



# REVISTA DE LA **FACULTAD**

DE CIENCIAS MÉDICAS

UNIVERSIDAD DE CUENCA

VOLUMEN 32

**NÚMERO 2**

SEPTIEMBRE 2014

Fecha de Recepción: 04/07/2014

Fecha de Recepción: 02/10/2014

ARTÍCULO ORIGINAL  
Original Article

## **CONTAMINACIÓN DEL AIRE EXTERIOR. CUENCA - ECUADOR, 2009- 2013. POSIBLES EFECTOS EN LA SALUD.**

**Dra. Elvira Palacios Espinoza**

Profesora Principal de la Universidad de Cuenca  
Candidata a PhD Universidad Andina Simón Bolívar Quito  
Contacto: [elvira.palacios@ucuenca.edu.ec](mailto:elvira.palacios@ucuenca.edu.ec)

**Ing. Claudia Espinoza Molina**

Empresa Pública Municipal de Movilidad, Tránsito y Transporte de Cuenca

### **CONFLICTO DE INTERESES**

No existe conflicto de intereses

## RESUMEN

**Introducción:** La contaminación del aire urbano es un problema de salud pública que afecta sobre todo a niños y adultos mayores; se asocia con: asma, irritación ocular, cefalea, enfermedades cardiovasculares, cáncer de pulmón. Con el objetivo de conocer la calidad de aire de la ciudad de Cuenca y sus posibles efectos en la salud, se analizan los datos reportados por la Red de Monitoreo del Municipio, la guía de la OMS, la Norma de Calidad de Aire Ambiente del Ecuador, las estadísticas de mortalidad y las evidencias científicas sobre efectos en la salud.

**Materiales y métodos:** Se realizó una revisión de los informes de la red de monitoreo de calidad de aire de la ciudad de Cuenca de los años 2008 a 2013, se comparó con la Norma Ecuatoriana de calidad de aire ambiente. Se analizó las estadísticas de mortalidad sobre la base de los objetivos intermedios de la Guía de la OMS sobre calidad de aire y se revisó evidencias científicas morbilidad y mortalidad asociadas a contaminación del aire urbano.

**Resultados:** En la ciudad de Cuenca con 505.585 habitantes, los promedios de partículas PM10 superan la guía de la OMS, ubicándose entre los objetivos provisionales IT3 e IT2 de la guía; el incremento de la mortalidad por enfermedades cardiopulmonares y cáncer de pulmón estaría entre el 3 y el 9%. Varias investigaciones en distintas ciudades del mundo demuestran que la contaminación del aire afecta la salud.

**Conclusiones:** Los promedios de PM10 superan la guía de la OMS. La exposición a PM10 en Cuenca incrementa el riesgo de mortalidad por cáncer de pulmón y enfermedades cardiopulmonares en 3 al 9%. La revisión de evidencias científicas muestra asociación entre contaminantes y daños en la salud.

**DeCS:** Contaminación del aire exterior, contaminación y efectos en la salud, monitoreo contaminantes.

## ABSTRACT

**Introduction:** Urban air pollution is a public health problem that affects mostly children and the elderly; it is associated with asthma, eye irritation, headache, cardiovascular diseases, and lung cancer. In order to know about the air quality of the Cuenca city, and its possible health effects, the data reported by the Monitoring of the Municipality, the WHO guidelines and Air Quality Standard Environment of Ecuador were analyzed; mortality statistics and scientific evidence on health effects were also reviewed.

**Materials and Methods:** A review of the reports about the monitoring network of air quality of Cuenca city in the years 2008-2013 was performed, it was compared with Reporting Standard ambient air quality. Mortality statistics based on the intermediate objectives of the WHO guidelines on air quality was analyzed and scientific evidence morbidity and mortality associated with urban air pollution was reviewed.

**Results:** In the city of Cuenca with 505,585 inhabitants, average PM10 exceed the WHO guidelines. There are among the provisional objectives IT3 and IT2 guide, the increase in mortality from cardiopulmonary diseases and lung cancer, they would be between 3 to 9 %. Several studies in different cities of the world show that air pollution affects health.

**Conclusions:** Averages of PM10 exceed the WHO guidelines. Exposure to PM10 in Cuenca increases the risk of mortality from lung cancer and cardiopulmonary disease in 3 to 9 %. The review of scientific evidence shows association between pollution and health damage.

**Keywords:** air pollution / adverse effects, air pollution / adverse effects, air monitoring, risk factors

## INTRODUCCIÓN

La contaminación del aire urbano ha sido reconocida como un problema de salud pública a nivel mundial, pues se relaciona con problemas de salud de diversa índole, tanto agudos como crónicos, que afectan a grupos vulnerables de la población sobre todo en los extremos de la vida: adultos mayores y niños.

La referencia más antigua en la humanidad sobre la preocupación por temas ambientales viene desde la época de Hipócrates; existen otros reportes aislados en diferentes lugares en el siglo XIII, XIX e inicios del siglo XX sobre contaminación del aire (1).

En 1948, la Asamblea General de la ONU promulgó la Declaración Universal de los Derechos Humanos, en la que se incluye la obligación del estado de proteger la salud de los individuos, aunque no hace mención a temas sobre ambiente (2).

Los acontecimientos suscitados en Londres en diciembre de 1952, en los cuales el clima adverso sumado al uso masivo de carbón en la combustión en hogares y fábricas, produjo una gran contaminación del aire, que ocasionó 4.000 muertes en cuatro días, 12.000 fallecimientos en los tres meses posteriores, aumento de casos de neumonía en un 300% (3). Esto dio inicio a investigaciones y a partir de entonces,

conferencias y cumbres a nivel mundial que revelan la preocupación por los problemas del ambiente y los efectos en la salud.

Con el objetivo de conocer la calidad de aire de Cuenca y sus posibles efectos sobre mortalidad asociada, se elaboran tablas comparativas con los datos reportados por la Red de Monitoreo del Municipio en los últimos seis años, se analizan los valores en comparación con la Norma de Calidad de Aire Ambiente del Ecuador, se revisan estadísticas de mortalidad con relación a los objetivos intermedios de la OMS y evidencias científicas sobre efectos en la salud.

### **CONTAMINACIÓN DEL AIRE EXTERIOR Y EFECTOS EN LA SALUD**

Los contaminantes de aire exterior que afectan la calidad del aire ambiente que han sido reconocidos por su potencial efecto negativo sobre la salud son seis: Ozono (O<sub>3</sub>), Dióxido de Azufre SO<sub>2</sub>, Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>), Monóxido de Carbono (CO), Material Particulado menor a 10 micras (PM<sub>10</sub>) y Material Particulado menor a 2,5 micras (PM<sub>2,5</sub>) (3).

Los contaminantes del aire proceden de distintas fuentes y producen efectos diversos en la salud (Tabla No. 1).

**Tabla No. 1**  
**PRINCIPALES CONTAMINANTES DEL AIRE URBANO, FUENTES Y EFECTOS EN LA SALUD**

CONTAMINANTE	FUENTE PRINCIPAL	EFFECTOS EN LA SALUD
Ozono O <sub>3</sub>	Emisiones de automóviles. Reacciones fotoquímicas de óxidos de nitrógeno.	Inflamación de las vías aéreas y disminución en la función respiratoria, bronquitis y crisis de asma. Irritación ocular, sequedad en la garganta, cefalea (4).
Oxidos de Azufre SO <sub>2</sub>	Plantas termoeléctricas, calderas industriales, fundiciones de cobre, refinerías de petróleo, automóviles, calentadores residenciales y comerciales, combustión de carbón y otros combustibles fósiles como la gasolina.	Irrita principalmente las vías respiratorias superiores. Durante el ejercicio moderado puede producir bronco constricción (5).
Oxidos de Nitrógeno NO <sub>2</sub>	Las fuentes interiores de NO <sub>2</sub> pueden ser: estufas de gas en mal funcionamiento, calderas, chimeneas y calentadores de queroseno portátiles. Exterior: por combustión a excesivas temperaturas, debido a la reacción del oxígeno del aire y el nitrógeno presente en los combustibles (7).	Cambios en el bronquiolo terminal y lesiones alveolares difusas. Mayor incidencia de asma (6, 8, 9).
Monóxido de Carbono CO	Motores de explosión. Hornos y calentadores domésticos.	Intoxicación aguda: cefalea, problemas respiratorios, asfixia, muerte. Crónica: cefalea, síntomas respiratorios.
Partículas finas menos de 2,5 ug PM <sub>2,5</sub>	Combustión industrial y residencial, emisiones vehiculares, incendios de vegetación y reacciones de gases en la atmósfera (SO <sub>2</sub> y NO <sub>x</sub> ) y compuestos orgánicos volátiles.	Penetran más profundamente en las vías respiratorias que la PM <sub>10</sub> , con lo que causa efectos adversos en la salud más graves: asma (8,10,11)
Partículas finas menos de 10 micras PM <sub>10</sub>	Fijas: construcciones, móviles: automotores.	Agravamiento síntomas de asma (10,11,12). Crisis de asma y enfermedad respiratoria aguda (13). La medición de PM <sub>10</sub> es el indicador más sensible que se relaciona con procesos respiratorios (1,14).

Elaborado por: las autoras

Tabla No. 2

**Norma Ecuatoriana de Calidad del Aire Ambiente (NCAA) y Guías de la Organización Mundial de la Salud (OMS) (WHO, 2000), (OMS, 2005)**

Contaminante	NCAA µg/m <sup>3</sup>	OMS 2000 µg/m <sup>3</sup>	OMS 2005 µg/m <sup>3</sup>			
			Objetivos intermedios			Valores límites Guía
			IT- 1 <sup>a</sup>	IT- 2 <sup>a</sup>	IT- 3 <sup>a</sup>	
PM <sub>2.5</sub> (24 h)	50		75	50	37.5	25
PM <sub>2.5</sub> (anual)	15		35	25	15	10
PM <sub>10</sub> (24 h)	100		150	100	75	50
PM <sub>10</sub> (anual)	50		70	50	30	20
SO <sub>2</sub> (24 h)	125	125	125	50		20
SO <sub>2</sub> (anual)	60	50				
CO (1 h)	30 000	30 000				30
CO (8 h)	10 000	10 000				10
O <sub>3</sub> (8 h)	100	120				100
NO <sub>2</sub> (1 h)	200					200
NO <sub>2</sub> (anual)	40	40				40

<sup>a</sup> Guía IT-1, IT-2, IT-3: objetivos intermedios de calidad del aire asociados a incremento de la mortalidad con relación a exposición a contaminantes.

**Fuente: WHO 2000 (13). OMS. Guía OMS 2005 (15)  
Norma Ecuatoriana de Calidad de Aire Ambiental (NCAA) 2011 (16)**

**MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE EN LA CIUDAD DE CUENCA**

Cuenca, con una población de 505.585 habitantes (18), es la tercera ciudad del Ecuador, ubicada al sur del país. Se encuentra a una altura media de 2.550 metros sobre el nivel del mar, localizada entre las coordenadas 78°59' – 79°01' de longitud oeste y 2°52' – 2°54' de latitud sur. La ciudad tiene un clima templado de 15 °C promedio, con pluviosidad anual de 700 a 1.100 mm y 75% de humedad relativa. El viento tiene una velocidad media de entre 4 m/s y 5,5 m/s (19,20).

A partir del año 1986 en la ciudad de Cuenca, con la participación de diversos organismos, se inició el monitoreo de la calidad del aire en forma parcial e irregular. A partir del 2007, a cargo del Municipio de Cuenca, comenzó a operar una red de monitoreo pasivo de NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> y SO<sub>2</sub> en 18 puntos, y de material particulado sedimentable (PS) en 15 puntos de la ciudad. Desde el 2008 se cuenta con una red activa de tres unidades de monitoreo con equipos semiautomáticos de alto volumen, para medición de PM<sub>10</sub>, situadas: una en el centro histórico, otra al nororiente cerca del Parque Industrial y la última al sur de la ciudad (21).

Desde mediados de 2012 se inició la operación de una estación de monitoreo automático que mide CO, O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> y partículas PM<sub>2.5</sub>.

En el Ecuador se han realizado estudios sobre contaminación del aire en algunas ciudades del país como: Esmeraldas, Guayaquil, Ambato. En Quito se dispone de un sistema de monitoreo continuo.

En el país se realizaron estudios de monitoreo de monóxido de carbono y enfermedades respiratorias en niños escolares en Quito y Cuenca, en los que se encontró mayor morbilidad respiratoria en este grupo de edad. Los resultados del estudio en Quito, mostraron mayor incidencia de infecciones respiratorias altas en los niños procedentes de los sitios más contaminados, con un riesgo relativo de 1,6 a 2,2 (22).

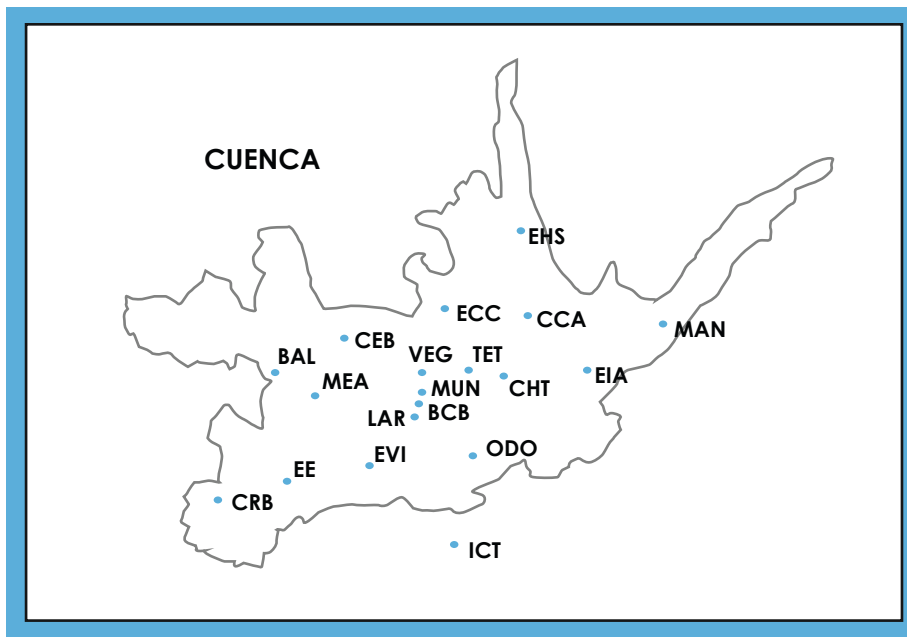
Se han realizado mediciones puntuales de PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub> y compuestos orgánicos volátiles en Cuenca y, se encontraron valores que superaron la norma nacional y la guía de la OMS en diferentes puntos (23).

En el inventario de emisiones del año 2007, se determinó que la principal fuente emisora

de contaminantes era el tráfico vehicular que aporta el 85% de las emisiones totales evaluadas. El 15% restante provenía de: centrales térmicas (3,5%), industrias (2,7%) y, el 8,8% de otras fuentes (17).

Los 18 puntos de monitoreo en la ciudad de Cuenca están localizados en distintos sitios de la ciudad para cubrir toda el área urbana. (Figura No. 1)

**Figura No. 1. \*PUNTOS DE MONITOREO\* DE CALIDAD DE AIRE DE LA CIUDAD DE CUENCA**



Fuente: EMOV-EP

Puntos de monitoreo	
EVI (Escuela Velasco Ibarra)	EIA (Esc. Ignacio Andrade)
MEA (Mercado el Arenal)	CCA (Colegio Carlos Arízaga)
ODO (Fac. de Odontología)	ECC (Escuela Carlos Crespi)
CHT (Colegio Herlinda Toral)	EHS (Esc. Héctor Sempértegui)
TET (Terminal Terrestre)	BCB (Cuerpo de Bomberos)
MUN (Municipio de Cuenca)	LAR (Calle Larga)
EIE (Esc. Ignacio Escandón)	VEG (Vega Muñoz)
CRB (Colegio Rafael Borja)	MAN (Machángara)
BAL (Balzaín)	CEB (Cebollar)

## NIVELES DE CONTAMINANTES

Los valores de NO<sub>2</sub> en las distintas estaciones, no sobrepasan los valores que constan en la norma nacional de 40 ug/m<sup>3</sup>, salvo en el año 2008, en las estaciones localizadas en la calle Presidente Córdova (en el local del Cuerpo de Bomberos) y, en la Vega Muñoz, en que se

registraron valores superiores a 40 ug/m<sup>3</sup>. Dichos puntos de monitoreo se encuentran en el centro histórico de Cuenca, en calles que soportan un tráfico importante de vehículos particulares y buses de transporte urbano (Tabla No. 3).

**Tabla No. 3**

Concentraciones medias anuales de dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> ) del periodo 2008 – 2013 (ug/m <sup>3</sup> )								
Estación	2008	2009	2010	2011	2012	2013	NCAA	Guía OMS
EVI	15,70	12,70	16,20	13,25	13,87	17,38	40,00	40,00
MEA	21,40	19,10	21,10	17,28	15,81	22,19		
ODO	13,70	13,00	14,50	11,90	11,22	16,52		
CHT	16,70	12,90	14,50	13,13	10,51	16,46		
TET	26,50	22,80	25,20	22,10	20,46	23,36		
MUN	20,40	19,00	21,50	18,25	16,23	20,36		
EIE	16,00	16,10	16,70	13,15	13,48	17,83		
CRB	9,20	8,60	11,70	8,96	7,58	12,97		
BAL	10,00	9,30	12,30	8,18	9,13	13,46		
EIA	12,70	11,90	13,40	11,99	9,46	13,85		
CCA	19,20	16,10	18,20	14,54	15,76	18,82		
ECC	11,90	10,70	11,00	12,04	10,19	13,45		
EHS	6,60	7,90	11,50	9,52	6,75	12,84		
BCB	<b>47,20</b>	38,50	35,20	30,35	30,15	29,91		
LAR	31,30	27,60	32,40	27,81	25,77	26,50		
VEG	<b>43,80</b>	37,50	37,10	30,40	28,04	28,80		
MAN	5,50	10,40	12,20	9,27	8,22	13,78		
CEB	-	-	-	12,09	10,36	15,20		
Promedio	19,28	17,30	19,10	15,79	14,61	18,54		

Fuente: Red de Monitoreo de Calidad del Aire EMOV-EP. (21,25,26,27,28)

Los valores de SO<sub>2</sub> en ninguna de las estaciones superan la NCAA, aunque exceden la guía de la OMS en dos estaciones en el periodo 2008; se observa igualmente que los promedios en

los años 2011, 2012 y 2013 descienden con relación a los años anteriores, posiblemente por la disminución de azufre en los combustibles (29) (Tabla No. 4).

Tabla No. 4

Concentraciones medias anuales de dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ) (ug/m <sup>3</sup> ) 2008 – 2013								
Estación	2008	2009	2010	2011	2012	2013	NCAA	Guía OMS
EVI	7,00	15,59	16,79	11,14	7,89	9,50	60,00	20,00
MEA	15,60	10,11	7,46	9,94	4,81	4,88		
ODO	10,40	19,42	13,59	5,36	9,64	4,84		
CHT	11,10	15,12	8,69	6,62	5,31	2,73		
TET	11,90	<b>25,05</b>	10,55	9,14	4,45	11,69		
MUN	11,10	16,69	7,79	7,12	8,82	7,83		
EIE	12,60	14,28	6,29	5,33	5,28	6,86		
CRB	6,30	11,54	4,91	7,81	6,98	5,71		
BAL	7,70	6,17	7,26	7,25	3,72	5,00		
EIA	12,40	9,12	7,61	8,12	6,66	4,30		
CCA	<b>23,50</b>	<b>23,32</b>	12,59	6,45	6,69	8,04		
ECC	6,90	19,58	11,59	9,02	4,52	3,39		
EHS	9,70	16,47	8,42	8,10	4,64	6,80		
BCB	11,20	9,94	6,12	5,67	5,61	8,78		
LAR	13,00	8,07	4,21	5,56	5,68	11,55		
VEG	10,80	13,12	6,88	9,25	4,66	17,22		
MAN	7,20	8,12	6,21	7,92	8,20	4,20		
CEB	-	-	-	6,14	10,40	4,10		
Promedio	11,08	14,22	8,80	7,55	6,33	7,08		

Fuente: Red de Monitoreo de Calidad del Aire EMOV-EP (21,25,26,27,28)

Los valores de ozono no pueden ser comparados con la norma nacional ni con las guías de OMS por cuanto el monitoreo no proporciona datos octohorarios sino promedios mensuales (21, 25, 26, 27, 28).

El promedio anual de PM<sub>10</sub> se mantuvo siempre por encima de la guía de la OMS en las tres estaciones de monitoreo. Se reporta un valor

más alto cerca del Parque Industrial, uno intermedio al sur de la ciudad y uno más bajo en el local del Municipio de Cuenca. Solamente en la estación situada cerca del Parque Industrial en el 2010, superó la norma nacional de 50 ug/m<sup>3</sup>. Para el año 2013 las concentraciones de PM<sub>10</sub> en las tres estaciones bajaron, sin embargo, todos los promedios superan el valor de la guía de la OMS (Tabla No. 5).

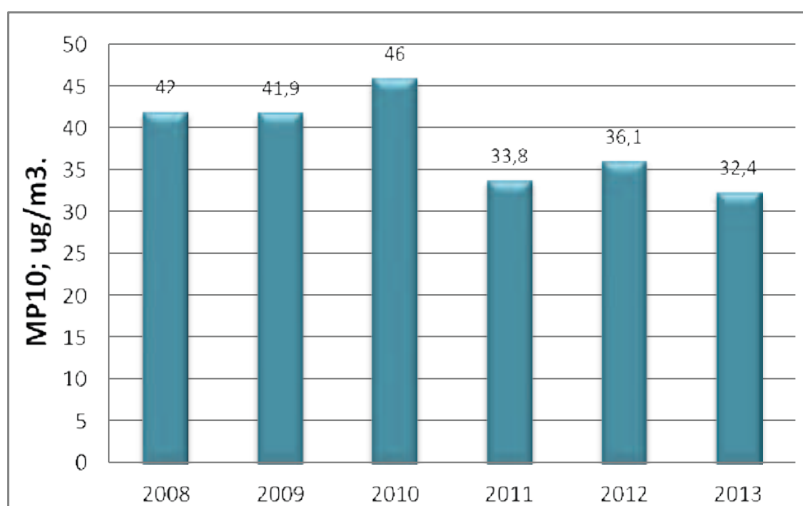
Tabla No. 5

Concentraciones medias anuales de material particulado (PM <sub>10</sub> ) (ug/m <sup>3</sup> ) Cuenca 2008 – 2013								
Estación	2008	2009	2010	2011	2012	2013	NCAA	Guía OMS
MUN	35,0	35,1	39,1	29,6	33,5	26,6	50,0	20,0
EIE	42,0	40,7	48,2	32,3	34,0	33,8		
CCA	49,0	49,8	50,8	39,6	40,7	36,9		
Promedio	42,0	41,9	46,0	33,8	36,1	32,4		

Fuente: Fuente: Red de Monitoreo de Calidad del Aire EMOV-EP (21,25,26,27,28)



**Figura No. 2. PUNTOS DE MONITOREO\* DE CALIDAD DE AIRE DE LA CIUDAD DE CUENCA**



Fuente: Red de Monitoreo de Calidad del Aire EMOV-EP (21,25,26,27,28)

Como puede observarse en el gráfico anterior, los valores promedio de PM10 en la ciudad de Cuenca, se mantienen por encima de la guía de la OMS que es de 20 ug/m<sup>3</sup>, por lo tanto estarían entre los objetivos intermedios IT2 e IT3, es decir entre 50 y 30 ug/m<sup>3</sup>, respectivamente, lo que incrementa el riesgo de muerte por enfermedad cardiopulmonar y cáncer de pulmón de entre el 9 y 3% por estar por encima de los valores mínimos recomendados en la guía.

El número de fallecimientos en el año 2012 en la ciudad de Cuenca por enfermedades cardiopulmonares y cáncer de pulmón fue de 101 (28), (Tabla No. 6) por lo tanto, de acuerdo a la guía de la OMS, tomando los reportes no ajustados por tiempo ni exposición, el número de muertes atribuibles a la presencia de material particulado PM10 sería en promedio entre 3 a 9 (16).

**Tabla No. 6**

<b>Muertes por cáncer de pulmón y enfermedades cardiopulmonares.</b>			
<b>Cuenca, 2012</b>			
<b>Enfermedad</b>	<b>Código</b>	<b>N. Fallecidos</b>	
		<b>Mujeres</b>	<b>Hombres</b>
Cáncer de pulmón	C33-34	12	10
Infecciones respiratorias bajas agudas	J10-J22	3	5
Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	J40-J44, J47	28	14
Enfermedades isquémicas del corazón	I20-I25	22	17
<b>Total</b>		<b>55</b>	<b>46</b>

Fuente: INEC 2012

En un estudio en seis ciudades de los Estados Unidos desde 1974, se realizó seguimiento de 8.111, se observó que el riesgo de mortalidad aumentó en 26% más en las ciudades más contaminadas con relación a las otras. En otro estudio de Pope et al, se evaluó a 552.138 adultos desde 1982, se analizó la mortalidad

con los datos de registros de mediciones de partículas y se observó un incremento de la mortalidad de 15% más en zonas contaminadas con relación a las que tenían menos contaminación, estos estudios sirvieron entre otros para fijar los objetivos intermedios de la OMS (30).

Hoek, K et al hicieron un metanálisis de varios estudios que asocian contaminación del aire y mortalidad y concluyen que con un aumento de PM<sub>2,5</sub> en 10 ug/m<sup>3</sup> con relación a los valores mínimos, la mortalidad se incrementa en 6% (CI 4-8%), el 11% (CI 5-16%) por enfermedad cardiovascular y el 3% por enfermedades respiratorias (31).

La asociación entre mortalidad y morbilidad por contaminación del aire urbano ha sido ampliamente estudiada y documentada, es necesario que se tomen medidas para disminuir los niveles de contaminantes y la afección de la salud de los habitantes. En el caso de Cuenca, el disminuir a los valores recomendados en la guía de la OMS los niveles de material particulado, evitaría la muerte de 3 a 9 personas por año, relacionadas con esta causa.

## CONCLUSIONES

Los niveles de partículas PM<sub>10</sub> en todos los sitios de medición se reportan por encima de los niveles de la guía de la OMS, con un promedio entre 42 a 32,4 ug, con lo que se encuentran entre el objetivo IT3 e IT2 es decir, incrementan el riesgo de mortalidad por cáncer de pulmón y enfermedades cardiopulmonares entre 3 al 9%.

Los valores de SO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub> en algunos puntos de medición superan el nivel de la guía de la OMS, pero los promedios no los exceden.

Las evidencias científicas muestran asociación de la contaminación del aire exterior con daños en la salud, por lo que se requiere profundizar en el análisis del nivel de afección en los habitantes de la ciudad de Cuenca.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aristizabal G, et al. Contaminación del aire y enfermedad respiratoria en la población de Puente Aranda. Santafé de Bogotá 1997: 17-120.
2. ONU. Declaración Universal de los Derechos Humanos. ONU, 1948, Disponible en [www.ohchr.org/Documents/Publications/ABCAnexessp.pdf](http://www.ohchr.org/Documents/Publications/ABCAnexessp.pdf), (10-02-2014).
3. Yassi A, Kjellström T, Kok T, Giodotti T L. Salud Ambiental Básica Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología 2002: 17-18, disponible en [www.ambiente.gov.ar/infoteca/aea/descargas/yassi01.pdf](http://www.ambiente.gov.ar/infoteca/aea/descargas/yassi01.pdf) (10-07-2014).
4. EPA. Health Assessment Document For Diesel Engine Exhaust EPA. United States Environmental Protection Agency, 2002, disponible en: [www.epa.gov/ttn/atw/dieselfinal.pdf](http://www.epa.gov/ttn/atw/dieselfinal.pdf)
5. Yassi Annale y cols. Basic Environment Health. Oxford University Press. OMS, 2002: 248.
6. Shima M, Adachi M. Effect of outdoor and indoor nitrogen dioxide on respiratory symptoms in schoolchildren. International Journal of Epidemiology, Department of public Health Chiba University School of medicine, Shiba 2000: 862-870. [ije.oxfordjournals.org/content/29/5/862.full.pdf](http://ije.oxfordjournals.org/content/29/5/862.full.pdf)
7. Medina Jorge. Estudio de la Calidad de Aire de la ciudad de Ambato. Universidad Central del Ecuador. Quito 2008: 7-32
8. Breyse P N, et al. Indoor air pollution and asthma in children. Proceedings of ATS, 2010; 7(2): 102-106
9. Liu M M, Wang D, Zhao Y, Liu YQ, Huang M M, Liu Y, Sun J, Ren W H, Zhao YD, He Q C, Dong G H. Effects of outdoor and indoor air pollution on respiratory health of chinese children, Journal of Epidemiology 2013 ; 23 (4) : 280-287, disponible en [www.elsevier.com/locate/rmed](http://www.elsevier.com/locate/rmed). 10-10-2013
10. Searing DA, Rabinovitch N. Environmental pollution and lung effects in children: Current Opinion in Pediatrics. Junio de 2011;23(3):314-8.
11. Samoli E, Nastos PT, Paliatatos AG, Katsouyanni K, Priftis KN. Acute effects of air pollution on pediatric asthma exacerbation: Evidence of association and effect modification. Environmental Research. Abril de 2011;111(3):418-24.
12. Bernstein D I. Traffic-related pollutants and wheezing in children. Journal of Asthma; 2012; 49 (1): 5-7.
13. Molina Esquivel E, et. Al. Crisis de asma y enfermedades respiratorias agudas. Contaminantes atmosféricos y variables meteorológicas en Centro Habana. Rev. Cubana Med Gen Integral 2001; 17(1):10-20, Disponible en [bvs.sld.cu/revistas/mgi/vol17\\_1.../mgi02101.htm](http://bvs.sld.cu/revistas/mgi/vol17_1.../mgi02101.htm) 20-01-2011.
14. Secretaría distrital de salud, Hospital del Sur. Asociación de contaminación del aire y la morbilidad por enfermedad respiratoria aguda en menores de cinco años en tres localidades de Bogotá. Gobierno de la ciudad, Bogotá 2009.
15. OMS. Guidelines for Air Quality. OMS 2000. (WHO/SDE/OEH/00.02) [citado 20 de junio de 2014]; Recuperado a partir de: <http://cdam.minam.gob.pe:8080/bitstream/123456789/114/1/CDAM0000017>
16. Organization WH, others. Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre: actualización mundial 2005. 2006 [citado 12 de septiembre de 2014]; Recuperado a partir de: <http://apps.who.int/iris/handle/10665/69478>
17. Ministerio de Ambiente Ecuador. Acuerdo 050. Refórmase la Norma de Calidad del Aire Ambiente o Nivel de Inmisión. Registro oficial Ecuador 2011: 464:50 ; [12 de septiembre del 2014]; Recuperado a partir de: [www.legal.gen.ec/Acuerdo-050-Reformase-Norma-Calidad-Aire-Am...](http://www.legal.gen.ec/Acuerdo-050-Reformase-Norma-Calidad-Aire-Am...)
18. INEC. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Ecuador 2010. Disponible en [WWW.inec.gob.ec](http://WWW.inec.gob.ec).

- 19.** Fundación Natura-CUENCAIRE-CGA. Resumen del inventario de emisiones del cantón Cuenca, año base 2007. Cuenca Ecuador. 2009: 1-17
- 20.** Red de Monitoreo de calidad de aire de la EMOV- EP. Resumen del inventario de emisiones atmosféricas del Cantón Cuenca del año 2009. EMOV-Alcaldía de Cuenca, Cuenca-Ecuador 2012: 1-10
- 21.** Municipalidad de Cuenca-CUENCAIRE. Informe de la calidad de aire de Cuenca 2008. Cuenca Ecuador 2009: 3-4
- 22.** Municipio de Quito. Proyecto calidad de aire Municipio de Quito, incremento de enfermedades respiratorias en escolares de Quito por contaminación atmosférica de origen vehicular. Municipio de Quito, Quito, 2000: 1-14 disponible en [www.bvsde.paho.org/bvsci/full-text/escolares.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsci/full-text/escolares.pdf), 20-02-2014
- 23.** García N, Cooman K. Determinación de los niveles de contaminación del aire y ruido en el centro histórico de la ciudad de Cuenca-Ecuador, en Contaminación del aire, Centro de estudios ambientales de la Universidad de Cuenca, Comisión de Gestión Ambiental del Municipio de Cuenca, Asociación Flamenca de cooperación al desarrollo y asistencia técnica de Bélgica, Cuenca, Infagráfica Cía Ltda 2006: 95-104
- 24.** Municipalidad de Cuenca-CUENCAIRE. Informe de la calidad de aire de Cuenca 2009. Cuenca Ecuador 2010.
- 25.** Alcaldía de Cuenca, EMOV EP. Informe de la calidad de aire año 2010. Cuenca Ecuador 2011
- 26.** Alcaldía de Cuenca, EMOV EP. Informe de la calidad de aire año 2011. Cuenca Ecuador 2012.
- 27.** Red de Monitoreo de Monitoreo de la EMOV-EP. 2013
- 28.** INEC. INEC.gob.ec. 2012
- 29.** INEN, Norma Técnica Ecuatoriana. Productos derivados del petróleo. Diesel. Requisitos. Instituto Ecuatoriano de Normatización, NTE INEN 1489 (SEXTA REVISIÓN). Quito 2012.
- 30.** Ballester Díez F; Tenías JM, Pérez-Hoyos S. Efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud: una introducción. Rev Esp Salud Pública. 1999;73:109-21. P
- 31.** Hoek Krishnan M, Ranjini Beelen Rob, Peters Annette, Ostro Bart, Brunekneef Bert, et al. Long-term air pollution exposure and cardio-respiratory mortality: a review...: EBSCOhost [Internet]. [citado 23 de septiembre de 2014]. Recuperado a partir de: <http://web.a.ebscohost.com.v.biblioteca.ucuenca.edu.ec/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=8&sid=614e5361-d19a-46f5-8304-17bd72d34485%40sessionmgr4001&hid=4104OR>