

**MINUTA: ANÁLISIS SOBRE EL RIESGO PARA LA POBLACIÓN POR LA EXPOSICIÓN AL MATERIAL PARTICULADO RESPIRABLE MP10**

Versión 21.08.2017

**1. OBJETIVO**

Analizar los riesgos para la población, asociados a la exposición a corto y largo plazo del Material Particulado Respirable MP10.

**2. ANTECEDENTES**

La Guía de calidad del aire (GCA) de la OMS (año 2005)<sup>1</sup> plantea que los estudios relativos al material particulado (MP) suspendido en el aire y sus efectos en la salud pública, ponen de manifiesto efectos adversos para la salud humana, con las exposiciones que actualmente experimentan las poblaciones urbanas, tanto en los países desarrollados como en desarrollo.

Además, la Guía citada anteriormente, afirma que el abanico de efectos en la salud es amplio, pero se producen particularmente en los sistemas respiratorio y cardiovascular. En general, se ve afectada toda la población, pero la susceptibilidad a la contaminación puede variar con la salud o la edad, se ha demostrado que el riesgo de diversos efectos aumenta con la exposición.

Existen pocos estudios que indiquen un umbral por debajo del cual no se presenten efectos adversos en la salud, en realidad, el nivel más bajo de concentraciones para las cuales se han demostrado efectos adversos no es muy superior a la concentración de fondo, que para las partículas de menos de 2,5µm (MP2,5) se ha estimado en 3-5µg/m<sup>3</sup>, para Estados Unidos y Europa occidental, tanto para exposiciones breves como prolongadas (Guía OMS, 2005).

La OMS expone que como no se han identificado umbrales y dado que hay una variabilidad interespecífica sustancial en la exposición y en la respuesta a una exposición determinada, es poco probable que una norma o un valor guía ofrezca una protección completa a todas las personas frente a todos los posibles efectos adversos del material particulado en la salud. El proceso de fijación de normas debe orientarse más bien a alcanzar las concentraciones más bajas posibles teniendo en cuenta las limitaciones, la capacidad y las prioridades en materia de salud pública en el ámbito local.

Es por lo anterior que se alienta a los países a adoptar una serie de normas cada vez más estrictas y a hacer un seguimiento de los progresos mediante la vigilancia de la reducción de las emisiones y la disminución de las concentraciones de MP.

En el año 2013<sup>2</sup>, la OMS dio a conocer la última evidencia sobre los efectos en salud causados por el MP10, recomendando a los países mantener los valores de corto y largo plazo tanto para el MP10, así como también para MP2,5, con el fin de proteger la salud de población humana de los efectos crónicos y agudos causados por este contaminante. De acuerdo a esta revisión y a las conclusiones de los estudios científicos, se consideran tres efectos en salud primordiales causado por el MP10: (i)

<sup>1</sup> 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. Disponible en: [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/69478/1/WHO\\_SDE\\_PHE\\_OEH\\_06.02\\_spa.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/69478/1/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf), consultado el 04 de agosto

<sup>2</sup> Revisión de evidencia de la contaminación del aire sobre la salud, Proyecto REVIHAAP. Informe Técnico Final, OMS 2013. Disponible en línea en: <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/publications/2013/review-of-evidence-on-health-aspects-of-air-pollution-revihaap-project-final-technical-report>, consultado el 02 de agosto de 2017.

mortalidad, (ii) función pulmonar y síntomas crónicos y (iii) bajo peso al nacer y otros trastornos neonatales. Concluyéndose que: (i) existe evidencia importante de los efectos en salud de corto plazo tanto para partículas finas (MP<sub>2,5</sub>) como para partículas gruesas (MP<sub>2,5-10</sub>); (ii) existen estudios que muestran efectos en salud, sobre todo en lo respiratorio, por exposición de largo plazo a MP<sub>10</sub>; y (iii) las partículas finas y gruesas tienen una composición y mecanismos de deposición diferentes, por lo que probablemente sus efectos en salud sean distintos.

### 3. DESARROLLO

#### 3.1 Descripción y formación del MP

La Guía de Calidad del Aire de la OMS (año 2005) define que las partículas gruesas (entre 2,5 y 10µm de diámetro) se forman básicamente por medio de procesos mecánicos, como las obras de construcción, la suspensión del polvo de los caminos y el viento, mientras que las partículas finas (menos de 2,5µm de diámetro) proceden sobre todo de fuentes de combustión.

Asimismo, la Guía plantea que en la mayor parte de los entornos urbanos están presentes ambos tipos de partículas, gruesas y finas, pero la proporción correspondiente a cada uno de los dos tipos de tamaños, es probable que varíe de manera sustancial entre las ciudades en todo el mundo, en función de la geografía, la meteorología y las fuentes específicas de MP de cada lugar. En algunas zonas, la quema de leña y otros combustibles de biomasa puede ser una fuente importante de contaminación atmosférica por partículas, siendo la mayor parte de las procedentes de la combustión de tipo fino (MP<sub>2,5</sub>).

#### 3.2 Exposición a corto plazo (diaria)

Suele haber diferencias de opinión entre los países sobre si el promedio más restrictivo de las Guías de Calidad del Aire (OMS, 2005) es el de 24 horas o el anual, dependiendo fundamentalmente de las características específicas de las fuentes de contaminación y de su localización. Al evaluar las GCA de la OMS y los objetivos intermedios, se suele recomendar que se dé preferencia al promedio anual sobre el de 24 horas, ya que con niveles bajos se despierta menos preocupación a las desviaciones episódicas. Sin embargo, el logro de los valores guía para la media de 24 horas protegerá frente a niveles máximos de contaminación que de otra manera determinarían un exceso sustancial de morbilidad o mortalidad. Se recomienda que los países con zonas en las que no se cumplen los valores guía de 24 horas adopten medidas inmediatas para alcanzar estos niveles lo más pronto posible.

En múltiples estudios realizados en Europa (29 ciudades) y en Estados Unidos (20 ciudades), se establecieron los efectos del MP<sub>10</sub> sobre la mortalidad a corto plazo, arrojando un 0,62% y 0,46% respectivamente, por 10 µg/m<sup>3</sup> con una media de 24 horas ((Katsouyanni et al. 2001; Samet et al. 2000<sup>3</sup>). En un análisis de los datos de 29 ciudades situadas fuera de Europa occidental y de América del Norte, se observó un efecto de mortalidad del 0,5% por 10 µg/m<sup>3</sup> (Cohen et al. 2004<sup>4</sup>), siendo muy similar al obtenido para las ciudades asiáticas de 0,49% por 10 µg/m<sup>3</sup> (HEI International Oversight Comité, 2004<sup>5</sup>). Estos resultados parecen indicar que los riesgos para la salud asociados con

<sup>3</sup> Katsouyanni K et al. (2001). Confounding and effect modification in the short-term effects of ambient particles on total mortality: results from 29 European cities within the APHEA2 project. *Epidemiology*, 12:521–531.

<sup>4</sup> Cohen A et al. (2004). Mortality impacts of urban air pollution. In: Ezzati M et al., eds. *Comparative quantification of health risks: global and regional burden of disease attributable to selected major risk factors*. Geneva, World Health Organization: 1353–1434.

<sup>5</sup> HEI International Oversight Committee (2004). *Health effects of outdoor air pollution in developing countries of Asia: a literature review*. Boston, MA, Health Effects Institute (Special Report No. 15).

exposiciones breves al MP10, probablemente son semejantes en las ciudades de los países desarrollados y en vías de desarrollo, con un aumento de la mortalidad de alrededor del 0,5% por cada incremento de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en la concentración diaria de MP10. Por consiguiente, cabe suponer que una concentración de  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dará lugar a un incremento aproximado de la mortalidad diaria del 5% (OMS, 2005).

En la Tabla 3.2.1 se muestran el valor guía y los objetivos intermedios planteados por la OMS (2005) para la exposición a corto plazo por MP10 y MP2,5:

Tabla 3.2.1: Valor guía y objetivos intermedios para exposición a largo plazo por MP10 y MP2,5

	MP10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	MP2,5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	FUNDAMENTO DEL NIVEL
<b>Objetivo intermedio 1</b>	150	75	Basado en coeficientes de riesgo publicados en estudios multicéntricos y metaanálisis (incremento de alrededor del 5% de la mortalidad a corto plazo sobre el valor de las GCA).
<b>Objetivo intermedio 2</b>	100	50	Basado en coeficientes de riesgo publicados en estudios multicéntricos y metaanálisis (incremento de alrededor del 2,5% de la mortalidad a corto plazo sobre el valor de las GCA).
<b>Objetivo intermedio 3</b>	75	37,5	Basado en coeficientes de riesgo publicados en estudios multicéntricos y metaanálisis (incremento de alrededor del 1,2% de la mortalidad a corto plazo sobre el valor de las GCA).
<b>Guía de calidad del aire (GCA)</b>	50	25	Basado en la relación entre los niveles de MP de 24 horas y anuales.

Fuente: OMS, 2005.

### 3.3 Exposición a largo plazo (anual)

En la GCA (OMS, 2005) se recomiendan valores guía y objetivos intermedios para el MP10, debido a que un valor guía para el MP2,5 por sí solo no ofrecería protección frente a los efectos perjudiciales del MP grueso (la fracción entre 10 y  $2,5\mu\text{m}$ ). Sin embargo, se estima que las pruebas cuantitativas sobre el MP grueso son insuficientes para preparar guías separadas.

En cambio, hay abundante bibliografía sobre los efectos de la exposición breve al MP10, que se ha utilizado como base para la formulación de las GCA de la OMS y los objetivos intermedios para las concentraciones de 24 horas de MP.

En la Tabla 3.3.1 se muestran el valor guía y los objetivos intermedios planteados por la OMS (2005) para la exposición a largo plazo por MP10 y MP2,5:

Tabla 3.3.1: Valor guía y objetivos intermedios para exposición a largo plazo por MP10 y MP2,5

	MP10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	MP2,5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	FUNDAMENTO DEL NIVEL
<b>Objetivo intermedio 1</b>	70	35	Estos niveles están asociados con un riesgo de mortalidad a largo plazo alrededor de un 15% mayor que con el nivel de las GCA.
<b>Objetivo intermedio 2</b>	50	25	Además de otros beneficios para la salud, estos niveles reducen el riesgo de mortalidad prematura en un 6% aproximadamente [2-11%] en comparación con el nivel del OI-1.
<b>Objetivo intermedio 3</b>	30	15	Además de otros beneficios para la salud, estos niveles reducen el riesgo de mortalidad en un 6% [2-11%] aproximadamente en comparación con el nivel del OI-2.
<b>Guía de calidad del aire (GCA)</b>	20	10	Estos son los niveles más bajos con los cuales se ha demostrado, con más del 95% de confianza, que la mortalidad total, cardiopulmonar y por cáncer de pulmón, aumenta en respuesta a la exposición prolongada al MP2,5.

Fuente: OMS, 2005.

### 3.4 Reducción de efectos a la salud: casos evitados

En la Tabla 3.4.1, se muestra el número de casos evitados acumulados en el horizonte de evaluación 2017-2027. Para calcular la reducción de concentración de MP10 que implica cumplir la norma primaria como concentración anual<sup>6</sup>, se calcula la diferencia entre la concentración actual y la concentración requerida para alcanzar el nivel establecido por la NPCA MP10 como concentración anual ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ).

Además, utilizando una fracción de MP2,5 respecto de MP10 para cada comuna<sup>7</sup>, se estima la reducción de concentración de MP2,5, que equivale a la fracción de MP2,5, por reducción de la concentración de MP10. Esto se hace debido a que la reducción de concentración de MP10 implica reducción de MP2,5 y por ende es importante cuantificar los beneficios asociados a reducir esta fracción. A continuación se muestra la ecuación que representa la estimación de reducción de MP2,5:

$$\Delta C_{MP_{2,5},i} = F_{\frac{MP_{2,5},i}{MP_{10}}} \cdot \Delta C_{MP_{10},i}$$

Donde,

$\Delta C_{MP_{2,5},i}$  : Reducción de concentración de MP2,5 en comuna "i" asociada al cumplimiento de norma anual de MP<sub>10</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

$F_{\frac{MP_{2,5},i}{MP_{10}}}$  : Fracción de concentración de MP2,5 respecto de concentración de MP<sub>10</sub> para la comuna "i".

<sup>6</sup> D.S. N° 59, de 1998, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Establece Norma de Calidad Primaria para Material Particulado Respirable MP10, en especial de los valores que definen situaciones de emergencia.

Disponible en: <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=99434>

<sup>7</sup> Para este cálculo se utilizan los datos disponibles de concentración anual de MP2,5. La concentración de MP2,5 se divide por la concentración de MP10, con lo cual se obtiene la fracción de MP2,5 contenida en el MP10.

Tabla 3.4.1: Número de casos evitados por la reducción de MP2,5 y MP10 (2017-2027).

Evento	Contaminante	Tipo	Casos evitados 2017-2027 (Percentil 50 <sup>8</sup> )	Intervalo de confianza (IC) al 10% <sup>9</sup>
Mortalidad	MP2,5	Cardiopulmonar largo plazo	5.894	[ 4.192 – 7.128 ]
	MP2,5	Asma (crónica)	181	[ 144 - 247 ]
Admisiones hospitalarias	MP2,5	Cardiovascular	2.582	[ 1.952 – 2.987 ]
	MP2,5	Respiratorias crónicas	414	[ 52 - 634 ]
	MP2,5	Neumonía	1.675	[ 778 – 2.340 ]
Visitas Salas de Emergencia	MP2,5	Asma	151.211	[ 90.582 – 206.064 ]
Mortalidad	MP10	Todas las causas largo plazo	286	[ 164 - 409 ]
Admisiones hospitalarias	MP10	Bronquitis	1.485	[ 175 – 2.796 ]
	MP10	Bronquitis crónica	2.973	[ 2.330 – 3.838 ]

Fuente: MMA, 2011<sup>10</sup><sup>8</sup> Mediana<sup>9</sup> El intervalo de confianza muestra los valores del percentil 5 en el rango inferior y del percentil 95 en el rango superior.<sup>10</sup> Ministerio del Medio Ambiente, 2011. Valores Recomendados a Utilizar en la Realización de un AGIES que incorpore un Análisis Costo Beneficio - Salud -. Santiago, Preparado por DICTUC para Ministerio del Medio Ambiente.

#### 4. CONCLUSIONES

Como se expone anteriormente, existe evidencia científica que afirma que la exposición al Material Particulado Respirable (MP 10) y al Material Particulado Fino (MP 2,5), produce efectos agudos (corto plazo) y crónicos (largo plazo). Además, se sabe que ambos contaminantes están presentes en la mayor parte de los entornos urbanos, pero su proporción varía de manera sustancial entre las distintas ciudades del mundo, en función su geografía, meteorología y fuentes de emisión específicas del territorio. Dado esto, la OMS en la Guía de Calidad del Aire (2005), reconoce que cada país debe establecer sus propias normas para proteger la salud pública de sus ciudadanos, por lo que se tiene en cuenta la heterogeneidad y se reconoce, en particular, que cuando los gobiernos fijan objetivos para sus políticas deben estudiar con cuidado las condiciones locales propias antes de adoptar las guías directamente como normas con validez jurídica.

Es por lo anterior, que además del valor guía, se proponen objetivos intermedios, para ir paso a paso hacia una disminución progresiva del contaminante y llegar al objetivo planteado. Así, la Guía de Calidad del Aire (2005) plantea lo siguiente: *“El proceso de fijación de normas debe orientarse más bien a alcanzar las concentraciones más bajas posibles teniendo en cuenta las limitaciones, la capacidad y las prioridades en materia de salud pública en el ámbito local”*

Actualmente, el estándar contenido en el D.S. N° 59/1998, que establece la Norma de Calidad Primaria para Material Particulado Respirable MP10, se encuentra en el valor intermedio 2 para la concentración anual y en el valor intermedio 1 para la concentración diaria, de la Guía de Calidad del Aire de la OMS (año 2005), por lo que se estarían siguiendo las recomendaciones de la OMS que indican cumplir primeramente los valores intermedios, para poder llegar al valor objetivo.