sustancias peligrosas en las partículas suspendidas totales en un área de influencia vehicular de Bogotá, D.C. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2004. [14] Pachón J, García H, Bustos M, et al. Determinación de hidrocarburos aromáticos policíclicos en muestras de partículas atmosféricas en la zona metropolitana de la ciudad de Bogotá (Colombia). Meteorol. Colomb.2004; 8:27-35. [15] Pachón J, Sarmiento-Vela H. Análisis espacio-temporal de la concentración de metales pesados en la localidad de Puente Aranda de Bogotá-Colombia. Rev. Fac. Ing. Univ. Antioquia 2008; 43:120-133. [16] Martínez-Sepúlveda JA. Concentración de sustancias peligrosas en material particulado recolectado en estaciones de monitoreo de la CAR-Cundinamarca. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2005. [17] Universidad de la Salle (ULS). Caracterización del material particulado menor a 10 micras en siete ciudades colombianas (Contrato 2062394 MAVDT). Bogotá: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), 2008. [18] Universidad de los Andes. Concentraciones de material particulado respirable suspendido en el aire en inmediaciones de una vía de transporte público colectivo. Bogotá: Universidad de los Andes, 2007. [19] Franco JF, Rojas NY, Sarmiento OL, et al. Niveles de material particulado en colegios distritales ubicados en vías con alto tráfico vehicular en la ciudad de Bogotá: estudio piloto. Rev. Fac. Ing. Univ. Antioquia 2009; 49: 101-111. [20] Torres-Mora JE. Análisis de los efectos a corto plazo de la contaminación atmosférica en Bogotá, Bogotá: Universidad de los Andes, 2002. [21] Numpaque-Góngora J. Diferencias significativas en el estado viso-motor y viso-perceptual en niños de 10 a 15 años expuestos o no expuestos a plomo y mercurio en aire en tres localidades de Bogotá. Bogotá: Universidad de la Salle, 2010. [22] Estévez-García JA. Exposición laboral a contaminación atmosférica: material particulado y efectos respiratorios en la salud de policías de tránsito de Bogotá, Colombia 2008-2009, Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2010. [23] Blanco-Becerra LC, Miranda-Soberanis V, Hernández-Cadena L, Barraza-Villarreal A, Junger W, Hurtado-Díaz M et al. Effect of particulate matter less than 10µm

(PM10) on mortality in Bogota, Colombia: a time-series analysis, 1998-2006. *Salud pública Méx.* 2014. 56 (4): 363-370. [24] Fajardo OA, Rojas NY. Particulate matter exposure of bicycle path users in a high-altitude city. *Atmospheric Environment* 2012; 46: 675-679.

Documentos adjuntos

escaneo_secre.posingenierias_2018-09-03-16-03-12.pdf	escaneo_secre.posingenierias_2018-09-03-16-04-01 (1).pdf
--	--