



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

**Departamento de Anatomía Patológica, Microbiología,
Medicina Preventiva y Salud Pública, Medicina Legal y Forense**

Carga de enfermedad por contaminación atmosférica debida a materia particulada (PM_{10} y $PM_{2,5}$) y ozono (O_3) en la ciudad de Valladolid durante el periodo 1999-2008

Mario Cárdbaba Arranz

Mayo 2012



Tesis Doctoral

Mario Cárdaba Arranz

DIRECTORA:

Dra. D^a. Ana Almaraz Gómez.

Catedrática de Medicina Preventiva y Salud Pública.

**Dpto. Anatomía Patológica, Microbiología, Medicina Preventiva y Salud Pública,
Medicina Legal y Forense.**

Facultad de Medicina. Universidad de Valladolid.

Agradecimientos

A mis padres Crisólogo y Benita, mi hermana Sonia, mi mujer Irene y nuestra hija Julia.

A la Dra. Ana Almaraz Gómez por su docencia, trabajo y confianza en este proyecto.

Al Servicio de Medio Ambiente del Ayuntamiento de Valladolid por su cooperación y profesionalidad.

A quienes han trabajado conmigo a lo largo de los años.

A quienes me brindan su amistad, sus críticas y además:

Al foro por su creatividad.

A José Manuel Acebes Arconada por su serenidad.

A Enrique de la Cal López por su pragmatismo.

A la Dra. Sara Carolina García Sanz por su agudez.

Al Dr. Francisco Javier Pérez González por su sentido común.

Al Dr. Vianney Plaud, vraiment un connaisseur.

A Sergio Rascón Peláez por su criterio.

A Francisco Javier Sanz Díez por su espíritu crítico y/o cuántico.

Abreviaturas

ACS: American Cancer Society

AEMA: Agencia Europea del Medio Ambiente

APHEA: Air Pollution and Health, a European Assessment

APHEIS: Air Pollution and Health, a European Information System

AVAD: años de vida ajustados por discapacidad

AVP: años de vida perdidos

BS: Black smoke (humo negro)

CAE: carga ambiental de enfermedad

CAFE: The Clean Air Initiative for Europe

CARB: California Air Resources Board

CE: Comisión Europea

CGE: carga global de enfermedad

COVs: compuestos orgánicos volátiles

COVNM: compuestos orgánicos volátiles no metánicos

CSIC: Consejo Superior de Investigaciones Científicas

EE: error estándar

EIS: Evaluación de impacto en salud

EMECAM: estudio multicéntrico español sobre la relación entre la contaminación atmosférica y la mortalidad

EMECAS: estudio multicéntrico español sobre los efectos de la contaminación atmosférica en salud

EMEP: Programa Cooperativo para Monitorizar y Evaluar la Transmisión a Larga Distancia de Contaminantes Atmosféricos

EPOC: enfermedad pulmonar obstructiva crónica

EUA: Estados Unidos de América

FA: fracción atribuible

FAP: fracción atribuible poblacional

FCR: función de concentración-respuesta

FEF₂₅₋₇₅: flujo espiratorio forzado entre el 25 y el 75% de la capacidad vital forzada

FI: fracción de impacto

GCA: Guías de calidad del aire

IC: intervalo de confianza

IPCC: Panel Internacional sobre el Cambio Climático

LRTAP: Convención sobre Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Larga Distancia

MA: mortalidad atribuible

MP: mortalidad prevenible

MMMARM: Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino

MTFR: escenario de máxima reducción técnica factible en sus siglas en inglés

NHANES: National Health and Nutrition Examination Survey

NMMAPS: National Mortality and Morbidity Air Pollution Study

NO_x: óxidos de nitrógeno

O₃: ozono

OMS: Organización Mundial de la Salud

OR: odds ratio

PAN: nitrato de peroxiacetilo

PIB: producto interior bruto

PM: materia particulada

PM_{2,5}: materia particulada inferior a 2,5 µm de diámetro

PM₁₀: materia particulada inferior a 10 µm de diámetro

ppb: partes por billón

PST: partículas suspendidas totales

RAINS: Regional Air Pollution Information and Simulation model of IIASA, International Institute for Applied Systems Analysis)

RCCAVAL: red de control de la calidad del aire de Valladolid

RR: riesgo relativo

RVFC: reducción de la variabilidad de la frecuencia cardíaca

SOMO-35: sum of maximum 8-hour ozone levels over 35 ppb (suma de los niveles de O₃ medido como concentración máxima octohoraria superiores a 35 ppb, 70 µg/m³)

UE: Unión Europea

UE-25: Unión Europea de 25 Estados Miembros

UE-27: Unión Europea de 27 Estados Miembros

UNECE: Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa

USEPA: Agencia de Protección Ambiental de los EUA

VEF₁: volumen espiratorio forzado en el primer segundo

Índice

I. Introducción.....	13
I.1. Medio ambiente y salud.....	13
I.1.1. Evaluación del impacto en salud	
I.1.2. Carga ambiental de enfermedad. Contaminación atmosférica	
I.2. Efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud. Evidencia científica.....	29
I.2.1. Materia particulada (PM)	
I.2.1.1. Descripción general. Vías de exposición. Fuentes. Umbrales y valores límite recomendados	
I.2.1.2. Efectos sobre la salud	
I.2.1.2.1. Efectos a corto plazo	
I.2.1.2.2. Efectos a largo plazo	
I.2.1.3. Otros aspectos	
I.2.2. Ozono (O ₃)	
I.2.2.1. Descripción general. Vías de exposición. Fuentes. Umbrales y valores límite recomendados	
I.2.2.2. Efectos sobre la salud	
I.2.2.2.1. Efectos a corto plazo	
I.2.2.2.2. Efectos a largo plazo	
I.2.2.3. Otros aspectos	
I.3. Cambio climático y contaminación atmosférica.....	81
I.3.1. PM	
I.3.2. O ₃	
I.3.3. Factores modificadores del efecto del impacto de las variaciones del clima y la contaminación atmosférica	
I.3.4. Tendencias anuales y variación estacional de los contaminantes atmosféricos	
I.3.5. Estacionalidad e influencia de las condiciones meteorológicas en la emisión, transporte y formación de los contaminantes atmosféricos	
I.3.6. Grupos más vulnerables	
I.3.7. Principales incertidumbres y desconocimientos	
I.4. La contaminación atmosférica en España.....	88
I.4.1. Marco legal	
I.4.2. Estrategia Española de Calidad del Aire	
I.4.3. Magnitud del problema. Estudios científicos	
I.4.4. Fuentes de emisión	
I.4.5. Calidad del aire. Agentes contaminantes. Conclusiones	
I.5. Red de Gestión de la Calidad del aire de Valladolid.....	101
I.5.1. Descripción general	

I.5.2. Funcionamiento de las estaciones de medida	
I.5.3. Datos sobre contaminación	
II. Objetivos.....	105
II.1. Objetivo general.....	105
II.2. Objetivos específicos.....	105
III. Material y métodos.....	108
III.1. Diseño.....	109
III.2. Variables de estudio. Fuentes de información.....	109
III.2.1. Niveles de exposición de la población	
III.2.2. Concentraciones objetivo y de fondo	
III.2.3. Tamaño de los grupos de población expuestos	
III.2.4. Incidencia del efecto en salud	
III.2.5. Funciones de concentración - respuesta	
III.3. Método de cálculo.....	117
IV. Resultados y Discusión.....	126
IV.1. PM ₁₀ : mortalidad relacionada con exposición a corto plazo.....	129
IV.1.1. Mortalidad por todas las causas (salvo causas externas) en todas las edades	
IV.1.2. Mortalidad respiratoria y por todas las causas (salvo causas externas) en niños menores de 5 años	
IV.2. PM _{2,5} : mortalidad relacionada con exposición a largo plazo.....	147
IV.2.1. Mortalidad cardiopulmonar en adultos mayores de 30 años	
IV.2.2. Mortalidad por cáncer de pulmón en adultos mayores de 30 años	
IV.3. O ₃ : mortalidad relacionada con exposición a corto plazo.....	214
IV.3.1. Mortalidad por todas las causas (salvo causas externas) en todas las edades	
IV.3.2. Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades	
IV.3.3. Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades	
IV.4. Limitaciones e incertidumbres.....	257
V. Conclusiones.....	269
VI. Futuras posibilidades de investigación.....	272
VII. Bibliografía.....	274
VIII. Anexos.....	292
VIII.1. Anexo I.....	292
VIII.2. Anexo II.....	298
VIII.3. Anexo III.....	301

Introducción

I. Introducción

I.1. Medio ambiente y salud

La salud humana depende decisivamente de un amplio espectro de factores ambientales. Dentro de los factores ambientales determinantes de la salud, la Organización Mundial de la Salud (OMS) incluye en su definición de "medio ambiente y salud" tanto los efectos patológicos directos de las sustancias químicas, las radiaciones, el ruido y algunos agentes biológicos, o los efectos (con frecuencia indirectos) en la salud y el bienestar derivados del medio físico, psicológico, social y estético en general, comprendida la vivienda, el desarrollo urbano, el uso del terreno y el transporte, además de la nueva amenaza que supone el cambio climático originado por el calentamiento global ¹.

Si el objetivo último de la Salud Pública es mejorar la salud de las poblaciones, quienes deciden y gestionan la Salud Pública tendrían que asegurar que aquellos determinantes de salud que están fuera de la capacidad de los individuos (como puede ser los factores ambientales con los que las personas están en contacto diariamente al desarrollar su vida cotidiana) están dentro los valores establecidos como adecuados (estudiados, evaluados y controlados) para asegurar ese nivel de salud. Según la OMS, la Salud Ambiental abarca los aspectos de salud humana, incluyendo la calidad de vida, que son determinados por factores físicos, químicos, biológicos, sociales, y psicosociales en el ambiente. También se refiere a la teoría y a la práctica de determinar, corregir, controlar y prevenir esos factores del ambiente que pueden afectar negativamente la salud de generaciones presentes y futuras ¹.

Hoy en día sabemos que la interacción entre medio ambiente y salud es más estrecha y compleja de lo que se ha venido pensando hasta ahora. Por ejemplo, existe evidencia del efecto significativo que tiene sobre la salud la interacción de distintas sustancias contaminantes o la exposición prolongada durante varias décadas, incluso a un nivel mínimo, a un "cóctel" de sustancias contaminantes en la atmósfera, el agua, los alimentos, los productos de consumo o los edificios, los efectos acumulativos a largo plazo, la contaminación de bajo nivel frente a los accidentes y catástrofes medioambientales así como la proporción de la población expuesta a un riesgo que determina la magnitud del efecto adverso sobre la salud. Por tanto, la planificación de políticas en el ámbito de la salud ambiental es difícil pues supone tomar decisiones en un entorno cargado de incertidumbre ¹.

Muchas políticas tienen consecuencias para la salud y los sistemas sanitarios. Pero a menudo se elaboran desde un discurso diferente, y sus responsables no siempre son conscientes de los efectos potenciales para la salud. Los grandes factores determinantes de la salud no son materia exclusiva de la política sanitaria por lo que se necesitan medidas coordinadas en otros campos,

como el medioambiental, el social o el económico pues muchas de las estrategias necesarias para evitar el deterioro del medio ambiente son favorables para la salud. Por ejemplo, un aumento del transporte activo en los países industrializados supondría una reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de automóviles particulares y que ocasionan el calentamiento global que provoca el cambio climático, mejorando así la calidad del aire lo que implicaría una mejor salud respiratoria y un menor número de defunciones prematuras, al tiempo que el aumento de la actividad física daría lugar a un menor número de casos de obesidad y de enfermedades relacionadas con la misma.

1.1.1 Evaluación del impacto en salud

La OMS señala en la carta de Ottawa que entre las estrategias de acción de la Promoción de la salud se encuentran los ambientes favorables para la salud, reconociendo la necesidad de realizar una evaluación sistemática del impacto que los cambios del medio ambiente producen en la salud, particularmente en los sectores de la tecnología, el trabajo, la energía, la producción y el urbanismo. Dicha evaluación debe ir acompañada de medidas que garanticen el carácter positivo de los efectos de esos cambios en la Salud Pública. No obstante, la relación entre el ambiente y la salud se remonta más allá en el tiempo en el desarrollo de la Salud Pública. Edwin Chadwick, en su informe "Survey into the Sanitary Condition of the Labouring Classes in Great Britain" publicado en 1842 puso de manifiesto que las malas condiciones del aire, agua, suelo y el entorno eran factores fundamentales en la diseminación de las enfermedades ¹.

Establecer un vínculo causal entre factores medioambientales y sus efectos perjudiciales para la salud plantea muchas dificultades. Esto ha hecho que, hasta el momento, la relación entre medio ambiente y salud no haya sido tratada convenientemente. Las evaluaciones medioambientales y las medidas adoptadas se han venido centrando en los efectos de contaminantes concretos o exposiciones concretas (contaminación del aire, agua, exposiciones a compuestos químicos). Este abordaje ha simplificado tanto la investigación como las intervenciones derivadas de la misma, pero no ha permitido apreciar en su justa medida las repercusiones reales sobre la salud de las poblaciones. Se necesita, por lo tanto, para su estudio, una metodología con un enfoque sistémico, y que se lleve a cabo de una manera sistemática, ya que los vínculos entre medio ambiente y salud son muy complejos ¹.

En este sentido, una alternativa que se ha planteado es la Evaluación de Impacto en Salud (EIS). La EIS es una metodología integral propuesta por la OMS para determinar el impacto sobre la salud de, entre otros, los proyectos, propuestas de políticas y estrategias que, originalmente, no traten específicamente de la salud, pero que tengan un efecto en la misma ¹.

Aunque en la literatura se pueden encontrar múltiples definiciones de EIS, quizás una de las más aceptadas es la señalada por la OMS y recogida en el Documento de Consenso de Goteborg, donde se define como “una combinación de procedimientos, métodos y herramientas por las cuales una política, programa o proyecto puede ser evaluada en función de sus potenciales efectos sobre la salud de la población y de la distribución de los mismos en dicha población”. La EIS es una combinación de procedimientos y métodos que proporciona información a los gestores, tanto sanitarios como de otros ámbitos, sobre el posible impacto que una intervención puede tener sobre la salud de la población. La EIS es una herramienta infrutilizada en España, a diferencia de lo que ocurre en otros países del entorno europeo ².

Las intervenciones promovidas desde diferentes ámbitos sanitarios y no sanitarios, tales como reformas en el sistema de salud o en la infraestructura de un barrio, migraciones, cuestiones de género o de ocio, cambio de los niveles de concentración de un contaminante en el aire o en el agua o en los niveles de ruido, pueden producir repercusiones sobre la salud de los habitantes implicados, y pueden ser por tanto objeto de EIS. Así, esta herramienta facilita la incorporación del conocimiento científico en el proceso de toma de decisiones, y podría formar parte del diseño y del desarrollo de cualquier intervención con repercusiones para la salud. Mediante la EIS los científicos tienen la oportunidad de presentar la evidencia sobre el impacto en salud de forma comprensible especialmente para los sectores no sanitarios encargados de promover nuevos proyectos o de evaluar los ya implantados ².

Las políticas diseñadas fuera del sector sanitario influyen en muchos determinantes de la salud. Se necesitan análisis sistemáticos de los efectos sobre la salud que informen del desarrollo de las políticas que se aplican e incluyan a la salud en la agenda de otros sectores socioeconómicos. De hecho, aunque existe un conocimiento científico considerable de los efectos sobre la salud de varios factores de riesgo ambientales, a menudo las políticas reguladoras no reflejan ese conocimiento adecuadamente. La EIS implica trabajar con un amplio conjunto de responsables políticos, de técnicos y de otras partes interesadas para apoyar la elaboración de políticas públicas saludables. La EIS estudia los determinantes de la salud de una forma integrada, más que concentrarse sobre factores de riesgo individuales, y es una herramienta para la gestión del riesgo en el sector de la salud y el medio ambiente ³.

El objetivo global de la EIS es proporcionar a los responsables de la toma de decisiones la información adecuada de las implicaciones de cualquier política sobre la salud. Es fundamental, por tanto, que las distintas políticas actúen conjuntamente para proteger la salud. Las autoridades sanitarias adquieren entonces la obligación de plantear este enfoque en la planificación de las diversas políticas de que se compone cualquier acción de gobierno ³.

La EIS está siendo impulsada desde distintos organismos internacionales, siendo una de las principales estrategias políticas de la OMS en Europa (“Health 21”) asegurar su uso, lo que implica que la salud sea considerada en las intervenciones. También en Europa, el Tratado de Maastricht (artículo 129) y el Tratado de Ámsterdam (artículo 152) establecen con claridad que todas las acciones y actividades comunitarias deben contemplar un alto nivel de protección de la salud, comprobando que no producen un impacto negativo sobre la misma ².

La EIS debería ser contemplada como un instrumento tanto científico como político, puesto que ofrece un marco estructurado para evaluar un rango amplio de consecuencias sobre la salud derivadas de la implantación de una acción, y permite conectar los resultados obtenidos en las investigaciones epidemiológicas con las intervenciones que se llevan a cabo en salud pública ².

1.1.2 Carga ambiental de enfermedad. Contaminación atmosférica

Como parte de su esfuerzo para generar la información adecuada que se necesita para desarrollar unas buenas políticas de salud pública, la OMS ha elaborado unas guías en las que presenta métodos para analizar la carga global de enfermedad (CGE) y la carga ambiental de enfermedad (CAE) de diversos factores específicos de riesgo ambiental, entre ellos la contaminación atmosférica, permitiendo evaluar su carga de enfermedad a nivel nacional y local. La metodología presentada mantiene el marco general de análisis descrito en el World Health Report, de manera que el esquema de trabajo expuesto se organiza de manera similar en las diferentes guías, señalándose en primer lugar la evidencia científica que asocia el factor de riesgo con la salud, y a continuación se describe un método para estimar el impacto de ese factor de riesgo sobre la población. El método se desarrolla paso a paso, pudiéndose adaptar a un entorno nacional o bien local así como a la disponibilidad de los datos. Asimismo hay que señalar la importancia que ha supuesto la publicación desde 1987 también por parte de la OMS de las Guías de Calidad del Aire para Europa (GCA) y sus sucesivas actualizaciones a la hora de guiar e informar a las autoridades de salud pública en el manejo del riesgo sanitario que supone la contaminación atmosférica ^{4, 5}.

La contaminación del aire es un importante determinante de la salud, especialmente en los países en desarrollo. La exposición a la contaminación atmosférica está en gran parte fuera del control individual, apreciándose una desigual exposición de la población a este factor de riesgo. La contaminación atmosférica se combina con otros riesgos del medio ambiente físico y social originando una muy seria carga de enfermedad, especialmente en los grupos de población más empobrecidos. Se necesitan entonces acciones por parte de las autoridades de salud pública en todos los niveles (local, regional, nacional e incluso internacional). La Comisión Europea (CE) defiende esta actitud al promover la incorporación de la salud en todas las políticas (“health in all policies), para que el concepto de salud no esté presente únicamente en las políticas y

estrategias desarrolladas desde el sector sanitario que puede liderar la aproximación promovida por la Unión Europea en su Estrategia de Salud "Juntos por la salud: un enfoque estratégico para el 2008-2013 de la UE" para incluir la salud en todas las políticas ("health in all policies") al estimular a otros sectores socioeconómicos (industria, energía, transporte, organizaciones sociales) a incluir la perspectiva de salud en sus estrategias y a impulsar el desarrollo y aplicación de políticas que reduzcan la contaminación atmosférica y los riesgos sanitarios que conlleva ^{3,6}.

Concepto. Indicadores

La carga de enfermedad de una población y su distribución en diferentes estratos de la misma (niños, mujeres, ancianos), son datos muy importantes en la definición de estrategias y políticas que mejoren la salud de la población. Para los responsables de diseñar políticas, las estimaciones sobre la carga de enfermedad proporcionan un indicador de las ganancias en salud que se podrían alcanzar mediante acciones dirigidas contra factores de riesgo específicos. Estos datos también permiten priorizar las acciones y destinarlas a los grupos de población en mayor riesgo. La OMS, continuando en su labor de ofrecer a los encargados de elaborar políticas de salud la información adecuada, ha analizado una serie de factores de riesgo a nivel mundial, entre los que se encuentra la contaminación atmosférica, en su publicación World Health Report (OMS, 2002) ⁷.

Además de la información facilitada por las estimaciones de la carga de enfermedad, el desarrollo racional de políticas sanitarias y de otros sectores que directamente intervienen o influyen en los determinantes de la salud, requiere información adicional como la que proporcionan los estudios de efectividad y costo-efectividad de las intervenciones que se realicen, datos sobre la disponibilidad de recursos e información sobre el propio contexto en el que se diseñan las políticas ⁸.

La CAE cuantifica la cantidad de enfermedad causada por los riesgos ambientales. La carga de enfermedad se puede expresar en términos de mortalidad, de incidencia o de años de vida ajustados por discapacidad (AVAD). Este último indicador combina en una única medida la carga debida a la mortalidad con la discapacidad, permitiendo comparar la carga de enfermedad debida a varios factores de riesgo ambiental con otros factores de riesgo o enfermedades ⁸.

Si una población está expuesta a un factor de riesgo que ocasiona problemas de salud (enfermedad o muerte) y se elimina ese factor del medio ambiente (por ejemplo mediante acciones legislativas), se esperaría que la cifra global del problema de salud en esa población disminuyera. La reducción proporcional en el número de enfermos o de muertos como resultado de disminuir el factor de riesgo se denomina fracción atribuible (FA) entendiéndose entonces

como la proporción de todos los problemas de salud o de muertes en una comunidad que se pueden atribuir al factor de riesgo ⁹.

Las dos interpretaciones más comunes de la FA están relacionadas pero no son equivalentes. La primera considera a la FA la proporción de la carga de enfermedad explicada causalmente (o bien que se puede atribuir) por el factor o factores de riesgo que se consideren. En este caso, se considera que no tiene sentido el intento de dividir la causalidad cuando actúan múltiples fuerzas conjuntamente para producir un resultado. En la segunda interpretación se considera a la FA la proporción del riesgo de enfermedad que se eliminaría de la población si la exposición al factor de riesgo se suprimiera. Se debe extremar el cuidado en la interpretación y comunicación de los resultados referidos a este indicador ¹⁰.

Al calcular la carga de enfermedad atribuible a un factor de riesgo ambiental el caso más sencillo es cuando la exposición se puede reducir a cero, lo que no es siempre alcanzable en la práctica (por ejemplo, la contaminación atmosférica por materia particulada (PM), pues además de la procedente de la quema de combustibles fósiles también existen fuentes naturales aunque a bajos niveles). Por esta razón se considera cuanta carga de enfermedad disminuiría si la exposición al factor de riesgo se redujese no a cero sino a un nivel factible, por ejemplo un nivel establecido previamente (contrafactual) o bien una concentración basal). En definitiva, es la disminución de una enfermedad o problema que se puede conseguir en una población determinada al reducir el riesgo considerado ⁹.

Otra cuestión es la determinación de aquellos factores ambientales razonablemente modificables. Un ejemplo está en las políticas de transporte y las dificultades implícitas en este análisis. Por ejemplo, en este momento la prohibición total de los coches en las ciudades puede no ser práctica o factible, pero adoptar vehículos con tecnologías más limpias y otros modos de transporte (tren, autobús, bicicleta, caminar) son alternativas ampliamente consideradas. Estas estrategias se contemplan como parte del medio ambiente modificable, en el marco de las medidas que podrían reducir la contaminación atmosférica urbana y las enfermedades relacionadas ⁹.

A menudo la carga de enfermedad es el resultado de diversos factores de riesgo ambiental, social y de comportamiento. La suma de estos diferentes factores de riesgo (fracciones atribuibles) puede sobrepasar el 100%, lo que significa que la carga de enfermedad potencialmente se podría reducir o eliminar mediante diferentes intervenciones. Para decidir la mejor opción, hay que considerar cuestiones como el coste-efectividad de intervenciones alternativas. Sin embargo, la modificación ambiental puede ofrecer varias ventajas ⁹.

- Prevenir las enfermedades antes de que aparezcan elimina costes de tratamiento asociados y evita a la población soportar la enfermedad.
- Las intervenciones pueden ser generalmente más sostenibles, al conseguir un impacto a largo plazo sobre la salud, comparado con el tratamiento médico.
- La modificación ambiental es con frecuencia la opción más igualitaria, beneficiando a amplios grupos de población.

Así pues la FA es otra de las herramientas disponibles en salud pública para establecer prioridades de acción. Asimismo se deben considerar otros aspectos, como son el coste económico, la preocupación de la sociedad y la aceptabilidad por la misma de las acciones que se decidan para reducir la exposición a un determinado factor de riesgo. En cualquier caso, el proceso de toma de decisiones para seleccionar prioridades de actuación en salud pública es complejo ¹¹.

Opciones de cálculo

Aunque la aproximación básica para estimar la CAE es común para cualquier factor de riesgo ambiental, las operaciones de cálculo varían de acuerdo a la información disponible y a su formato. Además de parámetros específicos en cada paso del método de cálculo se precisarán datos locales sobre la epidemiología del fenómeno que se quiera estudiar.

En general, un análisis de la CAE requiere los datos siguientes para evaluar un factor de riesgo (Prüss-Üstün et al., 2003) ¹²:

1. La distribución de la exposición al factor de riesgo dentro de la población en estudio
2. La relación entre exposición y respuesta para el factor de riesgo analizado
3. Información sobre el fenómeno de salud en estudio, bien mediante los AVAD de la enfermedad para el factor de riesgo de interés, u otra información epidemiológica como las cifras de mortalidad o de incidencia, si no se puede disponer de los AVAD.

La distribución de la exposición al factor de riesgo en la población (1) y la información sobre exposición y respuesta (2) se combinan en una fracción de impacto (FI, otra manera de denominar a la FA) la cual se aplica a las estimaciones de la enfermedad (3). La fracción de impacto es el porcentaje del riesgo de la población que se puede atribuir a exposiciones perjudiciales o a comportamientos de riesgo, múltiples niveles de exposición o a la eliminación incompleta de la exposición. Cuando la exposición se mide en términos de incremento de los niveles de contaminantes, el enfoque del análisis se fundamenta en la exposición y se denomina planteamiento basado en la exposición. Por ejemplo, en la exposición a la contaminación atmosférica se informa de incrementos continuos o categóricos en la contaminación del aire atmosférico ¹².

Si no se puede especificar una relación numérica continua entre la causa proximal del problema de salud y los resultados del mismo, debido por ejemplo a relaciones competitivas entre diferentes exposiciones, un planteamiento alternativo al anterior es la selección de escenarios de exposición característicos. De esta manera la población de estudio se puede dividir en escenarios de exposición definidos, correspondiéndole a cada uno de ellos un riesgo específico. Por ejemplo, en el ámbito de la higiene y saneamiento del agua, a menudo no hay mediciones directas de la calidad del agua de bebida para toda la población de un país por lo que se pueden definir escenarios de exposición basándose en causas más distales de la enfermedad como el acceso a un mejor suministro de agua y un saneamiento mejorado ¹².

La capacidad para medir los efectos de la contaminación sobre la salud ha mejorado en las últimas décadas, debido a los avances en la monitorización de la contaminación y en las técnicas estadísticas. Los métodos actuales miden a menudo los efectos de la contaminación a través de la PM y se ha detectado un aumento tanto en la mortalidad como en la morbilidad a las concentraciones ambientales existentes de PM. Por tanto es de esperar un impacto significativo sobre la salud por la contaminación en los centros urbanos de todo el mundo, dada la ubicuidad de la exposición a la PM. La fuente más importante de PM a menudo es la combustión de combustibles procedente tanto de fuentes móviles (automóviles, camiones y autobuses) como estacionarias (plantas generadoras de electricidad y calderas), aunque también contribuyen otras fuentes como el polvo generado en las autopistas y otras vías de comunicación, la quema de biomasa, diferentes procesos productivos industriales y contaminantes primarios de los motores diesel ⁴.

Para el análisis cuantitativo se ha escogido la PM, tanto la PM_{2,5} como la PM₁₀ (que denotan PM menor de 10 o 2,5 µm de diámetro respectivamente) porque estas medidas de exposición se han utilizado en estudios epidemiológicos en todo el mundo que han permitido el cálculo posterior de los parámetros necesarios para poder establecer un modelo que estime el riesgo de exposición a estos contaminantes, a través de las funciones de concentración-respuesta (FCR) y que facilite la cuantificación de la carga de enfermedad asociada. Además, en las últimas dos décadas, estudios epidemiológicos que abarcan los cinco continentes han demostrado una asociación entre la morbi-mortalidad y las concentraciones de exposición diarias o a más largo plazo (más de un día o periodos de más de un año) de agentes contaminantes que incluyen la PM. Se estima que el impacto sobre la mortalidad se da especialmente en ancianos con enfermedades cardiovasculares y respiratorias preexistentes así como entre la población infantil. Los efectos sobre la morbilidad incluyen ingresos y visitas a urgencias, ataques de asma, bronquitis, síntomas respiratorios y pérdida de jornadas de trabajo y escolares. Sin embargo, la OMS no proporciona un método para calcular la morbilidad atribuible a la contaminación atmosférica puesto que estos cálculos requieren una estimación de las tasas de enfermedad basales en ausencia de contaminación atmosférica ⁴.

Igualmente, se ha elegido al O₃ porque se conoce desde hace años que la exposición al O₃ a nivel del suelo es perjudicial para la salud, pues se han asociado con este agente contaminante una serie de efectos negativos, de los cuales la mortalidad prematura es el indicador de salud más robusto y significativo para evaluar sus consecuencias sobre la salud pues la evidencia científica es fuerte al existir numerosas series temporales en Europa y fuera de ella que muestran una asociación entre la mortalidad y la exposición a corto plazo al O₃ (por ejemplo variaciones diarias en su concentración). Asimismo la OMS ha calculado los parámetros necesarios que permiten construir una función de concentración-respuesta para este indicador. La exposición al O₃, además de un aumento de las tasas de mortalidad, se asocia con otros efectos sobre la salud a corto plazo entre los que se pueden señalar efectos adversos sobre la función pulmonar, reacciones inflamatorias pulmonares, efectos adversos sobre síntomas respiratorios, incremento de la utilización de medicamentos y aumento de ingresos hospitalarios. En cuanto a sus efectos a largo plazo, se ha indicado una reducción en el crecimiento de la función pulmonar ^{13, 14}.

Así pues, se puede utilizar un planteamiento basado en la exposición para calcular la CAE, de forma que la evaluación de los efectos de salud se realiza mediante un análisis del riesgo, en la que se integra información sobre la exposición, la FCR y las tasas basales del efecto en salud considerado, con lo que para realizar un análisis del impacto en salud que proporcione una estimación de la carga de enfermedad se requiere disponer de: ^{4, 13-17}.

- datos sobre la concentración ambiental del contaminante para cuantificar una estimación de la exposición.
- datos sobre el tamaño de la población en riesgo, tanto globales como de posibles grupos más susceptibles al riesgo.
- tasas basales de los fenómenos de salud que reflejen el impacto del contaminante, bien de mortalidad o de morbilidad.
- Funciones de concentración – respuesta (FCR) del riesgo relativo del fenómeno de salud, que asocian los cambios en la concentración del contaminante estudiado con los cambios en la incidencia del efecto adverso en salud. Estas funciones se derivan de estudios epidemiológicos.

La mortalidad es el indicador que posee las FCR más fiables y para el que en general es más sencillo poder encontrar fuentes de información más consistentes. Por tanto, es posible cuantificar la carga de enfermedad, expresada mediante indicadores de mortalidad, debida a la contaminación atmosférica por los agentes contaminantes atmosféricos PM y O₃, para una ciudad o región determinadas, utilizando la información derivada de la importante serie de estudios epidemiológicos desarrollados en las últimas décadas.

Así pues, el método que se va a aplicar en este trabajo para estimar la carga de enfermedad asociada con la exposición ambiental a la contaminación del aire atmosférico es el fruto del extenso trabajo de revisión auspiciado por la OMS, el más exhaustivo de los realizados hasta la fecha, que ha quedado plasmado en el procedimiento y las recomendaciones presentadas por la OMS tanto para la materia particulada en su publicación del año 2004 "Outdoor air pollution. Assessing the environmental burden of disease at national and local levels" como para el O₃ en las estimaciones de riesgo sugeridas en su documento "Meta-analysis of time-series studies and panel studies of Particulate Matter (PM) and Ozone (O₃). Report of a WHO task group" ^{4, 14}.

Este método se formaliza en la aplicación informática que la OMS ha desarrollado para calcular las estimaciones descritas en la primera publicación que acabamos de citar. Asimismo, de manera específica para el O₃, este trabajo se apoya igualmente en el documento publicado por el CARB (California Air Resources Board) de la Agencia de Protección Ambiental de California, plasmado en el Apéndice B de su documento "October 2005 Revision. Review of the California Ambient Air Quality Standard for Ozone. Volume IV" ¹⁶.

Estimaciones

Las estimaciones de la carga de enfermedad atribuida a la contaminación atmosférica pueden ayudar a establecer las prioridades en el control de la contaminación del aire, respecto de otras intervenciones que mejoren la salud pública. Asimismo, la evaluación cuantitativa del efecto sobre la salud de la contaminación atmosférica ofrece un procedimiento para comparar hipotéticas situaciones alternativas de control para estimar la carga de enfermedad asociada, por ejemplo, a un valor guía u objetivo determinado.

Tan solo en la Región Europea de la OMS la exposición a la PM disminuye la esperanza de vida por término medio en casi un año, la mayor parte debido al aumento del riesgo de enfermedades cardiovasculares, respiratorias y al cáncer de pulmón. Unos 40 millones de personas en las 115 ciudades más grandes de la Unión Europea (UE) están expuestas a un aire que excede las GCA de la OMS en al menos un agente contaminante. Los niños que viven cerca de carreteras con mucho tráfico de vehículos pesados tienen el doble de riesgo de presentar problemas respiratorios que aquellos que viven cerca de vías menos congestionadas. La evidencia epidemiológica actual no es suficiente para inferir una relación causal entre el cáncer infantil y los niveles de contaminación atmosférica encontrados generalmente en Europa. Sin embargo el número de estudios disponibles es limitado y sus resultados sólo son parcialmente consistentes ^{8, 15}.

En una estimación reciente de la CGE se ha calculado que la contaminación atmosférica es responsable aproximadamente del 1,4% de la mortalidad total, del 0,5% de todos los AVAD y del

2% de todas las enfermedades cardiovasculares. Asimismo, se ha atribuido a la contaminación atmosférica el 1% de todas las infecciones respiratorias y el 5% de los cánceres de pulmón ^{7, 18}.

Para obtener esas estimaciones del impacto de la contaminación atmosférica, la exposición de la población se basa en las concentraciones de los contaminantes atmosféricos seleccionados, materia particulada (medida tanto como PM_{10} o $PM_{2,5}$) y O_3 . La PM es una mezcla de partículas sólidas y líquidas y de agentes químicos cuya composición varía en el tiempo y en el espacio. El O_3 es un gas muy reactivo que estimula el estrés oxidativo cuando entra en las vías respiratorias. Después de multiplicar las concentraciones de exposición por el número de personas expuestas, se aplican las FCR procedentes de la literatura epidemiológica. Estas funciones relacionan las concentraciones ambientales de los agentes contaminantes con sus efectos sobre la salud y permiten calcular el riesgo atribuible ⁴.

Las estimaciones de la CGE se basaban en las concentraciones medias urbanas de PM_{10} y $PM_{2,5}$, utilizadas como marcadores de contaminación atmosférica. Tradicionalmente, los sistemas de medición para monitorizar las concentraciones de PM se implantaron para determinar las concentraciones de los contaminantes en la exposición basal y regional de la población. Así pues, esas estimaciones incorporaban algunas de las fuentes urbanas de contaminación más importantes como por ejemplo el tráfico, las calderas industriales y la incineración. Por otra parte, como los monitores eran fijos, las estimaciones no consideraron las “zonas calientes” de contaminación que pueden haber afectado a grupos de población sin influir en la media urbana global. Además, las estimaciones de la carga global de enfermedad no incorporaban los efectos de la contaminación atmosférica en las ciudades de menos de 100.000 habitantes o en las poblaciones rurales, ni los efectos de otros contaminantes como el O_3 y otros compuestos no incluidos en la mezcla de PM_{10} ⁴.

La carga de enfermedad en grandes ciudades variará según factores como la cantidad de combustible fósil utilizado, las condiciones meteorológicas, las tasas de enfermedades subyacentes, y el tamaño y la densidad de población. Las estimaciones de carga de enfermedad serán más elevadas en aquellas regiones del mundo que sean muy dependientes del carbón como combustible, aquellas con condiciones topográficas y climáticas que limiten la dispersión de la contaminación y en las megaciudades con concentraciones significativas de PM_{10} o $PM_{2,5}$ procedentes de la congestión del tráfico. Se piensa que la $PM_{2,5}$ es una amenaza para la salud mayor que la PM_{10} puesto que es más probable que las partículas más pequeñas penetren más profundamente en los pulmones. Además, existen estudios que han mostrado que partículas de este tamaño entran en el ambiente interior doméstico. Sin embargo, la mayoría de los estudios han comunicado sus efectos utilizando PM_{10} , ya que la $PM_{2,5}$ se ha monitorizado con menor frecuencia. Por lo tanto, el método propuesto por la OMS para estimar la CGE y la CAE utiliza como indicadores de exposición a la contaminación atmosférica tanto la PM_{10} como la $PM_{2,5}$ ⁴.

Para estimar la CAE, la OMS ha utilizado una metodología similar a la empleada para estimar la CGE, con debilidades e incertidumbres parecidas. Al igual que en el estudio sobre CGE, la OMS proporciona las estimaciones de CAE para varios indicadores de salud que incluyen la mortalidad cardiovascular en adultos y de cáncer de pulmón asociados con la exposición a largo plazo a $PM_{2,5}$, la mortalidad por todas las causas en todas las edades asociada con la exposición a corto plazo a PM_{10} , y la mortalidad infantil por enfermedades respiratorias asociadas con la exposición a PM_{10} . La OMS considera que el cálculo de estas estimaciones a nivel nacional o para una ciudad específica, especialmente si se utilizan estudios locales, ayudará a determinar las prioridades para el control de la contaminación del aire, entre otras potenciales medidas de mejora de la salud pública ⁴.

En la mayor parte de los países de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (UNECE) la calidad del aire atmosférico ha mejorado considerablemente en las últimas décadas. Esta mejora se consiguió gracias a una serie de medidas para reducir las emisiones de gases nocivos para la salud, incluyéndose aquellos recogidos en los protocolos de la Convención sobre Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Larga Distancia (LRTAP en sus siglas en inglés). Sin embargo, existen datos convincentes para afirmar que los niveles actuales de contaminación atmosférica todavía suponen un riesgo considerable para el medio ambiente y la salud de la población ¹⁵.

Mientras que los primeros acuerdos sobre la Convención LRTAP estaban motivados por la preocupación sobre el transporte transfronterizo de contaminantes acidificantes, los efectos sobre la salud humana han ido ganando más importancia en los últimos años. Como recoge la revisión realizada por la OMS sobre los riesgos de la PM ¹⁵, esta preocupación llevó a crear un grupo de trabajo conjunto entre la OMS y la Convención para abordar los aspectos sanitarios de la contaminación atmosférica. El primer informe realizado por ese grupo de trabajo sobre la PM y sus efectos sobre la salud se presentó en 1999. El documento concluía que aunque hay una incertidumbre considerable respecto a la información disponible y los métodos de monitorización, los análisis preliminares indican que las partículas procedentes del transporte a larga distancia de la contaminación atmosférica pueden provocar decenas de miles de muertes prematuras en Europa. Este informe también reconocía la necesidad de aumentar los estudios epidemiológicos, los modelos atmosféricos y el análisis de la calidad del aire como medios para mejorar la confiabilidad y precisión de las estimaciones ^{15, 19}. A partir de este documento la OMS siguió trabajando intensamente en esta área ^{20, 21, 22}. Fuera del marco que proporciona la LRTAP se han realizado proyectos como la publicación del Segundo Documento sobre PM realizado por un grupo de trabajo auspiciado por la Comisión Europea (CE) a través de su programa CAFE (The Clean Air Initiative for Europe), así como el documento con los criterios sobre PM de la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los EUA (USEPA) ^{23, 24}. En estos años, considerando el importante aumento de la literatura sobre la cuestión, la OMS y los grupos de trabajo auspiciados

por la misma han ido actualizando las conclusiones y revisiones sobre los riesgos para la salud que entraña la PM procedente del transporte transfronterizo a larga distancia de la contaminación atmosférica ¹⁵.

A la hora de analizar el riesgo de la PM para la salud, se pueden destacar también las decisiones del grupo de trabajo entre la OMS y la Convención. La estimación del impacto que proporciona este análisis se preparó y publicó en el marco del programa CAFE de la CE. El principal indicador de impacto en salud elegido para el análisis es la mortalidad. Asimismo, en el desarrollo de modelos, dentro de la LRTAP se ha desarrollado el Programa Cooperativo para Monitorizar y Evaluar la Transmisión a Larga Distancia de Contaminantes Atmosféricos (EMEP en sus siglas en inglés). La exposición de la población se indica mediante la media anual de la concentración de PM_{2,5} que proporciona el modelo EMEP. En el análisis efectuado la FCR utilizada se basa en la cohorte de estudio más grande disponible en el momento, que incluía medio millón de personas seguidas durante 16 años. En este estudio se observó un aumento del riesgo de mortalidad por todas las causas de un 6% por 10 µg/m³ de PM_{2,5}, recomendándose esta cifra para realizar análisis de impacto en salud ²⁵. El cálculo del impacto de la exposición a PM sobre la morbilidad es menos preciso que para la mortalidad, pues la base de datos para las FCR y los niveles de base de los indicadores de salud adecuados es más escasa. Sin embargo, la OMS ha presentado estimaciones del impacto sobre la morbilidad obtenidos a partir de esa cohorte. Los resultados de este análisis indican que la exposición actual a la PM procedente de fuentes antropogénicas supone en Europa una pérdida media de esperanza de vida de 8,6 meses. El impacto varía desde alrededor de 3 meses en Finlandia a más de 13 meses en Bélgica. El número total de muertes prematuras atribuidas a esta exposición asciende a unas 348.000 en la UE (considerando 25 países en el momento del análisis). Otros efectos sobre la salud diferentes de la mortalidad se pueden atribuir también a esta exposición, como por ejemplo serían 100.000 ingresos hospitalarios por año. Se supone que ocurren igualmente otros impactos negativos sobre la morbilidad, pero la debilidad de los datos existentes afecta a la precisión y robustez de las estimaciones ^{15, 25, 26}.

La mayor parte de la evidencia sobre los efectos de la PM sobre la salud deriva de los estudios epidemiológicos sobre poblaciones humanas realizados en multitud de entornos geográficos, principalmente urbanos. Los estudios epidemiológicos han proporcionado pruebas basadas en situaciones reales de la asociación entre las concentraciones de PM y varios efectos adversos sobre la salud que incluyen la mortalidad, los ingresos hospitalarios por enfermedad cardiovascular y respiratoria, visitas al servicio de urgencias, ataques de asma, bronquitis aguda, síntomas respiratorios y restricción en la actividad diaria. Estas estimaciones de la carga total de enfermedad se basaban únicamente en los efectos de la PM sobre la mortalidad en adultos y en niños. Puesto que los estudios epidemiológicos sugerían que los impactos en la mortalidad ocurrirían probablemente sobre todo entre la población anciana, las estimaciones de la OMS

indicaban que el 81% de la mortalidad atribuible por la contaminación atmosférica y el 49% de los AVAD se producían en la población de edad igual o superior a los 60 años. Los niños menores de 5 años constituían el 3% de la mortalidad atribuible por la contaminación atmosférica y el 12% de los AVAD ^{4, 7}.

En cuanto al O₃ se ha estimado para la UE-25 que cada año se asocian 21.000 muertes prematuras con la superación del límite de 70 µg/m³ de concentración media máxima diaria octohoraria. Se considera que el ligero descenso en los niveles de O₃ a nivel del suelo como consecuencia de la legislación actual, y teniendo en cuenta las políticas actuales de cambio climático, pueden reducir la mortalidad prematura en sólo 600 casos anuales entre los años 2000 y 2020. Se podría conseguir una reducción mayor (en torno al 40%) si se aplicase el escenario de máxima reducción técnica factible (MTFR en sus siglas en inglés). Estas estimaciones se deben interpretar con cautela debido a varias incertidumbres, que se podrían reducir en cierta medida en un análisis posterior, y por limitaciones en la información sobre mortalidad que se puede obtener de los estudios de series temporales que analizan los efectos del cambio en las concentraciones de O₃ en las tasas de mortalidad diarias. Estos estudios muestran como el número de muertes diarias varía en relación con las concentraciones diarias de O₃ en el mismo día o en los precedentes, pero no pueden proporcionar una información directa sobre cuantas de esas muertes se han adelantado, es decir, cuantas vidas se han acertado como consecuencia de la exposición al O₃ a nivel del suelo ^{13, 26}.

Se puede razonar que, en general, estas son muertes de personas que padecían ya alguna enfermedad grave (aunque posiblemente no diagnosticada), lo que implica que las vidas de algunas de estas personas se acortan como mucho unos días mientras que otras, si han sobrevivido, podrían haber vivido aparentemente vidas saludables durante varios años. En el momento presente, no es posible cuantificar de manera precisa la importancia del acortamiento vital asociado a estas muertes prematuras. Para estimar el número de años de vida perdidos (AVP) debido a la exposición, el proyecto ExternE y Rabl asumieron que la vida se acorta una media de seis meses a consecuencia de la exposición. Sin embargo, el análisis coste-beneficio del proyecto CAFE, al igual que Levy et al., asumiendo que la media aritmética del acortamiento vital es un año y que la distribución del acortamiento puede estar muy sesgada, obtuvo un valor medio más bajo. Además, es necesario aclarar la influencia del valor de corte seleccionado (70 µg/m³) sobre los resultados. El indicador SOMO-35 (suma de los niveles de O₃ medido como concentración máxima octohoraria superiores a 35 ppb, 70 µg/m³) se basa en la aplicación de un enfoque conservador al modelo por las dudas en la forma de la FCR a concentraciones muy bajas de O₃, ignorándose cualquier efecto a estas bajas concentraciones. Los resultados preliminares sugieren que utilizar un valor de corte más bajo, o bien ninguno, tiene un efecto considerable sobre las cifras absolutas de muertes prematuras relacionadas con el O₃ pero que el efecto en el cambio entre los años 2000 y 2020 no es muy grande ^{13, 27-29}.

La revisión sistemática de la OMS sobre los aspectos sanitarios de la calidad del aire en Europa así como la actualización de las GCA de la OMS confirmó la importancia para la salud de la exposición al O₃^{5, 30}. Asimismo, el grupo de trabajo conjunto entre la OMS y la LRTAP desarrolló en 2004 una serie de recomendaciones específicas referidas a la inclusión de la mortalidad relacionada con el O₃ dentro del marco que proporciona el modelo RAINS (siglas en inglés de Regional Air Pollution Information and Simulation model of IIASA, International Institute for Applied Systems Analysis). Los puntos clave de esas recomendaciones son los siguientes²².

- Debido a la falta de datos basales consistentes sobre morbilidad, el análisis a nivel europeo sobre los efectos del O₃ en la salud debería centrarse en la mortalidad.
- Este análisis debería asumir un riesgo relativo lineal (en la función de concentración-respuesta) de 1,003 para un incremento de 10 µg/m³ en la media del máximo octohorario diario (IC 95% 1,001-1,004) obtenido del meta-análisis auspiciado al respecto por la OMS.
- Los efectos del O₃ sobre la mortalidad se calculan a partir del valor medio máximo diario octohorario.
- Aunque la evidencia entonces era insuficiente para definir un nivel por debajo del cual el O₃ no afecta a la mortalidad, se recomendó para el análisis, como asunción conservadora, un punto de corte en 70 µg/m³ (valor medio máximo diario octohorario).

Este grupo de trabajo también recomendó que puesto que era bastante probable que los efectos globales del O₃ se subestimaran utilizando el SOMO-35 se debería realizar un análisis de sensibilidad sin aplicar un punto de corte (SOMO-0). Esta estimación indicaría un valor de mortalidad en el límite superior de los efectos atribuibles al O₃. Se debería usar el mismo coeficiente. A su vez se recomendó que los efectos del O₃ se analizasen a lo largo de todo el año. Asimismo, para evaluar la exposición al O₃ en las áreas urbanas se deberían emplear concentraciones de fondo. En línea con lo expuesto en los estudios más robustos, se consideró suficiente utilizar una concentración media de O₃ por ciudad. Igualmente, puesto que en ese momento no había datos suficientes para diferenciar grupos de población susceptibles, los cálculos se deberían aplicar a toda la población²².

En la UE-25 se asocia también al O₃ con 14.000 ingresos hospitalarios anuales por motivos respiratorios. El O₃ afecta la salud diaria de amplios estratos de población en forma de síntomas de vías respiratorias inferiores, tos, uso de medicación respiratoria (especialmente en niños) y jornadas con actividad restringida. Las cifras estimadas están entre los 8 y los 108 millones de personas-día anuales, según el indicador de morbilidad que se estudie. La disminución esperada de los indicadores de morbilidad por la aplicación de las políticas de control actuales es más significativa que la esperada para la mortalidad, oscilando aproximadamente de un 8% (para el

uso de medicación respiratoria en adultos) al 40% (tos y síntomas de vías respiratorias inferiores en niños). Sin embargo se espera que aumenten los ingresos hospitalarios asociados al O₃ debido a cambios en la estructura de la población y al aumento de población anciana en riesgo. Las estimaciones actuales del impacto en salud consideran únicamente los efectos agudos sobre la salud, y no cuantifican los posibles efectos por la exposición a corto plazo a concentraciones de O₃ por debajo de 70 µg/m³ o por exposiciones a largo plazo. Aunque la mortalidad prematura relacionada con el O₃ en la UE-25 es substancialmente menor que la asociada con la PM fina, el O₃ es no obstante uno de los contaminantes atmosféricos más importantes asociados con la salud en Europa ^{13, 26}.

Se estima que la reducción de la exposición al O₃ y de su impacto sobre la salud para el año 2020, resultantes de la aplicación de las políticas actuales, será pequeña. El paulatino envejecimiento de la población aumentará la población susceptible y el riesgo de base en toda Europa en los próximos años. Las estimaciones actuales consideran únicamente los efectos agudos, pues debido a la falta de evidencia no se pueden excluir la posibilidad de efectos crónicos y de la reducción en la esperanza de vida. Existen pocas oportunidades específicas para evaluar una menor exposición al O₃. Un estudio sobre migración dentro de un mismo país mostró un efecto beneficioso sobre la función pulmonar en niños que se mudaron a zonas con menores concentraciones de PM y O₃. Asimismo, el descenso en la concentración de O₃ durante las Olimpiadas de Atlanta en 1996 se ha asociado con un descenso en los ingresos hospitalarios por asma. La interpretación de estos hallazgos sin embargo no está clara ^{13, 31, 32}.

Por tanto, la mala calidad del aire urbano es un problema con una importante vertiente local, pero también posee una magnitud transfronteriza y planetaria, pues algunos contaminantes pueden viajar largas distancias para producir efectos indeseables como la lluvia ácida y la eutrofización, que afectan especialmente a las masas de agua, los ecosistemas forestales y al patrimonio, al tiempo que otros inciden directamente en el clima y ven agravados sus impactos como consecuencia del fenómeno del cambio climático. Los efectos indirectos de la contaminación atmosférica, como por ejemplo el cambio climático, cada vez son más evidentes. El transporte es el sector emisor de CO₂ procedente de combustibles fósiles de crecimiento más rápido, y por tanto el contribuyente más grande al cambio climático ⁸.

Aunque una menor exposición a la PM y al O₃ es clave para mejorar la salud, no eliminará todos los efectos adversos de ese riesgo. Esto significa que es importante reducir la contaminación por PM y O₃ a niveles más bajos que los especificados en la legislación vigente.

I.2. Efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud. Evidencia científica

El impacto sobre la salud de la contaminación atmosférica se hizo patente durante los episodios de niebla tóxica (smog) en ciudades de Europa y de los EUA de América, como fueron los ocurridos en Londres durante los inviernos de 1952 y 1958. Análisis posteriores de datos de los inviernos de Londres entre 1958 y 1971 demostraron que la mortalidad estaba asociada con la contaminación atmosférica en todo el rango de concentraciones ambientales, no sólo con los episodios de altas concentraciones ambientales de contaminantes ^{4, 33}.

La interpretación de las reacciones que produce la contaminación atmosférica en la salud humana se fundamenta en estudios de dos clases que se complementan entre sí: toxicológicos y epidemiológicos. Uno de los diseños epidemiológicos más utilizados es el de series temporales. En estos estudios se analizan las variaciones en el tiempo de la exposición y el indicador de salud en una población (número de defunciones, ingresos hospitalarios, etc.). Al analizar a la misma población en diferentes periodos de tiempo (día a día, generalmente) muchas de aquellas variables que pueden actuar como factores de confusión individualmente (hábito tabáquico, edad, sexo, ocupación, etc.) se mantienen estables en la misma población y pierden su potencial confusor. Aunque en menor número que los estudios de series temporales, existen varios estudios de cohortes sobre el impacto de la contaminación en la salud. El más importante es el realizado por Pope et al. como parte del Estudio II para la Prevención del Cáncer. En total se recogieron datos sobre factores de riesgo y contaminación atmosférica para unos 500.000 adultos de 151 áreas metropolitanas de los EUA desde 1982. En marzo de 2002 se publicaron los resultados del seguimiento hasta el año 1998 de dicha cohorte. La PM_{2,5} y los óxidos de azufre mostraron una asociación con la mortalidad por todas las causas, por causas del aparato circulatorio y por cáncer de pulmón. Cada aumento de 10 µg/m³ en los niveles atmosféricos de PM_{2,5} se asoció con aproximadamente un aumento de un 4, 6 y 8% del riesgo de morir por todas las causas, por causas del aparato circulatorio y por cáncer de pulmón, respectivamente ^{34, 35}.

El aire atmosférico que respiramos puede estar contaminado por emisiones de vehículos a motor, de la industria, de los sistemas de calefacción y otras fuentes comerciales. Asimismo, el aire de los ambientes interiores se puede contaminar con el humo del tabaco y los combustibles usados en el medio doméstico. Hay que señalar que la fuente de contaminación del aire más directa e importante que afecta a la salud de muchas personas es el humo del tabaco, incluyéndose igualmente a los fumadores pasivos. Asimismo, la contaminación de ambientes interiores y las exposiciones en el entorno laboral también contribuyen de manera sustancial a la exposición global: a menudo las concentraciones en ambientes interiores de NO₂, CO, partículas respirables, formaldehído y radón son más elevadas que las concentraciones en el exterior ^{5, 8,}

³⁶.

I.2.1. Materia particulada (PM)

I.2.1.1 Descripción general. Vías de exposición. Fuentes. Umbrales y valores límite recomendados

Descripción general

Las partículas en suspensión se denominan también, de forma general, PM (“particulate matter”), y son tanto en ambientes urbanos y no urbanos, una mezcla heterogénea de componentes con características químicas y físicas diversas. La investigación sobre las partículas y la interpretación de los resultados es, por tanto, compleja. La posibilidad de que las partículas puedan provocar lesiones varía en función del tamaño, las características físico-químicas y el tipo de fuente de emisión. La clasificación más común es la que se basa en sus características aerodinámicas ya que son éstas las que determinan los procesos de transporte y eliminación en el aire atmosférico, así como su deposición y distribución en el sistema respiratorio. El diámetro aerodinámico se utiliza como indicador del tamaño de la partícula. Con fines legislativos, las partículas se clasifican por el diámetro aerodinámico equivalente, pues como se ha mencionado anteriormente, el tamaño es determinante para la probabilidad de afección a las vías respiratorias ³⁷.

Inicialmente, se regulaba de manera general la concentración de partículas, incluyendo las partículas en suspensión totales (PST) en EUA y Europa, y el humo negro (BS) en Europa. En 1987, la USEPA promulgó un valor límite para las partículas con un diámetro aerodinámico inferior a 10 micras; en 1997, agregó un valor límite para partículas inferiores a 2,5 micras ³⁷.

En atmósferas urbanas se pueden clasificar, de forma general, en tres fracciones importantes en función del tamaño de partícula ³⁷:

- Partículas gruesas: Partículas con un diámetro aerodinámico máximo de 10 μm . También se conocen como PM_{10} . Por definición, incluyen también la fracción fina.
- Partículas finas: Presentan un diámetro aerodinámico de hasta de 2,5 μm . Se denominan también $\text{PM}_{2,5}$ y comprenden, a su vez, las partículas ultrafinas.
- Partículas ultrafinas: Partículas con diámetros máximos de 0,1 μm , también denominadas $\text{PM}_{0,1}$.

Las **partículas gruesas** están producidas, en su mayoría, por la desintegración mecánica de partículas sólidas más grandes. La cantidad de energía requerida para romper estas partículas iniciales en otras de tamaños más pequeños aumenta de forma inversamente proporcional al tamaño de las partículas obtenidas. En áreas urbanas las partículas gruesas suelen proceder de actividades industriales y de materiales de la corteza terrestre, como polvo levantado en actividades agrícolas o en operaciones de explotación minera. El tráfico rodado produce

turbulencias en el aire que pueden suspender el polvo cerca de autopistas y autovías. En las zonas costeras, la evaporación de aerosoles procedentes del mar también es una fuente de partículas gruesas. Las partículas gruesas tienen su origen también en la liberación de sustancias incombustibles en procesos de combustión como, por ejemplo, las cenizas volantes. También pueden proceder de fuentes biológicas como granos de polen y fragmentos bacterianos, esporas o fragmentos de plantas³⁷.

Las **partículas finas** proceden mayoritariamente de gases aunque los procesos de combustión pueden originar también partículas de este tamaño. Además se pueden formar por asociación de las partículas ultrafinas existentes en la atmósfera. El mecanismo de formación de estas partículas finas consiste en un proceso inicial de condensación a altas temperaturas o de reacciones químicas en la atmósfera que generan como producto partículas ultrafinas (núcleos), que están presentes en la atmósfera a presiones de vapor bajas. Estas partículas sufren primero un proceso de nucleación y condensación; posteriormente aumentan de tamaño mediante coagulación (la combinación de dos o más partículas para formar una partícula más grande) o por condensación sobre la superficie de partículas preexistentes. La coagulación es más eficiente en cuanto a la generación de una mayor cantidad de partículas, pero la condensación afecta a partículas de mayor superficie. La eficiencia de la coagulación y de la condensación disminuye cuanto mayor es el tamaño de las partículas, con un límite máximo de aproximadamente 1 micra. Así, las partículas tienden a acumularse mayoritariamente en tamaños de entre 0,1 μm y 1 μm , rango de tamaño denominado "rango de acumulación"³⁷.

Las **partículas de tamaño submicrométrico** también se producen mediante la condensación de metales o de compuestos inorgánicos en procesos de combustión a gran temperatura, así como por la condensación de gases de baja presión de vapor originados por reacciones atmosféricas. Los principales gases precursores son el SO_2 , los óxidos de nitrógeno, el amoníaco y los compuestos orgánicos volátiles (COVs). Por ello, los cambios en las concentraciones atmosféricas de estos gases pueden afectar a las concentraciones de partículas en el ambiente. Por ejemplo, el SO_2 se oxida en la atmósfera formando ácido sulfúrico (H_2SO_4). El NO_2 se oxida produciendo ácido nítrico (HNO_3), que reacciona con el amoníaco (NH_3) para formar nitrato de amonio (NH_4NO_3). Las partículas producidas por las reacciones intermedias de gases en la atmósfera se denominan partículas secundarias. La fracción fina, por lo tanto, está compuesta típicamente por nitratos, sulfatos, humo negro, un gran número de compuestos orgánicos y trazas de metales. Esta fracción también contiene la mayor parte de la acidez de las partículas. Las partículas que componen el humo son menores de 1 μm , siendo las partículas más abundantes las pertenecientes a la gama de tamaños comprendida entre 0,15 μm y 0,4 μm ³⁷. En 2003, se realizó en Europa un estudio recopilatorio sobre las partículas atmosféricas. Se descubrió que los sulfatos y la materia orgánica eran los dos componentes más abundantes en las concentraciones medias anuales de PM_{10} y $\text{PM}_{2,5}$, excepto en los puntos de muestreo

situados a pie de carretera, donde el polvo mineral (con trazas de otros elementos) contribuía de forma importante a la PM_{10} . Los días que la concentración de PM_{10} excede los $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, el nitrato aparece como el principal componente de PM_{10} y de $PM_{2,5}$. El carbono supone entre un 5 y un 10% del $PM_{2,5}$ y un porcentaje algo menor del PM_{10} en todas partes, incluso en los enclaves naturales ³⁷.

En Norteamérica, en general, las partículas PM_{10} están compuestas en peso por entre un 40% y un 90% de $PM_{2,5}$, el resto son partículas gruesas. Se han observado concentraciones anuales medias de $PM_{2,5}$ del orden de $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en puntos de California y en muchas áreas urbanas del este y el sureste de los EUA. Las concentraciones medias durante 24 horas de $PM_{2,5}$ en Ciudad de México excedieron $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y se encuentran entre las mayores registradas en Norteamérica. El material carbonatado es un componente importante de las partículas en toda Norteamérica, mientras que el azufre supone un porcentaje en peso elevado (20%-50%) de las partículas en el este de Norteamérica y el nitrato de amonio es el principal componente (el 25%) en California. En Ciudad de México, la composición de las partículas aparece dominada por carbono orgánico y elemental y el sulfato amónico con cantidades más pequeñas de nitrato de amonio. En general, las zonas costeras experimentan una mayor estacionalidad en la composición de las partículas, que las interiores. Las concentraciones máximas se dan en verano en el este y durante el otoño y el invierno en la parte occidental de Norteamérica ³⁷.

El contenido de aniones en las partículas en España oscila entre el 23% (zona industrial) y 14% (zona urbana). De ellos, el sulfato está en torno al 60%, el nitrato el 30% y el resto es cloruro, con ligeras variaciones en los diferentes periodos estacionales ³⁸.

Vías de exposición

La principal vía de exposición es la inhalación, aunque hay que considerar también la ingestión de partículas depositadas en el suelo a través del contacto con las manos, principalmente en los niños ³⁷.

Fuentes

Hay numerosas fuentes de partículas, tanto naturales como relacionadas con las actividades humanas. Midiendo los patrones temporales y espaciales de la composición química de partículas en el aire y combinando esta información con la información meteorológica, se pueden distinguir las distintas fuentes de partículas. Aunque las distintas fuentes impactan de diverso modo dependiendo de la región, el análisis combinado sugiere que, en los países desarrollados, más de dos tercios de la masa de $PM_{2,5}$ es atribuible a las fuentes antropogénicas. De este modo, las fuentes primarias más importantes son, entre otras, la combustión de los combustibles fósiles (generación de electricidad y motores de combustión interna), la quema de biomasa (quema de madera en hogares, incendios forestales, quema de rastrojos y otros) así como las emisiones de amoniaco de los fertilizantes agrícolas, al formar aerosoles secundarios ^{37, 39}.

Las fuentes de emisión de estas partículas pueden ser móviles o estacionarias. El 77,9% de la cantidad total emitida de PM₁₀ procede del polvo resuspendido existente en la atmósfera. La industria, la construcción y el comercio con un 7,6% y el transporte rodado con un 6,5% representan otros focos de contaminación de especial relevancia. Como fuentes minoritarias de contaminación es importante señalar que el 3,7% del total procede de quemas agrícola y un 3,3% es de origen doméstico ³⁷. Las calderas industriales, las chimeneas, los automóviles que consumen gasolina (con y sin catalizadores), los automóviles diesel y las cocinas, emiten partículas sobre todo en el rango de 0,1 µm-0,2 µm. Los automóviles sin catalizador emiten en masa, mucha mayor cantidad de partículas que aquellos que no los tienen; los camiones diesel, emiten más de 100 veces de magnitud la masa de partículas por kilómetro conducido que un turismo con catalizador. Las partículas de los diesel son prácticamente carbón puro y tienen la forma de agregados submicrométricos, clasificados como esferoides de carbón ultrafinos, con diámetros aerodinámicos equivalentes de alrededor de 0,1 µm ³⁷.

En la mayor parte de los entornos urbanos, la PM se genera fundamentalmente a partir de la combustión de combustible procedente tanto de fuentes móviles (automóviles diesel y no diesel, camiones y autobuses) como estacionarias (plantas generadoras de electricidad, hornos industriales y combustión local). La PM también se puede producir en procesos de trituración mecánica industrial y por fuentes naturales como el polvo desplazado por el viento. A la hora de seleccionar las intervenciones más adecuadas para reducir la carga de enfermedad asociada con la contaminación atmosférica sería muy útil contar con un inventario de las principales fuentes emisoras locales y regionales. En general, las fuentes móviles son responsables del 50% o más de las concentraciones de PM en áreas urbanas. Sin embargo, en ciertas ciudades y regiones, pueden predominar otras fuentes. En zonas rurales, la quema de biomasa puede constituir la fuente más importante ⁴.

En el año 2005 la OMS publicó el informe “Efectos sobre la salud de la contaminación atmosférica relacionada con el transporte”, que supuso el primer análisis global de la contaminación atmosférica relacionada con este sector y de sus riesgos para la salud humana. Asimismo se consideran todos los aspectos relevantes sobre la cuestión, desde los patrones y tendencias en las actividades que determinan la intensidad de las emisiones procedentes del transporte, hasta la contribución del tráfico a los niveles de contaminación, y finalmente los patrones de exposición humana a tales contaminantes. Los efectos sobre la salud de la contaminación atmosférica relacionada con el sector del transporte se han convertido en una de las preocupaciones más importantes sobre este sector. En las próximas décadas, el transporte por carretera continuará siendo un contribuyente significativo a la contaminación atmosférica en las ciudades de Europa, y las estimaciones indican que en estas ciudades se podrían asociar con la contaminación atmosférica 100.000 muertes anuales, acortando la esperanza de vida en

un año de media. Una fracción significativa de estos fallecimientos y un amplio espectro de otros efectos adversos se atribuyen a la contaminación atmosférica relacionada con el transporte ^{8, 40}.

El sector del transporte es una fuente importante de emisiones de una amplia variedad de contaminantes atmosféricos gaseosos y de PM de diferentes tamaños y composición. La emisión de partículas primarias procedentes de los tubos de escape en el transporte por carretera asciende hasta el 30% de la PM_{2,5} en áreas urbanas. Otras emisiones provenientes del transporte por carretera (como polvo resuspendido y fragmentos de neumáticos y del revestimiento de los frenos) contribuyen de manera importante a la PM₁₀. El transporte por carretera es también la fuente emisora más importante de NO₂ y benceno en las ciudades. En el futuro, es probable que vehículos de tecnologías alternativas, como las células de fuel, vehículos eléctricos e híbridos, jueguen un importante papel en el mercado y tengan un impacto significativo en la emisión de contaminantes, pero no se espera que esto ocurra en la década siguiente ^{8, 40}.

La exposición a la contaminación atmosférica varía, pues existen grupos de población que pueden estar más expuestos, dependiendo del tiempo de estancia en las áreas contaminadas y la actividad que se desarrolle. Para la mayoría de los contaminantes, las concentraciones de exposición parecen ser dos o tres veces más elevadas en las cercanías de vías con mucho tráfico que en las zonas con medidas basales. Asimismo, la exposición en el interior de los vehículos es especialmente elevada para gases de escape primarios y PM. En cualquier caso, los patrones de exposición son complejos y varían substancialmente, en función del agente contaminante concreto, del estilo de vida y comportamiento de cada grupo de población que se considera. Además, la ingesta de contaminantes difiere entre conductores, ciclistas y peatones, pero es difícil separar su exposición a la contaminación relacionada con el transporte de la exposición a la contaminación procedente de otras fuentes ⁴⁰.

En Europa aún no se dispone de un conocimiento exhaustivo y completo de las fuentes emisoras de partículas. Por ejemplo, en 2003, sólo 19 de los 48 firmantes de la LRTAP habían suministrado datos sobre emisión de PM al UNECE. Puesto que los datos comunicados hasta ahora no permiten dibujar un escenario europeo consistente y de calidad contrastada, la Oficina Regional de la OMS ha utilizado para sus análisis sobre emisiones de PM el modelo de inventario de emisiones desarrollado con el sistema RAINS. Según las estimaciones del RAINS ⁴¹, cada una de las siguientes fuentes de emisión contribuyó entre un 25-34% a las emisiones primarias de PM_{2,5} en el año 2000: las fuentes móviles, la industria (incluyéndose la producción de energía) y la combustión doméstica. Estos sectores también se encuentran entre los mayores emisores de gases precursores como el dióxido de sulfuro, los óxidos de nitrógeno y COVs, en tanto que la agricultura es un importante productor de amoníaco ¹⁵.

De acuerdo con el EMEP, entre 1980 y 2000 se han conseguido reducciones significativas del 20 al 80% de los precursores de PM como el amoníaco, óxidos de nitrógeno y dióxido de sulfuro. Las estimaciones que proporciona RAINS indican que se pueden conseguir reducciones de la misma magnitud aplicando la legislación vigente. Sin embargo, al igual que con las emisiones primarias de PM, se predice un aumento en las dos próximas décadas de la emisión de precursores procedentes de la navegación comercial. La reducción que se espera en las emisiones primarias de PM en los países del EMEP que no forman parte de la UE es significativamente más pequeña que la esperada para aquellos que sí pertenecen a la UE. Los cálculos del modelo EMEP muestran que en Europa la contribución transfronteriza a las concentraciones regionales de fondo de la PM de origen antropogénico es considerable, en torno al 60% de media para la $PM_{2,5}$, oscilando entre un 30% en los países europeos más grandes y el 90% en los más pequeños. Para las concentraciones de PM_{10} se calcula que la contribución transfronteriza es menor aunque todavía significativa, del 20 al 30% en Europa central ^{15, 42}.

En Europa la $PM_{2,5}$ y las fracciones más pequeñas de la PM se monitorizan en mucha menor medida que la PM_{10} . Los datos proporcionados por 119 estaciones de medición de $PM_{2,5}$ en 2001 indicaron de media una concentración de fondo bastante uniforme en áreas rurales (11–13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Los niveles urbanos son considerablemente más altos (15–20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de concentración de fondo y 20–30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en las zonas de tráfico). El cociente $PM_{2,5}/PM_{10}$ fue de 0,65 para estas estaciones de medida (rango entre 0,42–0,82) ¹⁵. Análisis recientes han confirmado que aunque las concentraciones más elevadas de PM se encuentran en lo que se denominan “áreas calientes”, se pueden encontrar niveles elevados incluso en áreas rurales y también que el transporte transfronterizo de PM es alto. Estas circunstancias se pueden explicar por el largo tiempo de permanencia en la atmósfera, de hasta varios días, de partículas cuyos tamaños pueden alcanzar hasta varios micrómetros, y por el hecho de que se pueden transportar sobre largas distancias (1.000 Km o más) ¹⁵.

La PM fina tiene un largo periodo de permanencia en la atmósfera, por lo que es susceptible de experimentar un transporte a larga distancia. Asimismo, una contribución significativa a la masa de la PM proviene de aerosoles secundarios (inorgánicos como el sulfato y el nitrato de amonio pero también aerosoles orgánicos secundarios), los cuales se forman en la atmósfera mediante reacciones químico-físicas. Al igual que otros contaminantes atmosféricos secundarios, los aerosoles secundarios tienen generalmente un patrón de distribución espacial más homogéneo. Estudios recientes han confirmado que en muchas zonas de Europa, el transporte a larga distancia contribuye significativamente a los niveles de PM. Respecto al concepto de diferentes contribuciones a los niveles de PM (regional, urbana y local) hay que señalar que la concentración regional de fondo se ve influida hasta cierto punto por las emisiones procedentes de las áreas urbanas, ya que las “áreas calientes” urbanas influyen sobre el nivel urbano de fondo ¹⁵.

La distribución de los diferentes tipos de partículas en función de distintas regiones geográficas es una práctica habitual para el estudio de este tipo de fuentes. En 2004 se estudió su distribución en nueve regiones de Norteamérica. En 1992 se estimaron las contribuciones medias anuales por fuentes para seis sitios en el valle de San Joaquín (California) para $PM_{2,5}$ y PM_{10} . Se encontró que el sulfato secundario del amonio, el nitrato de amonio secundario y los escapes de vehículos de motor eran las fuentes más importantes de $PM_{2,5}$, responsables del 50%-70% de la masa. Cerca del 40%-60% de las partículas gruesas provenían de las contribuciones geológicas (polvo de labranza, de caminos y de la construcción). Un estudio similar elaborado en São Paulo demostró que las emisiones del aceite residual y el diesel empleado como combustible en automóviles suponían el 41% del total de $PM_{2,5}$ y el polvo del suelo, el 28%. El suelo desnudo aporta el 59%, y las emisiones industriales el 19% del total de la fracción gruesa ($2,5 \mu m - 15 \mu m$). En Europa, Querol et al. (2004) determinaron las contribuciones de las fuentes a los valores de fondo de PM_{10} y a $PM_{2,5}$ en localizaciones de siete regiones situadas al borde de carreteras. En los entornos urbanos, los aerosoles del carbón y los compuestos inorgánicos secundarios, fueron los que más contribuyeron a la masa de $PM_{2,5}$ y en menor medida a la de PM_{10} . Asimismo, se estimaron las contribuciones naturales a las concentraciones de PM_{10} y $PM_{2,5}$ en diversas localizaciones europeas, situándose en torno a $4 \mu g/m^3 - 8 \mu g/m^3$ y entre $1 \mu g/m^3 - 2 \mu g/m^3$, respectivamente ^{37, 39, 43, 44}. En España las emisiones principales de partículas provienen de la generación energética, seguida por la fabricación de productos cerámicos y horneados. En este sentido, la Comunidad Valenciana lidera la emisión de PM_{10} con un 21,4% del total, seguido de Andalucía (17,4%) y Castilla y León (14,9%) ³⁷.

Umbrales y valores límite recomendados

Los efectos sobre la salud se observan en todos los niveles de exposición, indicando que dentro de cualquier gran población existe un amplio rango de susceptibilidad y que personas expuestas incluso en el rango más bajo del intervalo de efectos se encuentran en riesgo de sufrir efectos perniciosos en su salud. Los grupos de población más vulnerables son aquellos que presentan enfermedad cardíaca o pulmonar preexistente, los asmáticos, las personas discapacitadas socialmente, las que presentan niveles educativos bajos y los niños. A pesar del rápido aumento de la evidencia epidemiológica en la literatura, aún falta un mecanismo etiológico de los efectos observados bien documentado y aceptado de manera general, por lo que la cuestión requiere aún un estudio más intenso ¹⁵.

La revisión sistemática analizada por la OMS sobre la existencia o no de un umbral por debajo del cual no se esperarían efectos de la PM en la población concluyó que la mayoría de los estudios epidemiológicos en poblaciones amplias no han sido capaces de identificar una concentración umbral por debajo de la cual la PM ambiental no tenga efectos sobre la mortalidad

y la morbilidad ⁴⁵. Es probable que dentro de cualquier gran población humana exista un rango amplio de susceptibilidad de forma que algunos individuos se encuentren en riesgo incluso a las concentraciones actuales más bajas ¹⁵.

Los ensayos relacionados con las partículas suspendidas en el aire y sus efectos en la salud pública ponen de manifiesto efectos adversos para la salud por las exposiciones que experimentan actualmente las poblaciones urbanas, tanto en los países desarrollados como en desarrollo. El abanico de los efectos en la salud es amplio pero afectan, fundamentalmente, a los sistemas respiratorio y cardiovascular. Se ve implicada 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 y hay poca evidencia que indique un umbral por debajo del cual no se puedan prever efectos adversos en la salud. En realidad, el nivel más bajo del rango de concentraciones para las cuales se han demostrado efectos adversos no es muy superior a la concentración de fondo, que para las partículas inferiores a 2,5 μm ($\text{PM}_{2,5}$) se ha estimado en 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, tanto en los EUA como en Europa occidental. La evidencia epidemiológica pone de manifiesto efectos adversos de las partículas tras exposiciones, tanto de corta como de larga duración (OMS, 2005) ^{37, 46}.

Puesto que no se han identificado umbrales y dado que hay una variabilidad en la exposición y en la respuesta a una exposición determinada, es poco probable que un valor límite o guía ofrezca una protección completa a todas las personas frente a todos los posibles efectos adversos de las partículas sobre la salud. El proceso de establecimiento de valores debe orientarse, fundamentalmente, a alcanzar las concentraciones más bajas posibles, teniendo en cuenta las limitaciones, capacidades y prioridades en materia de salud pública ³⁷. En cualquier caso, la OMS, en sus guías de calidad del aire de 2005 ofrece unos valores guía y unos objetivos intermedios para partículas, expresados como concentraciones medias anuales y como concentraciones de 24 horas. Las concentraciones medias anuales son de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} y de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de $\text{PM}_{2,5}$. Estos valores se fundamentan en que 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 a $\text{PM}_{2,5}$. Para las concentraciones de 24 horas los valores guías para la PM_{10} y la $\text{PM}_{2,5}$ son de 50 y 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente, estando basados estos valores en la relación entre los niveles de partículas de 24 horas y anuales ^{5, 37}.

La Comisión Europea por su parte, en la última Directiva sobre calidad del aire (Directiva 2008/50CE) establece los siguientes estándares de calidad del aire para la PM ⁴⁷:

- PM₁₀: 40 µg/m³ de promedio anual. El valor límite entró en vigor el 1 de enero de 2005.
- PM_{2,5}: 25 µg/m³ de promedio anual. El valor objetivo entró en vigor el 1 de enero de 2010. El valor límite entrará en vigor el 1 de enero de 2015.

I.2.1.2 Efectos sobre la salud

En las últimas dos décadas, estudios epidemiológicos realizados en los 5 continentes han demostrado que existe una asociación entre un amplio abanico de efectos adversos sobre la salud y los cambios diarios, de varios días o a más largo plazo (de uno a varios años) de las concentraciones de contaminantes atmosféricos comunes, incluida la PM. Varios de los componentes del grupo de la PM, que incluyen la PM₁₀, PM_{2,5}, el humo negro y los sulfatos, parecen mostrar las asociaciones más consistentes con la mortalidad y la morbilidad, aunque también se han relacionado con ellas al O₃, el dióxido de sulfuro, el monóxido de carbono y el dióxido de nitrógeno. Sin embargo, para el análisis cuantitativo de los efectos sobre la salud, se ha seleccionado a la PM_{2,5} y a la PM₁₀ debido a la relativa abundancia de evidencia epidemiológica y a la existencia de redes de monitorización o de estimaciones basadas en modelos de las concentraciones de PM en muchos países. Los efectos sobre la salud asociados a la PM en los estudios epidemiológicos incluyen la mortalidad, el cáncer de pulmón, el ingreso por enfermedad cardiovascular y respiratoria, visitas al servicio de urgencias y a la consulta médica general, exacerbación del asma, síntomas respiratorios, pérdida de días de escuela, restricción de la actividad y bronquitis aguda y crónica. Asimismo se han asociado con la exposición a la PM efectos cardiovasculares más específicos como ataques cardíacos, cambios en la composición sanguínea y alteraciones en la frecuencia cardíaca ⁴.

La evidencia procedente de los estudios epidemiológicos y toxicológicos indica que contaminación atmosférica relacionada con el transporte provoca una serie de efectos sobre la salud. Este tipo de contaminación contribuye a aumentar el riesgo de muerte, especialmente por causas cardiopulmonares, eleva el riesgo de síntomas respiratorios no alérgicos y de enfermedad respiratoria. La investigación experimental señala que los efectos están relacionados con cambios en la formación de compuestos reactivos con el oxígeno, con cambios en procesos defensivos antioxidantes y con procesos inflamatorios no alérgicos. Los estudios de laboratorio sugieren que la contaminación atmosférica relacionada con el transporte acrecienta el riesgo de desarrollar alergias y puede exacerbar los síntomas, en especial en grupos de población susceptible. Sin embargo, los estudios epidemiológicos no apoyan de manera consistente esta evidencia. Otros estudios y la evidencia experimental indican que la exposición provoca cambios de la regulación del sistema nervioso autónomo y respuestas inflamatorias. Hay estudios que también señalan un aumento del riesgo de varios tipos de cáncer en la población con una exposición prolongada a altos niveles de contaminación atmosférica relacionada con el transporte. En concreto, la exposición profesional a largo plazo de conductores profesionales y

trabajadores del ferrocarril aumenta la incidencia (y su mortalidad) del cáncer de pulmón. Además, la evidencia muestra efectos adversos sobre el embarazo, pues el feto se considera altamente susceptible a gran variedad de tóxicos presentes en la contaminación relacionada con el transporte. También se ven afectados por la contaminación atmosférica relacionada con el transporte ciertos indicadores referidos al nacimiento como la mortalidad infantil postneonatal, que aumenta, y la fertilidad masculina, que parece disminuir, aunque el número de estudios que sugieren esta hipótesis es pequeño⁴⁰.

Los efectos relacionados con la exposición a corto plazo incluyen reacciones inflamatorias pulmonares, síntomas respiratorios, efectos adversos sobre el sistema cardiovascular, aumento en la utilización de medicamentos, aumento en los ingresos hospitalarios y un aumento de la mortalidad. Los efectos relacionados con la exposición a largo plazo abarcan el incremento en los síntomas de vías respiratorias inferiores, un descenso en la función pulmonar en niños, aumento de la EPOC, descenso en la función pulmonar en adultos y un descenso en la esperanza de vida debido principalmente a mortalidad cardiopulmonar y probablemente al cáncer de pulmón^{4, 15, 37}. En cualquier caso la OMS y la USEPA han realizado revisiones muy completas de la evidencia científica disponible^{48, 49}.

Los análisis de impacto previos señalan que la mortalidad domina la carga total de enfermedad y este indicador se refleja en detalle en la metodología propuesta por la OMS. La OMS también ha proporcionado las FCR para algunos indicadores de morbilidad^{4, 15, 37}. En este trabajo no se utilizarán dada la dificultad de obtener datos fiables sobre esos indicadores de morbilidad para la ciudad de Valladolid.

Aunque existe evidencia científica bastante fuerte para varios indicadores de morbilidad relacionados con la exposición a la PM, en este momento no se pueden proponer estimaciones cuantitativas para estos indicadores dada la dificultad de determinar tasas basales apropiadas en muchos países, en particular en países en vías de desarrollo. Existe una serie de estudios epidemiológicos que han notificado asociaciones entre la PM y un abanico de indicadores de morbilidad, entre los que se incluyen los siguientes⁴:

- Ingreso por enfermedad cardiovascular o respiratoria.
- Visitas a los servicios de urgencia.
- Exacerbación del asma.
- Bronquitis crónica y aguda.
- Restricción de la actividad.
- Absentismo laboral y escolar.
- Síntomas respiratorios.
- Descenso de la función pulmonar.

La mayoría de estos estudios se han realizado en ciudades de Norte América, algunos en Europa y muy pocos en otras regiones. Por lo tanto, comparados con los hallazgos referidos a la mortalidad, existe una gran carga de incertidumbre cuando se extrapolan a los países en desarrollo, ya que la estimación requiere una FCR y una tasa de incidencia basal. A medida que aumente la evidencia sobre estos efectos procedente de otras zonas se podrán aplicar las estimaciones a regiones en desarrollo. Los estudios sobre morbilidad han utilizado dos métodos de análisis. El primero son los estudios de series temporales de datos diarios, similares a los utilizados para determinar la mortalidad relacionada con la exposición a corto plazo a la PM. Se examina el número diario de casos de un indicador determinado, como por ejemplo el ingreso por enfermedad cardiovascular, y su respuesta a las concentraciones de PM de un día o la media de varios días. Al igual que para la mortalidad, estos modelos también controlan potenciales factores de confusión, como la estacionalidad, factores meteorológicos, el día de la semana y tendencias temporales. El segundo método implica utilizar datos procedentes de una cohorte de sujetos (por ejemplo niños asmáticos) que se sigue de forma prospectiva durante un periodo de varios meses o años, mientras que se recogen y comparan datos diarios de salud y de contaminación ⁴.

Previamente al análisis de la OMS sobre la CAE ⁴ por la contaminación atmosférica se habían realizado diversas estimaciones de los beneficios en salud asociados a la reducción de la exposición a la PM ⁵⁰⁻⁵⁴ que ayudaron a la OMS, junto con documentación propia y del National Research Council ^{55, 56}, a definir la metodología que propone en su análisis de la CAE asociada a la contaminación atmosférica.

1.2.1.2.1 Efectos a corto plazo

Mortalidad relacionada con la exposición a corto plazo

Los estudios de series temporales examinan los cambios diarios en la contaminación atmosférica (típicamente se basan en concentraciones medias de 24 horas) en relación con el número de muertes diarias. Los estudios de los efectos agudos de la exposición a la PM suelen incluir observaciones diarias durante varios meses o años. El análisis implica modelos de regresión multivariante que controlan por los potenciales factores de confusión que pueden variar a lo largo del tiempo y asociarse con la mortalidad. Los estudios de los efectos de la PM examinan a menudo si los registros de mortalidad diaria o de hospitalizaciones por una causa determinada se correlacionan con las concentraciones diarias de PM, después de controlar por los efectos de otras covariables y potenciales factores de confusión. Entre estos factores se incluyen variables temporales y meteorológicas (día de la semana, extremos de temperatura, humedad o punto de rocío), otros contaminantes y tendencias a largo plazo representadas por cambios estacionales o en el tamaño de la población ⁴.

Los estudios de series temporales bien diseñados presentan varios puntos fuertes como son ⁴:

- Un tamaño de muestra grande (hasta seis años de datos diarios), que aumenta la sensibilidad del análisis estadístico para detectar un efecto.
- Los datos se recogen para un ámbito demográfico, sanitario y de comportamiento que hace más aplicables sus resultados
- Las exposiciones pertenecen al “mundo real” y se evita así la necesidad de extrapolar a concentraciones más bajas o entre especies.

Las limitaciones de los estudios de series temporales incluyen ⁴:

- La dificultad para determinar las concentraciones reales del contaminante a las que está expuesta la población.
- La posibilidad de clasificar erróneamente la exposición.
- Puede darse covariación entre los contaminantes, lo que dificulta atribuir un efecto a un único contaminante.

Exposición a corto plazo y mortalidad: todas las edades

Estudios clave en la literatura

Se han publicado varios estudios multi-urbanos y más de 100 basados en una única ciudad acerca de la asociación entre la mortalidad y la exposición diaria a la PM. Para sintetizar la evidencia la OMS revisó todos los estudios sobre varias ciudades y comprobaron la consistencia con los estudios basados en una única ciudad. La mayoría de los estudios sobre contaminación del aire y mortalidad publicados en la última década emplean técnicas estadísticas estandarizadas que controlan potenciales factores de confusión. En concreto, los estudios de calidad más recientes se caracterizan por ⁴:

- Utilizar modelos de regresión de Poisson, ya que la mortalidad es un suceso raro y se puede describir mediante una distribución de Poisson.
- Tres o más años de datos diarios en una ciudad o área metropolitana dada.
- Un análisis de los efectos del día de la semana y de los cambios meteorológicos diarios.
- Utilizar modelos aditivos generales con suavizado no paramétrico, o modelos lineales generales con refuerzo paramétrico para controlar por el tiempo, la estación y variables meteorológicas.

Estos estudios han demostrado, con creciente sofisticación estadística, que tanto las concentraciones medias diarias o bien multi-diarias de PM se asocian tanto con la mortalidad total como con la mortalidad cardiopulmonar. Entre los primeros estudios multi-urbanos sobre mortalidad, Schwartz et al. (1996) examinaron datos del estudio Seis Ciudades de Harvard ⁵⁷. Esta base de datos incluía monitores emplazados específicamente para apoyar otros estudios epidemiológicos en marcha y ser representativos de las exposiciones de la población local. Se

informó de asociaciones consistentes entre la mortalidad diaria y las exposiciones diarias tanto a la PM_{10} como a la $PM_{2,5}$, con un aumento del 0,8% (IC 95%: 0,5–1,1) en la mortalidad diaria total por $10\mu g/m^3$ de PM_{10} ⁴.

En un estudio de 10 ciudades en los EUA, Schwartz analizó los efectos diarios de la PM_{10} e informó que un cambio de $10\mu g/m^3$ en la PM_{10} (medida como la media de dos días entre el día 0 y el día 1) se asociaba con un incremento del 0,7% en la mortalidad diaria⁵⁸. En otro estudio multi-urbano, Burnett et al. analizaron datos de mortalidad del periodo 1986-1996 de las 8 más grandes ciudades canadienses y encontraron que tanto la PM_{10} como la $PM_{2,5}$ se asociaban con la mortalidad diaria⁵⁹. Para la PM_{10} , un aumento de $10\mu g/m^3$ se asociaba con un aumento del 0,7% (IC 95%: 0,2 – 1,2) en la mortalidad diaria⁴.

Otro estudio que implicaba 29 ciudades europeas (Katsouyanni et al, 2001)⁶⁰, midió la PM_{10} mediante un método similar a los estudios en los EUA ante mencionados (aunque en algunas ciudades la PM_{10} se estimó a partir de de observaciones recogidas durante un conjunto de días determinados usando medidas del humo negro o del total de partículas en suspensión). De nuevo se vuelve a informar de una asociación entre la mortalidad diaria y la PM_{10} , con un efecto global estimado por $10\mu g/m^3$ del 0,6%⁴. Samet et al. aplicaron varias herramientas estadísticas y análisis de sensibilidad a una base de datos que incluía a las 88 ciudades más grandes de los EUA (NMMAPS)⁶¹, mientras que en un segundo estudio se centraron en las 20 ciudades más grandes⁶². Los resultados combinados para todas las ciudades indicaban una asociación entre la mortalidad y la PM de aproximadamente un 0,5% por $10\mu g/m^3$ de PM_{10} , que estaba próximo al límite inferior del rango encontrado en estudios previos. Estudios más recientes usaron un modelo estadístico alternativo y encontraron una asociación de aproximadamente un 0,27% por $10\mu g/m^3$ de PM_{10} (Dominici et al)⁶³. Estos efectos pueden situarse en el rango más bajo de los efectos porque los estudios sólo consideraron intervalos (o efectos retardados) de cero, uno y dos días. Otros estudios han informado de efectos más grandes con lapsos más largos o medias móviles de múltiples días. Puesto que muchas de las ciudades en el estudio recogían datos sobre la PM_{10} a intervalos de 6 días, no se pudieron examinar los tiempos acumulados medios. Otra posible razón para las bajas estimaciones de efecto en el estudio de Dominici et al. se relaciona con el número de covariables utilizados en el modelo de regresión. Además de la PM_{10} , el día de la semana y el suavizado de la variable tiempo utilizando 7 grados de libertad (o ciclos de unas 7 semanas), se incluyeron dos variables para la temperatura y otras dos para el punto de rocío (el mismo día y un promedio de los tres días previos). Así pues, es posible que estos factores expliquen parte de la variabilidad de la mortalidad que se puede atribuir a la contaminación atmosférica. Además, los autores encontraron que el error de medida probablemente podría subestimar el efecto de la PM (Zeger et al., 2000)⁶⁴, y que otros contaminantes concomitantes como el O_3 , el dióxido de nitrógeno, el dióxido de sulfuro y el

monóxido de carbono no afectaban significativamente o confundían el efecto estimado de la PM_{4,61}.

Los meta-análisis de los estudios de mortalidad prematura sugieren que, después de convertir las mediciones alternativas de la PM utilizadas en los estudios originales en una concentración de PM₁₀ equivalente, los efectos sobre la mortalidad son bastante consistentes (Ostro, 1993; Dockery y Pope, 1994)^{65, 66}. En concreto, el cambio medio estimado en la mortalidad diaria asociado con un cambio en un día de 10 µg/m³ en la PM₁₀ es de aproximadamente 0,8%, con un rango del 0,5 al 1,6%. También se han resumido estudios más recientes en meta-análisis. Así, un meta-análisis de estudios europeos sugería un incremento medio del riesgo del 0,6% por cada 10 µg/m³ de PM₁₀ (OMS, 2004)¹⁴. Además, un meta-análisis de estudios en Asia⁶⁷ indicaba un incremento medio del riesgo del 0,4 al 0,5% por cada 10 µg/m³ de PM₁₀⁴.

Además de estos estudios multi-ciudad y meta-análisis, se han realizado más de 100 estudios en ciudades que analizaban individualmente el efecto sobre la mortalidad de la exposición a corto plazo a la PM. Algunos de estos estudios se han realizado en países en desarrollo y en ciudades que no pertenecían a los países industrializados occidentales, notificando efectos similares a los encontrados en Norteamérica y en Europa. Por ejemplo, se han señalado las estimaciones de efecto siguientes para población total y cambios de 10 µg/m³ en la PM₁₀ (con IC al 95%): 1,7%(1,1-2,3) Bangkok, Tailandia⁶⁸; 1,83% (0,9-2,7) Ciudad de Méjico⁶⁹; 1,1% (0,9-1,4) Santiago, Chile⁷⁰; 0,8% (0,2-1,6) Inchon, Corea del Sur⁷¹; 1,6% (0,5-2,6) Brisbane⁷², Australia y 0,95% (0,32-1,6) Sydney⁷³, Australia. También se han notificado estimaciones de la mortalidad asociada con la PM₁₀ o las PST en Shenyang⁷⁴, China; para 7 ciudades de Corea del Sur⁷⁵ y Nueva Delhi⁷⁶, India. Es razonable extrapolar estas estimaciones a aquellas áreas en dónde no se han llevado a cabo estudios, ya que los estudios existentes se realizaron en ciudades que engloban un amplio abanico de condiciones subyacentes (demográficas, estatus tabáquico, clima, vivienda, exposición laboral, estatus socioeconómico) y de concentraciones de PM. Por ejemplo, los estudios en Ciudad de Méjico, Bangkok y Santiago de Chile refirieron concentraciones medias de PM₁₀ de 45,60 y 115 µg/m³, y concentraciones máximas de PM₁₀ de 121, 227 y 360 µg/m³ respectivamente. Sin embargo, en ciudades muy contaminadas la relación concentración-respuesta probablemente se desvíe de la linealidad. Por lo tanto, puede resultar prudente limitar el rango de asunción de linealidad⁴.

En conjunto, estos estudios proporcionan una evidencia consistente de que la PM aumenta de manera significativa las tasas de mortalidad. Aunque el riesgo relativo por persona es bajo, el enorme número de personas expuestas sugiere que la PM tiene un impacto considerable sobre la salud pública. Asimismo, muchos de los estudios anteriores señalaron una asociación más fuerte entre la exposición a la PM₁₀ y la mortalidad cuando las mediciones de la mortalidad

dejaban un intervalo con la exposición de uno a cuatro días, comparado con las mediciones de mortalidad del mismo día. Igualmente, las exposiciones acumuladas de tres o cinco días presentan a menudo asociaciones con la mortalidad más fuertes que las referidas a intervalos de un día. Por ejemplo, un modelo de regresión para estudiar los efectos de la contaminación atmosférica en 10 ciudades de EUA ⁷⁷ que permitía que sus efectos perdurasen durante varios días sugería que el riesgo relativo de mortalidad se doblaba en la población mayor de 65 años en aproximadamente un 2% por cada 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} ⁴.

Tipos de relaciones recomendadas para cuantificar la enfermedad

Es importante señalar que, hasta cierto grado, la estimación de los efectos de la exposición a corto plazo supondría contar dos veces aquellos casos estimados que resulten de la exposición a largo plazo, y la carga de enfermedad estimada específicamente para los niños menores de 5 años. La OMS proporciona los detalles para calcular estas estimaciones. Sin embargo, estas estimaciones no se deberían sumar a las generadas por los estudios que analizan la exposición a largo plazo y que se tratarán más adelante. Se prefiere utilizar las segundas pues permiten determinar los AVP y los AVAD. Por el contrario, actualmente no hay ninguna evidencia disponible respecto a la duración del acortamiento de la vida que implica cada fallecimiento asociado con la exposición a corto plazo. Por lo tanto estos cálculos proporcionan una estimación del número de muertes prematuras por año, no de AVP o de AVAD ⁴.

Basándose en la evidencia disponible, la OMS sugiere que del 0,6 al 1% de incremento por 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM es una estimación razonable de la CAE por la mortalidad debida a la exposición a corto plazo (posiblemente sea mayor, según las condiciones locales y la estructura de mortalidad). Este rango refleja la evidencia procedente de un abanico de ciudades y tiempos de promedio (incluyendo intervalos de días únicos y múltiples). Si se necesita una estimación central, entonces 0,8% puede resultar más apropiada y también los estudios locales pueden facilitar resultados más específicos ⁴.

Para calcular este efecto, el riesgo relativo (RR) se puede determinar como sigue ⁴:

$$\text{RR} = \exp[\beta(X - X_0)]$$

Donde:

β = rango entre 0,0006 – 0,0010; (se propone 0,0008 como mejor estimación).

X = concentración media anual de PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

X_0 = concentración basal de PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

La comparación de las concentraciones existentes y la de fondo es un paso en el cálculo de la carga atribuible (el impacto total del factor de riesgo sobre la salud). La concentración actual se determinará a partir de los datos de monitorización existentes, de estimaciones basadas en

modelos o de juicio experto. Se asume que la concentración basal es la concentración de fondo (el nivel que existiría sin contaminación antropogénica, que es de aproximadamente $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Si los niveles de contaminación actuales se comparan con algún nivel objetivo normativo mayor que las concentraciones de fondo, a modo de alternativa, la carga de enfermedad asociada que se evitaría también se podría calcular. El riesgo relativo estimado se puede aplicar a toda la población (a todas las edades) y para todo el rango de concentraciones de PM_{10} , puesto que la relación parece ser casi lineal hasta concentraciones de PM_{10} relativamente altas, de 125 a $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente ⁴.

La OMS no incluyó en su estimación de 2002 de la CGE por contaminación atmosférica una estimación de la mortalidad por todas las causas asociada a la exposición a corto plazo por PM_{10} debido a que el número de AVP y por tanto de AVAD, no se puede determinar para cada una de esas muertes prematuras ⁷. Sin embargo para el cálculo de la CAE las estimaciones de la mortalidad prematura asociada con las exposiciones a corto plazo son una alternativa a los AVAD para comparar los efectos a corto y largo plazo de la exposición al contaminante. En la tabla siguiente se resumen las funciones del riesgo relativo y los parámetros de los modelos para la mortalidad por todas las causas por la exposición a corto plazo ⁴.

Tabla 1. Indicadores de resultado en salud y funciones de riesgo utilizadas para calcular la carga ambiental de enfermedad (CAE) ⁴.

Indicador de salud y Medida de exposición	Fuente	Función de riesgo relativo ^a	Coefficiente β sugerido (IC 95%)	Grupo de edad
Mortalidad por todas las causas y exposición a corto plazo a PM_{10} ^b	Meta-análisis y juicio de expertos	$\text{RR}=\exp[\beta(X-X_0)]$	0,0008 (0,0006 - 0,0010) ^d	Todas
Mortalidad respiratoria y exposición a corto plazo a PM_{10} ^c	Meta-análisis (tabla 2)	$\text{RR}=\exp[\beta(X-X_0)]$	0,00166 (0,00034 - 0,0030)	< 5
Mortalidad cardiopulmonar y exposición a largo plazo a $\text{PM}_{2,5}$	Pope et al. (2002) ³⁵ ; R Burnett ^e	$\text{RR}=[(X+1)/(X_0+1)]^\beta$	0,15515 (0,0562 - 0,2541)	> 30
Mortalidad por cáncer de pulmón y exposición a largo plazo a $\text{PM}_{2,5}$	Pope et al. (2002) ³⁵ ; R Burnett ^e	$\text{RR}=[(X+1)/(X_0+1)]^\beta$	0,23218 (0,08563 - 0,37873)	> 30

^a X = concentración actual del contaminante ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) y X_0 = concentración objetivo o umbral del contaminante ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

^b No utilizada en el cálculo de los AVAD y no se debería sumar a las otras estimaciones de mortalidad.

^c Mortalidad por todas las causas para el límite superior del intervalo donde sea aplicable.

^d Se prefiere la presentación de un rango en lugar de la estimación de un punto.

^e Comunicación personal.

Exposición a corto plazo y mortalidad: población infantil

Estudios clave en la literatura

La revisión de la evidencia publicada por la OMS en 2005 considera los efectos sobre la población infantil de la contaminación atmosférica en varias áreas. Se estudian los efectos sobre la salud y el desarrollo infantil durante el período prenatal, sobre el desarrollo del sistema respiratorio y la función pulmonar (así como sobre la morbilidad respiratoria), y en la incidencia del cáncer en la infancia. Igualmente se revisa el conocimiento actual sobre la relación entre la contaminación atmosférica y los efectos en el desarrollo neurológico y del comportamiento ^{8, 46}.

En la infancia se pueden caracterizar varias fases de vulnerabilidad. Los periodos intrauterino, perinatal y la infancia temprana, en los que los pulmones se desarrollan y maduran, son muy vulnerables. En ellos los pulmones son susceptibles al daño por los contaminantes del aire. La exposición en estos periodos reduce la capacidad funcional máxima lograda en la vida adulta y puede conducir a una mayor susceptibilidad durante la edad adulta a las infecciones y a los efectos de contaminantes como el humo del tabaco y otros presentes en exposiciones laborales. Los niños con enfermedades crónicas de pulmón preexistentes, especialmente asma y fibrosis quística, son especialmente vulnerables, presentando entonces mucho más riesgo de efectos adversos por la contaminación que los niños sanos. Asimismo los niños sujetos a grandes exposiciones en ambientes interiores, por ejemplo del humo del tabaco o del humo de sistemas deficientemente mantenidos de calefacción y de cocina, también presentan mayor riesgo de sufrir efectos por los contaminantes atmosféricos ^{8, 46}.

Se han asociado con la exposición a la contaminación atmosférica déficits reversibles en la función pulmonar, tasas de crecimiento pulmonar reducido de manera crónica y menores niveles de función pulmonar. Además, la evidencia muestra relaciones más claras para la PM y la contaminación atmosférica relacionada con el tráfico (indicada por el dióxido de nitrógeno) que para otros contaminantes. Según el conocimiento actual, los contaminantes atmosféricos parecen interactuar con otros factores ambientales, como los alérgenos, virus y la dieta, que influyen en el impacto global de los contaminantes atmosféricos sobre la salud infantil. El informe concluye que existe una relación causal entre la exposición a los contaminantes atmosféricos y el agravamiento del asma. La evidencia también es suficiente para asumir un vínculo causal entre la exposición a la PM y el aumento de la prevalencia e incidencia de la tos y la bronquitis. De manera particular, contaminantes ambientales como determinados metales pesados y contaminantes orgánicos persistentes muestran efectos adversos significativos sobre el desarrollo del sistema nervioso y de la conducta de los niños. Asimismo, existe también suficiente evidencia de una relación causal entre la exposición al plomo y déficits neurológicos y conductuales en los niños, en forma de discapacidad cognitiva ^{8, 46}.

Estudios realizados sobre el peso al nacimiento, nacimientos pretérmino y retraso del crecimiento intrauterino también sugieren relación con la contaminación del aire, pero estos estudios todavía no son suficientes para afirmar conclusiones sobre la causalidad de las relaciones observadas. Aunque el informe encontró poca evidencia causal entre la prevalencia e incidencia de asma y la contaminación del aire en general, estudios recientes sugieren que los contaminantes pueden aumentar la sensibilización alérgica en individuos genéticamente en riesgo, prestando verosimilitud a los efectos negativos de los contaminantes atmosféricos en el origen de enfermedad pulmonar pediátrica, incluido el asma. Los mecanismos sugeridos para originar estos efectos necesitan investigarse con más profundidad ^{8, 46}.

Existe una evidencia significativa que apoya la idea de que gran parte de la morbilidad y mortalidad relacionada con la contaminación del aire en la infancia sucede a través de las interacciones con las infecciones respiratorias, que son muy comunes entre los niños. La evidencia sugiere también una relación causal entre la exposición a la contaminación atmosférica y una mayor incidencia de síntomas de vías respiratorias altas y bajas, muchos de los cuales también indicativos de infecciones. También hay evidencia que sugiere relación causal entre efectos negativos para la salud y la exposición a concentraciones actuales al mercurio, bifenilos policlorados y dioxinas ^{8, 46}.

La reducción de la exposición a la contaminación del aire parece mejorar la salud de los niños. Sin embargo, todavía existen pocos estudios que hayan analizado los efectos de la reducción en la contaminación del aire. Sin embargo, los estudios existentes muestran que la exposición reducida a contaminantes del aire puede llevar a un descenso en los ingresos hospitalarios por motivos respiratorios, una menor prevalencia de bronquitis e infecciones respiratorias y una mejora en las tasas de función pulmonar. Por tanto se recomienda una disminución de la exposición infantil actual a los contaminantes atmosféricos, especialmente los procedentes de los vehículos a motor. Este descenso beneficiaría de forma substancial la salud respiratoria de los niños. En cualquier caso se necesita más investigación en el campo de la calidad del aire para clarificar el efecto de contaminantes atmosféricos específicos sobre la salud infantil, así como la interacción de estos contaminantes con otros factores de riesgo ambiental ⁸.

La evidencia de que la exposición diaria a la contaminación atmosférica incrementa la tasa de mortalidad para todas las edades incluye datos específicos para niños menores de cinco años de edad. La tasa de mortalidad para esta población infantil no se debe sumar al número total de casos de muerte prematura calculados en la ecuación antes citada puesto que este cálculo ya contabiliza todas las edades. Sin embargo las estimaciones para la población infantil se pueden utilizar para calcular AVP y AVAD ya que se da una pérdida significativa de vida y los resultados se sumaron a aquellos calculados para los efectos de la exposición a largo plazo en la cohorte de los mayores de 30 años de edad ⁴.

Mientras que los ancianos pueden dominar la población potencial en riesgo, varios estudios transversales, de cohortes y de series temporales han informado de asociaciones entre la concentración de PM ambiental y la mortalidad neonatal e infantil, bajo peso al nacimiento o tasas más elevadas de prematuridad (en Río de Janeiro, en la República Checa y en los EUA) ⁷⁸⁻⁸⁰. También se ha informado de asociación entre la PM y el bajo peso al nacimiento así como con partos prematuros en una cohorte de 98.000 neonatos en el Sur de California entre 1989 y 1993 ^{4, 81}. Más recientemente se ha añadido otra revisión de los efectos de la contaminación atmosférica sobre diversos indicadores de salud en neonatos y niños de corta edad ⁸².

Tanto en los estudios transversales como de cohortes puede ser difícil diferenciar los efectos de la contaminación de los de otros factores como la pobreza, los patrones de exposición (por ejemplo en zonas muy contaminadas la población puede pasar más tiempo en el exterior o residir más cerca de autopistas) y de otros factores relacionados con el estatus socioeconómico como la dieta. Sin embargo, los estudios de series temporales diarias en varias ciudades también han demostrado asociaciones entre la PM y la mortalidad para la población menor de cinco años de edad (o menores de un año en un caso), y estos estudios proporcionan una base para las estimaciones de la OMS del efecto de la PM sobre la mortalidad infantil. En Sao Paulo, Brasil, se han llevado a cabo tres estudios en años diferentes ⁸³⁻⁸⁵. También se han llevado a cabo estudios en Ciudad de México y Bangkok ^{50, 68, 86}. Estos cinco estudios estimaron el incremento de la mortalidad diaria por infecciones respiratorias agudas o por todas las causas de mortalidad asociado con cambios a corto plazo en la contaminación atmosférica por partículas. Los modelos estadísticos utilizados en estos estudios eran similares a los empleados en los estudios de mortalidad en adultos de exposición aguda: modelos generales aditivos de Poisson, controlando por las variables tiempo, estación y meteorología. Un estudio utilizó $PM_{2,5}$, que se transformó en PM_{10} asumiendo la relación $PM_{2,5} = 0,6 \times PM_{10}$, basada en datos locales disponibles ⁸⁶. Este estudio también se centraba en los niños menores de un año, y los datos se extrapolaron a todos los niños menores de cinco años. Para Bangkok, la OMS utilizó los datos de Ostro et al. ⁵⁰ en lugar de los de este otro estudio suyo ⁶⁸, puesto que el primer estudio exploraba diferentes intervalos de tiempo. Esta es una ligera desviación del método usado en el análisis global de la carga de enfermedad por la contaminación atmosférica ^{7, 18}. Estos estudios se resumen en la tabla siguiente ⁴.

Tabla 2. Mortalidad infantil relacionada con la exposición a PM₁₀

Fuente	Ciudad	Edad	PM	Diagnóstico	% de cambio por aumento de 10 µg/m ³	IC 95%
Conceicao et al. (2001) ⁸⁵	Sao Paulo	0-4	PM10	Enfermedad respiratoria	1,61	-14,82 - 21,22
Loomis et al. (1999) ⁸⁶	Ciudad de México	0-1	PM _{2,5} ^a	Todas las causas	6,87	2,48 - 11,45
Saldiva & Bohm (1994) ⁸³	Sao Paulo	<5	PM10	Enfermedad respiratoria	-1,98	-6,54 - 2,57
Gouveia & Fletcher (2000) ⁸⁴	Sao Paulo	<5	PM10	Enfermedad respiratoria	-0,09	-3,23 - 3,14
Ostro et al. (1998) ⁵⁰	Bangkok	<6	PM10	Todas las causas	1,8	0,23 - 3,37
Total		<5	PM10	Enfermedad respiratoria (todas las causas para el límite superior)	1,66	0,34 - 3,0

^a Convertido a PM₁₀ asumiendo PM_{2,5} = 0,5 x PM10 (Ostro et al., 1998)⁵⁰.

Tipos de relaciones recomendadas para cuantificar la enfermedad

Mediante la combinación de las estimaciones revisadas anteriormente y utilizando un modelo de efectos fijos que pondera cada estimación por el inverso de su error estándar, la OMS ha estimado que un incremento de 10 µg/m³ en la concentración ambiental de PM₁₀ resulta en un incremento medio de 1,66% (IC 95%: 0,34–3,0) en la mortalidad diaria por infecciones respiratorias agudas en niños de entre 0 y 5 años de edad. Aunque los estudios indican que ese 1,66 % se puede aplicar a la mortalidad por todas las causas, la generalización a otras partes del mundo implicaría admitir similares estructuras de mortalidad y de los niveles de los cuidados médicos. Puesto que esto no siempre se puede asumir, la OMS sugiere aplicar esta tasa solamente a las enfermedades respiratorias. Su aplicación a la mortalidad por todas las causas

podría representar un límite superior de la carga de enfermedad ocasionada por la contaminación atmosférica, pero podría sobreestimarla al aplicarse a ciertas regiones. Así pues, el modelo de exposición lineal se debería emplear para cuantificar los riesgos relativos de las enfermedades respiratorias con $\beta = 0,00166$ (IC 95%: 0,00034–0,0030) y donde sea aplicable para la mortalidad por todas las causas como el límite superior. Como en el caso de la mortalidad por todas las causas en todas las edades antes mencionado, se deberían limitar las estimaciones máximas del riesgo relativo a las encontradas cuando sea aproximadamente 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ la concentración de la PM_{10} ⁴.

Cuestiones relacionadas con los estudios de mortalidad por exposición a corto plazo

Factores de confusión

Los estudios de series temporales también indican que los patrones meteorológicos, la estacionalidad a largo plazo o el día de la semana no confunden significativamente las asociaciones entre la PM y la mortalidad. Esta evidencia la proporcionan los propios modelos y el control por dichos factores, así como por la naturaleza heterogénea de las ciudades analizadas en los estudios. Se ha observado una evidencia consistente del efecto de la PM sobre las tasas de mortalidad en ciudades y regiones tanto de climas fríos (Detroit y Montreal) como calurosos (Ciudad de Méjico y Bangkok); donde la PM alcanza máximos en verano (Steubenville y Filadelfia), invierno (Valle de Utah) o primavera (Helsinki); con cambios estacionales substanciales en la mortalidad (Chicago); y con poca estacionalidad (Valle de Coachella, California; Birmingham, Reino Unido, y Bangkok). Además, factores como el tabaquismo activo o pasivo, los contaminantes laborales y características individuales no son factores de confusión en estos estudios ya que no varían con la contaminación atmosférica de forma diaria ⁴.

La PM como índice

Surge la cuestión sobre si existe evidencia para un efecto independiente de la PM o si la confusión por otros contaminantes concurrentes le impide ser un contaminante preocupante por sí mismo. En muchos de los estudios de series temporales sobre mortalidad, la inclusión de contaminantes adicionales al modelo de regresión no alteró el impacto estimado de la PM, sugiriendo que los contaminantes concurrentes no eran factores de confusión. Samet et al. también estudiaron esta cuestión utilizando datos de 90 ciudades de los EUA y encontraron cambios mínimos en el coeficiente estimado para la PM_{10} después de que se añadiesen secuencialmente al modelo de regresión contaminantes gaseosos (O_3 , dióxido de nitrógeno, dióxido de sulfuro y monóxido de carbono) ⁶¹. Se ha informado de resultados similares en la mayor parte de los estudios que han examinado la PM_{10} y la mortalidad ⁵⁸. Otro estudio tampoco encontró ninguna modificación del efecto o confusión asociada con el O_3 o el dióxido de sulfuro ⁶⁰. Los efectos de la PM fueron mayores en ciudades con concentraciones más elevadas de dióxido de nitrógeno, pero los efectos de la PM no se atenuaron. Sin embargo, dado que la quema de combustible genera múltiples contaminantes que a menudo se correlacionan a lo largo

del tiempo, la PM todavía puede servir como una aproximación de la mezcla global de contaminantes. Así pues, para el objetivo de calcular la CAE global, la PM es útil como indicador de las fuentes de combustión ⁴.

Efectos de enfermedades específicas

Las enfermedades cardiovasculares y respiratorias previas son claros factores de riesgo para la mortalidad asociada a la PM, informando muchos estudios de series temporales de asociaciones estadísticamente significativas entre la PM y la mortalidad respiratoria y cardiovascular ^{61, 68, 87, 88}. Cuando se compara con la mortalidad por todas las causas, los análisis para esta mortalidad específica normalmente generan estimaciones del efecto de la PM más grandes y precisas. Sin embargo, al calcular la FA, las estimaciones relativamente altas del riesgo relativo se verán compensadas por una incidencia basal más baja. Entonces el efecto total al utilizar estimaciones específicas de enfermedad puede ser bastante similar al obtenido con la mortalidad por todas las causas. A medida que la recogida de datos mejore se podrán utilizar riesgos relativos específicos de enfermedad y tasas de mortalidad basales para calcular estimaciones del riesgo atribuible ⁴.

Acortamiento de la vida

Aunque hasta la fecha los estudios de series temporales no podían determinar la reducción de vida relacionada con la PM, existe evidencia indirecta de que es una cantidad significativa. Estudios recientes han informado de asociación entre la PM ambiental y un aumento de la frecuencia cardíaca, descenso de la variabilidad de la frecuencia cardíaca, y de la incidencia de arritmias ⁸⁹⁻⁹². Estos resultados se consideran predictores consistentes del riesgo de muerte por enfermedad cardíaca ⁹³. Otros estudios que controlan estadísticamente por el desplazamiento de la mortalidad, donde el momento del fallecimiento se podría retrasar únicamente unos pocos días, han indicado una reducción significativa en la esperanza de vida. Si todas las muertes relacionadas con la contaminación se asociaran con tal desplazamiento de la mortalidad, el acortamiento total de la vida probablemente sería muy pequeño. Sin embargo, empleando métodos basados en la frecuencia y el tiempo se ha demostrado que la mayor parte de la mortalidad asociada con la contaminación atmosférica no se debe a ese desplazamiento ^{94, 95}. Para la mortalidad cardiovascular el desplazamiento de la mortalidad no parece ser un factor fundamental, ya que la media del acortamiento de la vida parece ser mayor a dos o tres meses. Al contrario, las muertes por EPOC (que consta en su mayor parte de enfisema y bronquitis crónica) parecen ajustarse de manera más consistente a la hipótesis del desplazamiento de la mortalidad ^{95, 96}. Finalmente, los estudios realizados en población infantil antes revisados han proporcionado la evidencia de una pérdida significativa de años de vida por la contaminación atmosférica. Estos estudios indican que esta población, posiblemente aquellos con enfermedad respiratoria previa, puede ser especialmente sensible a los efectos de la contaminación ambiental por PM ⁴.

Umbrales

Se dispone de dos métodos de abordar la cuestión de un umbral para la exposición a corto plazo a la PM (una concentración ambiental de PM por debajo de la cual no existiría riesgo de un resultado adverso en salud). El primer método es indirecto y utiliza conjuntos de datos que presentan una media de concentración ambiental muy baja para analizar si existe un umbral. El segundo método es directo y emplea pruebas estadísticas que modelizan cuidadosamente la forma de la FCR. Ambas aproximaciones indican que no hay un umbral poblacional observable. Por ejemplo, varios estudios han informado de una asociación entre la PM y la mortalidad en áreas con bajas concentraciones ambientales de PM₁₀: para Sydney, Australia (concentración media de PM₁₀ de 18 µg/m³)⁷³; para Birmingham, Reino Unido (media de 26 µg/m³)⁹⁷; para el estudio de Harvard Seis Ciudades (media de 25 µg/m³)⁵⁷; para las ocho más grandes ciudades canadienses (media de 26 µg/m³)⁵⁹; y Gwynn, Burnett y Thurston (2000) para Buffalo y Rochester, Nueva Cork (media de 24 µg/m³)⁹⁸. Entre las aproximaciones estadísticas, se ha examinado la relación concentración-respuesta en 10 ciudades de los EUA⁵⁸, restringiendo los datos a los días en que la concentración de PM₁₀ fuera menor de 50 µg/m³. Las estimaciones resultantes del riesgo fueron estadísticamente significativas y mayores si se utilizaba todo el conjunto de datos. Otros autores, utilizando una aproximación estadística diferente en su análisis de las 10 ciudades de EUA, tampoco encontraron ninguna evidencia de un efecto umbral⁹⁹. De manera similar, un estudio de las 20 ciudades más grandes de los EUA³⁵, no encontró evidencia de un umbral⁴.

Resumen de los hallazgos sobre la exposición a corto plazo a la materia particulada y la mortalidad

1. Las asociaciones entre los cambios diarios en la PM₁₀ y la mortalidad parecen ser independientes de factores meteorológicos, la estacionalidad, el tiempo y el día de la semana (se controlaba típicamente por todos ellos en los análisis). Los estudios incluían un amplio abanico de ambientes, condiciones de temperatura y contaminación, distribuciones de población y edad, condiciones previas de salud, estatus socioeconómico y sistemas sanitarios. La amplitud de la asociación oscila entre 0,5–1,6 % de incremento en la mortalidad por 10 µg/m³ de aumento de la PM₁₀. Sin embargo, cuando se examinan tiempos medios de exposición más largos utilizando intervalos de varios días o exposiciones acumuladas de hasta varios meses, los efectos estimados pueden ser aproximadamente de un 2% de aumento de la mortalidad por 10 µg/m³ de incremento de la PM₁₀⁴.
2. Los efectos de la PM₁₀ no se pueden explicar por la exposición a otros contaminantes. Como se podría esperar, al examinar varios contaminantes correlacionados en el mismo modelo se incrementa a menudo la variación del efecto estimado de la PM y se atenúa su efecto. Sin embargo, el impacto estimado de la PM es generalmente consistente sin tener en cuenta la

concentración de otros contaminantes, o su grado de variación con ellos, lo que apoya la idea de que la PM presenta un efecto independiente de otros contaminantes ⁴.

3. Los ancianos, las personas con enfermedad crónica de corazón o con enfermedad pulmonar y la población infantil parecen tener un riesgo significativamente más alto de mortalidad asociada a la PM. Los resultados de los estudios sugieren que mucha de la mortalidad asociada con la exposición aguda no es resultado de únicamente unos pocos días de acortamiento de la vida. Más bien, para la mortalidad cardiovascular existe evidencia de reducciones significativas en la esperanza de vida. Además, si la asociación entre la PM y la mortalidad infantil presenta relación causal, también podría resultar en grandes reducciones de la esperanza de vida. Sin embargo, en este momento no es posible determinar el número de AVP utilizando estudios de series temporales. Así pues solamente se puede calcular el número de muertes prematuras por año y no los AVAD ⁴.
4. No se ha observado un umbral de respuesta en los estudios de mortalidad y PM. Varias aproximaciones directas e indirectas han mostrado que el mejor ajuste a los datos lo proporcionan modelos lineales sin umbral. La evidencia de estudios realizados en los EUA sugiere que para la PM₁₀, la concentración de fondo era de 8–10 µg/m³, mientras que para la PM_{2,5} puede estar entre 3–5 µg/m³. Estos pueden ser los límites inferiores para los efectos en salud calculados en la CAE, salvo que datos locales sugieran niveles distintos ⁴.
5. Según la OMS, es razonable aplicar los riesgos relativos que sugiere la literatura a ciudades y regiones de todo el mundo, pues los estudios se han repetido en muchos ambientes físicos y sociales y en un amplio rango de concentraciones de PM₁₀ ⁴.

Más que realizar un meta-análisis formal de los estudios revisados, la OMS proporciona un rango razonable de estimaciones basado en los resultados disponibles. Este rango tiene en cuenta: la variabilidad observada entre los estudios, la observación de que las medias de varios días aumentan significativamente la dimensión del efecto y los mayores efectos notificados por algunos estudios de países en desarrollo. Por tanto la OMS recomienda un rango de 0,6–1,5% de aumento en la mortalidad por un incremento diario de 10 µg/m³ en la PM₁₀. Como estimación central, se asume un incremento del 1% en la mortalidad por cada 10 µg/m³ de aumento en la PM₁₀. Conforme se vayan publicando nuevos estudios de ciudades en países en desarrollo, los hallazgos se pueden ponderar conjuntamente con el cuerpo de estudios existentes, de manera informal o formal, utilizando un marco bayesiano ⁴.

La estimación de la mortalidad asociada con la exposición a corto plazo a la PM₁₀ no se debe sumar a las estimaciones de mortalidad asociadas con la exposición a largo plazo que se describirán más adelante. Sin embargo, es interesante proporcionar una estimación cuantitativa del efecto de la mortalidad a corto plazo para que así los responsables de diseñar políticas de salud pública y otros interesados puedan apreciar las implicaciones de los estudios a corto plazo.

Si no se dispone de datos, se debería asumir una concentración de fondo de PM₁₀ de 10 µg/m³. En la tabla 1 antes citada se resumen la forma y los coeficientes de la función de riesgo de mortalidad recomendada asociada con la exposición a corto plazo ⁴.

I.2.1.2.2 Efectos a largo plazo

Mortalidad relacionada con la exposición a largo plazo

Estudios clave en la literatura

Varios estudios sobre la contaminación atmosférica han usado el diseño de cohorte prospectiva para examinar los efectos de la exposición a largo plazo a la PM. En este tipo de estudio se selecciona una muestra de individuos que se sigue a lo largo de un periodo de tiempo. Por ejemplo, en el estudio de Harvard de Seis Ciudades siguieron aproximadamente a 8.000 personas en seis ciudades del este de los EUA durante 15 años ¹⁰¹; también se ha estudiado las tasas de mortalidad en un periodo de más de 7 años en aproximadamente 550.000 individuos en 151 ciudades de los EUA ¹⁰². Estos estudios utilizaron datos individuales y así en el análisis se pueden caracterizar y ajustar otros factores que pueden afectar la mortalidad. Una vez que se determinaron los efectos de los factores individuales, los modelos examinaron si las medias por ciudad a largo plazo de PM (medidas como PM₁₀, PM_{2,5} o sulfatos) se asociaban a diferentes riesgos de mortalidad y de esperanza de vida. Se examinaron varias categorías de causas específicas de mortalidad, incluyendo al cáncer de pulmón, enfermedad cardiopulmonar y “todas las otras causas” ⁴.

Estos estudios incorporaban gran parte, aunque no todo, del impacto asociado con la exposición a corto plazo ¹⁰³. Un efecto que resultaría difícil de capturar en los estudios a largo plazo es el desplazamiento de unos pocos días de la mortalidad, ya que esto no alteraría las diferencias en la esperanza de vida global predichas por los estudios a más largo plazo. Las incertidumbres más grandes en los estudios a largo plazo implican los tiempos de las enfermedades, la duración e intensidad de la exposición. Los dos estudios anteriores asignaron medias para la totalidad de cada ciudad y de varios años, que transcurrieron cuando los participantes del estudio se encontraban entre la juventud y la mediana edad (aproximadamente entre los 20 y los 50 años). Así pues, la exposición durante la infancia no se estimaba y tampoco se incorporaron al análisis diferencias en la exposición dentro de cada ciudad, dificultando la detección de un efecto de la contaminación y probablemente sesgando el análisis hacia la hipótesis nula de no efecto. Por lo tanto, es improbable que un sesgo o la clasificación errónea de la exposición pudieran explicar las asociaciones estadísticamente significativas entre la exposición a largo plazo a la PM y las medidas de mortalidad que notificaron los dos estudios ⁴. En concreto, un estudio informó de asociación entre la mortalidad total y cardiovascular y la PM₁₀, PM_{2,5} y los sulfatos ¹⁰¹. En este estudio las concentraciones de PM_{2,5} oscilaron entre 11 y 29,6 µg/m³ y las de PM₁₀ entre 18 y

46,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. De manera similar, en otro estudio se notificó una relación entre las partículas finas y los sulfatos tanto con la mortalidad por todas las causas como con la cardiopulmonar ¹⁰². En las 50 ciudades con datos de $\text{PM}_{2,5}$, ésta osciló entre 7 y 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Los riesgos relativos estimados en este estudio fueron inferiores a los del mencionado anteriormente ¹⁰¹, pero los intervalos de confianza se solapaban. Los efectos estimados en la mortalidad de la exposición a largo plazo a la PM_{10} (aproximadamente entre 4–7% por cada 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10}) son mucho mayores que los asociados con la exposición diaria (aproximadamente un 1% por cada 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10}) ⁴.

Estos estudios también proporcionan una base para calcular el descenso en la esperanza de vida asociado con la exposición a la PM. Los resultados de otro estudio sugieren que los 24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de diferencia en la $\text{PM}_{2,5}$ entre las ciudades más limpia y sucia se asocian con una diferencia de casi 1,5 años en la esperanza de vida ¹⁰⁴. En otro estudio se utilizó una tabla de vida para los varones en Holanda ¹⁰⁵ y estimó una diferencia global de 1,1 años en la esperanza de vida entre las dos ciudades extremas del estudio previo ¹⁰². La diferencia para las personas que de hecho fallecieron por enfermedades asociadas con la contaminación atmosférica se estimó en unos 10 años. Esto es así porque las muertes relacionadas con la contaminación atmosférica constituyen solamente una pequeña fracción del total de muertes en una ciudad ⁴.

En el año 2000 se completó una validación independiente y un re-análisis de los estudios Seis Ciudades de Harvard y de la ACS ^{101, 102, 106}. La primera tarea fue reunir el conjunto de datos y validar los resultados originales. Se notificaron pocos errores en la codificación y fusión de los datos en los estudios originales y básicamente replicaron los resultados de ambos estudios. La segunda tarea fue realizar un exhaustivo análisis de sensibilidad de los estudios originales para determinar si los resultados eran robustos. Especialmente se examinaron los efectos de ⁴:

- Modelos estadísticos alternativos.
- Potenciales factores de confusión a nivel de toda la ciudad, como por ejemplo el crecimiento de la población, los ingresos, factores meteorológicos, el número de camas hospitalarias y la dureza del agua.
- Subgrupos de población.
- Contaminantes concurrentes, incluyendo O_3 , dióxido de sulfuro y dióxido de nitrógeno.
- Estimaciones de exposición a la PM alternativas, incluyendo diferentes años y tamaños de las partículas.
- Correlaciones espaciales entre las ciudades.

En general el reanálisis confirmó los resultados originales de la existencia de una asociación entre la mortalidad y la exposición a largo plazo a la PM. Entre los nuevos hallazgos más importantes se encontraba que ⁴:

- La educación parece ser un modificador del efecto significativo (posiblemente porque sirve como un marcador del estatus socioeconómico, de los cuidados de salud, la movilidad residencial o factores del estilo de vida).
- No había covariables a nivel individual o de la ciudad (ecológicas) que confundieran los resultados.
- Las asociaciones entre las exposiciones al sulfato y a la PM_{2,5} y la mortalidad por todas las causas y cardiopulmonar eran casi lineales dentro de los rangos relevantes, sin umbrales aparentes.

Un hallazgo de los estudios de exposición a largo plazo puede ser particularmente relevante para extrapolar los datos a otros países, especialmente a aquellos que están menos desarrollados. Los estudios encontraron una modificación consistente del efecto por la educación, ya que las estimaciones del efecto variaban significativamente cuando los análisis se estratificaron por el rendimiento académico. Se notificó que los riesgos relativos asociados con la PM son significativamente más altos para quienes no han superado el nivel educativo de secundaria ¹⁰¹, ¹⁰⁶. La asociación más modesta con la PM entre quienes tienen mayor nivel académico sugiere que una mejor nutrición y acceso a los cuidados de salud (u otras variables correlacionadas con el rendimiento académico) pueden ser co-factores importantes en la mortalidad asociada con la contaminación atmosférica. Entre los individuos con un nivel académico más bajo es más común la pobreza, una nutrición peor y menor acceso a los recursos sanitarios. Un estatus socioeconómico más bajo también es probable que se asocie con la residencia más cercana a fuentes de contaminación estacionarias y móviles. Por lo tanto, es posible que el estatus socioeconómico esté simplemente asociado con una mayor exposición a las fuentes existentes de contaminación en lugar de ser un modificador del efecto. En este momento el factor o factores precisos que puedan modificar el efecto no están bien caracterizados, y la OMS no recomienda ajustar el coeficiente estimado para tener en cuenta la educación o el nivel socioeconómico locales. Es de esperar que futuras investigaciones resuelvan el papel que el estatus socioeconómico (o de algún factor asociado al mismo) tiene en los efectos sobre la salud de la exposición a la contaminación atmosférica ⁴.

En 2002 se amplió el análisis de la cohorte de la ACS utilizando datos de 16 años de seguimiento (hasta 1998) ³⁵. Además, los datos ambientales de 1979 a 1983 que se utilizaron en el estudio original junto con datos más recientes de PM_{2,5} para 1999 y 2000 se emplearon para estimar la exposición, basándose en la ciudad de residencia de los participantes en el estudio. Se analizaron varios escenarios de exposición alternativos mediante modelos de regresión de riesgos proporcionales de Cox que controlaban por muchos factores de riesgo individuales. Concretamente, se estimó el modelo utilizando los datos de 1979 a 1983, los datos para 1999 y 2000 y la media de todos los datos disponibles. Se notificaron asociaciones entre las tres alternativas de exposición anteriores y la mortalidad total, la cardiovascular y la mortalidad por

cáncer de pulmón. Las estimaciones del riesgo relativo fueron mayores para los datos de 1999 y 2000 y más grandes al utilizar la media de todos los datos de exposición disponibles. Esto puede deberse a un error de medida menor para los datos más recientes o porque las exposiciones más recientes pueden ser más relevantes para la mortalidad relacionada con la contaminación. El segundo hallazgo también se ha notificado en el re-análisis realizado en el año 2000 ¹⁰⁶. Asimismo, los valores más bajos de PM_{2,5} en los datos de 1999–2000 se encuentran en torno a 5 µg/m³, cercano a los niveles de fondo. Esto sugiere que es razonable calcular efectos por debajo de las concentraciones de fondo ⁴.

Hay varias opciones para asignar el riesgo relacionado con la exposición a largo plazo. Se podrían utilizar o combinar diferentes estudios, y las FCR podrían ser lineales o no lineales. También se proporcionan estimaciones para muchos modelos diferentes ¹⁰⁶ y para diferentes años de exposición. Las primeras estimaciones del riesgo de la OMS se basaron en el estudio de Pope et al. de 2002 ³⁵ ya que el número de ciudades y del tamaño de muestra eran mucho mayores que en otros estudios, y las estimaciones de riesgo de este estudio se solapaban con las de Dockery et al. en 1993 ¹⁰¹. Las estimaciones que Pope et al. publicaron en 1995 ¹⁰² utilizaban una función lineal de la exposición. Sin embargo, no es apropiado extrapolar esta función lineal a los niveles más altos observados en algunas mega-ciudades del mundo, pues los efectos resultantes no serían plausibles ⁴.

Para obtener un modelo más realista se volvió a estimar la FCR utilizando una función log-lineal para la exposición (una función cuya pendiente se aplanan a concentraciones más altas). Para los datos del estudio de Pope et al. de 1995 ¹⁰² los modelos de exposición lineales y log-lineales ajustan igual de bien para concentraciones de PM_{2,5} entre 10–30 µg/m³ (R. Burnett, comunicación personal) ⁴. Empíricamente el modelo log-lineal generaba riesgos relativos ligeramente mayores dentro del rango 10–30 µg/m³, y riesgos relativos más bajos por encima y por debajo de este rango. Para estimar la carga de enfermedad causada por la contaminación atmosférica la OMS propone utilizar el modelo de exposición log-lineal y la media de todos los años de exposición disponibles, ya que es probable que la estimación resultante de la carga de enfermedad tenga el mínimo error de medida ⁴.

Tipos de relaciones recomendados para cuantificar la enfermedad

Dados los estudios disponibles hasta la fecha, la OMS recomienda que se utilicen las siguientes fórmulas de exposición log-lineal al medir la mortalidad cardiopulmonar tomadas del estudio de Pope en 2002 ^{4, 35}:

$$RR = \exp(\alpha + \beta \ln(X + 1)) / \exp(\alpha + \beta \ln(X_0 + 1))$$

Donde:

$$\beta = 0,1551 \text{ (IC 95\% = 0,05624 – 0,2541)}$$

X se refiere a la concentración media anual de $PM_{2,5}$. Se añadió 1 a los términos X de la fórmula para asegurar que el logaritmo de la función está definido para $X = 0$. El valor de X_0 se asume que puede ser bien la concentración de fondo de $PM_{2,5}$ en la ciudad o país (por ejemplo $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$) o la concentración más baja observada en el estudio original ($7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en el estudio de Pope et al. de 1995¹⁰²). La concentración de fondo es la que existiría sin contaminación atmosférica de origen humano, que se podría determinar mediante monitores en localizaciones rurales o costeras que no están afectadas o lo están mínimamente por la contaminación atmosférica. Al igual que en la ecuación presentada anteriormente para el RR, esta fórmula se podría utilizar también para comparar las concentraciones actuales con otras concentraciones objetivo como los límites impuestos en la normativa legal. Se podría calcular así el exceso de riesgo, con tal de que se use solamente un nivel de exposición. Sin embargo, para el propósito que pretende la OMS con sus recomendaciones, los riesgos relativos se refieren a las concentraciones basales. La fórmula de la ecuación anterior se puede simplificar como la razón de las concentraciones relativas (de la actual frente a la concentración objetivo) elevada a la potencia de β (que equivale a 0,1551 para la mortalidad cardiopulmonar)⁴:

$$RR = [(X + 1) / (X_0 + 1)]^\beta$$

Para la mortalidad por cáncer de pulmón, el coeficiente β sería de 0,232179 (EE = 0,07477; IC 95% = 0,08563–0,37873) (en el estudio de Pope et al. de 2002³⁵). El coeficiente β se puede sustituir entonces en la ecuación que acabamos de señalar⁴.

Puesto que las relaciones concentración–respuesta se expresan para la $PM_{2,5}$ y la calidad media del aire se mide generalmente a través de la PM_{10} , se necesita una razón $PM_{2,5} / PM_{10}$ para poder aplicar estas relaciones. Donde sea posible, se recomienda que dicha razón se mida localmente. Si no es así, se podría utilizar el valor de 0,65 para países desarrollados (0,73 en Europa), y de 0,5 para países en desarrollo⁴.

Para las muertes en mayores de 30 años por causas cardiopulmonares y por cáncer de pulmón se pueden representar gráficamente los diferentes rangos de los riesgos relativos para las medias anuales de PM_{10} y para una concentración de fondo de $PM_{2,5}$ de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, aplicando las distintas razones mencionadas entre la $PM_{2,5}$ y la PM_{10} ⁴.

Relaciones alternativas

Para ilustrar los efectos de hacer diferentes asunciones sobre la forma de la FCR, si se acepta que la mortalidad se relaciona de manera lineal con la concentración (en lugar de una función log-lineal) el RR sería entonces ⁴:

$$RR = \exp(\alpha + \beta X) / \exp(\alpha + \beta X_0)$$

$$RR = \exp[\beta(X - X_0)]$$

Para el modelo lineal, $\beta = 0,008933$ (EE = 0,002907) para la mortalidad cardiopulmonar por la exposición a largo plazo a la PM_{2,5}. Para la mortalidad por cáncer de pulmón $\beta = 0,012673$ (EE = 0,00426). En la tabla siguiente se resumen la forma y los coeficientes de las funciones de riesgo para la mortalidad asociada con la exposición a largo plazo a la PM ⁴.

Tabla 3. Modelos recomendados y alternativos para estimar el riesgo relativo asociado a la exposición a largo plazo a la PM_{2,5}.

Indicador de salud	Función de riesgo relativo ^a	Coefficiente β (IC 95%)
Mortalidad cardiopulmonar (exposición log-lineal) ^b	$RR = [(X+1)/(X_0+1)]^\beta$	0,15515 (0,0562 - 0,2541)
Mortalidad cardiopulmonar (exposición lineal)	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	0,00893 (0,00322 - 0,01464)
Mortalidad por cáncer de pulmón (exposición log-lineal) ^b	$RR = [(X+1)/(X_0+1)]^\beta$	0,23218 (0,08563 - 0,37873)
Mortalidad por cáncer de pulmón (exposición lineal)	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	0,01267 (0,00432 - 0,02102)

^a X = concentración actual de PM_{2,5} (ug/m³) y X₀ = concentración objetivo o umbral de PM_{2,5} (ug/m³).

^b Relación recomendada.

Debido a la incertidumbre al extrapolar la FCR del estudio de Pope et al. de 2002 ³⁵ a las estimaciones globales de la carga de enfermedad por la contaminación atmosférica de la OMS en 2002 ⁷, Cohen et al. analizaron en 2004 varias alternativas para determinar la sensibilidad de las estimaciones ¹⁸. Al dar estimaciones de la CAE es importante señalar las incertidumbres potenciales. Se consideraron las siguientes asunciones ⁴:

- La forma de la FCR.
- El valor de fondo o nivel de efecto más bajo.

- La concentración más elevada (“truncamiento superior”) y el riesgo relativo que se puede usar en la extrapolación (por ejemplo el riesgo relativo más alto aplicable)
- Los datos de exposición usados en las estimaciones originales.

Las asunciones utilizadas en las estimaciones de la mortalidad cardiopulmonar mundial y la sensibilidad de las estimaciones se resumen a continuación en esta tabla ⁴.

Tabla 4. Efectos de diferentes asunciones sobre las estimaciones para la mortalidad cardiopulmonar asociada con la exposición a largo plazo a la PM_{2,5} (según OMS, 2002, y Cohen et al., 2004) ^{7, 18}.

Caso	Forma de la función de exposición	Umbral (ug/m ³ de PM _{2,5})	Truncamiento superior (ug/m ³ de PM _{2,5})	Datos de exposición usados (años)	Estimación de mortalidad (en miles)
1 ^a	Log-lineal	7,5	No	Todos	1.069
2	Lineal	7,5	50	1979 -1983	712
3	Lineal	7,5	No	1979 -1983	783
4	Lineal	7,5	30	1979 -1983	506
5	Log-lineal	7,5	No	1979 -1983	794
6	Lineal	3,0	50	1979 -1983	882
7	Lineal	15,0	50	1979 -1983	474
8	Lineal	7,5	50	Todos	1.132
9	Lineal ^b	7,5	50	1979 -1983	609

^a Relación recomendada

^b En este caso, la razón entre PM_{2,5} y PM₁₀ asumida es 0,65 para Norte América, Europa y China, y 0,35 para el resto. En el resto de casos se asume que la razón es 0,5. Otras alternativas a la FCR podrían incluir una media ponderada (Dockery et al, 1993; Pope et al., 2002) ^{35,101} o resultados de análisis de sensibilidad específicos (Krewski et al., 2000) ¹⁰⁶.

La FCR puede ser bien log-lineal o lineal (ecuaciones antes citadas). La concentración de fondo puede ser el nivel más bajo del estudio original (7,5 ug/m³), la concentración de fondo de PM_{2,5} en un área urbana “típica” (3 ug/m³) o algún umbral o concentración objetivo que se presuma. En ausencia de datos se debería asumir una concentración de fondo de 3 ug/m³ de PM_{2,5}. El riesgo relativo más alto aplicable para la extrapolación puede ser igual a la concentración más alta en

los datos originales ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$), algún límite superior arbitrario ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) o bien puede no haber límite. Como se ha mencionado anteriormente, los datos de exposición en el estudio de Pope et al. de 2002³⁵ incluían datos entre 1979–1983, 1999 y 2000 o todos los años combinados.

Análisis de sensibilidad recomendado para cuantificar la enfermedad

Puesto que la evidencia disponible a concentraciones mayores de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ es todavía escasa, la OMS recomienda que se examine la sensibilidad de los resultados utilizando otras asunciones y formas de la función. Estos análisis de sensibilidad se pueden realizar truncando los riesgos por encima de cierta concentración (por ejemplo $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$), cambiando las concentraciones de fondo y variando la razón entre la $\text{PM}_{2.5}$ y la PM_{10} ⁴.

I.2.1.3 Otros aspectos

Análisis de la exposición

Utilización de una red de monitores fijos

Los efectos sobre la salud de la exposición a la PM_{10} y la $\text{PM}_{2.5}$ idealmente se deberían cuantificar utilizando los datos de sus concentraciones anuales durante varios años. Puesto que las funciones de concentración-respuesta derivadas de los estudios epidemiológicos se sirvieron de las estaciones de medida fijas poblacionales que se situaban en el área metropolitana de la población de estudio, asimismo deberían ser estos monitores la base de la extrapolación. En principio, los datos de monitorización utilizados para calcular la media anual de las concentraciones de PM se deben recoger durante todo el año, durante varios años, para reducir el sesgo debido a las fluctuaciones estacionales o a un año no representativo. Se pueden reunir en una única estimación las mediciones de toda la red de monitores de un área metropolitana. Se debe procurar que los monitores utilizados no se vean excesivamente influidos por una única gran fuente de contaminación (por ejemplo una fábrica, una central eléctrica o una autopista); más bien, los monitores deberían reflejar la exposición de un área extensa. Asimismo, es probable que los datos de PM estén disponibles únicamente para grandes ciudades, y entonces los efectos sobre la salud se calcularían únicamente para la población urbana, aunque los habitantes de las zonas rurales también están expuestos a las partículas procedentes de los combustibles de biomasa, los incendios y las nieblas. Una solución es asumir que las concentraciones de $\text{PM}_{2.5}$ son bajas en las zonas no monitorizadas (pero por encima de los niveles de fondo de aproximadamente $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y varían entre 5-10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, dependiendo de las fuentes de contaminación como el tráfico, los incendios y fuentes estacionarias locales⁴.

Utilización de estimaciones basadas en modelos para calcular la carga de enfermedad

Si no existen datos disponibles para las ciudades o áreas de estudio, se pueden utilizar las estimaciones de concentraciones anuales de PM_{10} y $\text{PM}_{2.5}$ que ha desarrollado el Banco Mundial

¹⁰⁷. La descripción que realiza la OMS se basa en ese trabajo, de manera que proporciona concentraciones ambientales de PM para las 14 subregiones de la OMS, utilizando un modelo econométrico AMPM CON que incorporaba mediciones de PM procedentes de monitores poblacionales. El modelo predice concentraciones de PM₁₀ en áreas urbanas residenciales en función de factores como el tipo de combustible, el nivel de desarrollo económico, variables demográficas, geográficas y meteorológicas que podrían influir en la contaminación por el transporte. En concreto, el modelo incluye estas variables: consumo de energía, factores geográficos y atmosféricos, densidad de población urbana y nacional, densidad local en las cercanías de cada ciudad, intensidad de la actividad económica local, renta per cápita nacional, variables temporales que muestren tendencias y variables binarias de ajuste en factores económicos, sociales u otros específicos de cada zona y que no abarcan las variables anteriores ⁴. El modelo se basa en mediciones fiables de PM₁₀ y PST procedentes de estaciones de medida poblacionales en 512 localizaciones de 304 ciudades en 55 países durante el período 1985-1999. En total, se dispuso de 1997 puntos datos espacio-temporales de esas ciudades en todo el mundo. El ajuste de la regresión múltiple, el modelo común de mínimos cuadrados fue de R² = 0,88, lo que indicaba un buen ajuste. Los tests F determinaron que los variables incluidas en el modelo añadían una potencia explicativa significativa al modelo de regresión. Se utilizaron otras técnicas y criterios heurísticos que asegurasen la bondad de ajuste del modelo, y que las predicciones del modelo para las 3.211 ciudades del mundo con una población superior a 100.000 habitantes fuera razonable ⁴.

En principio, el modelo AMPM CON se utilizó para generar estimaciones de concentraciones de PM₁₀ en todas las ciudades del mundo con población superior a 100.000 habitantes, así como en las capitales nacionales. El rango de incertidumbre las medias específicas de cada subregión se estimó mediante una técnica bootstrap, en la que el modelo se re-estima muchas veces (200 pruebas) utilizando una muestra repetida aleatoria de las observaciones empleadas para estimar el modelo. Las asunciones más importantes consideradas en las estimaciones de la exposición basadas en modelos son, por un lado, que las concentraciones medidas de PM₁₀ por los monitores poblacionales son generalmente representativas de la exposición, y por otro que dentro de un país dado, ciertas estimaciones nacionales (el uso de combustible, el producto interior bruto) son aproximaciones razonables para las estimaciones específicas de cada ciudad de las variables correspondientes ⁴.

La razón PM_{2,5} / PM₁₀

Valores procedentes de la literatura

Puesto que algunos de los resultados en salud estudiados se basan en la PM_{2,5} en lugar de la PM₁₀, las estimaciones de la PM₁₀ del modelo se pueden convertir en estimaciones de la PM_{2,5} utilizando la información disponible sobre la razón de la PM_{2,5} con la PM₁₀. Para muchas áreas

urbanas en países industrializados, la $PM_{2,5}$ es 0,5 – 0,65 de la PM_{10} (USEPA, 1996) ⁴⁸. Datos procedentes de naciones no industrializadas sugieren un rango similar para esta razón. Por ejemplo, un estudio en China informó de razones dentro del rango de 0,51 – 0,72 para zonas urbanas ¹⁰⁸. Sin embargo, en áreas sometidas a partículas más gruesas (zonas áridas o ciudades con un número significativo de vías sin pavimentar o de días de viento), es más probable que las razones sean mucho más bajas, ya que estas zonas tendrán una mayor proporción de la PM_{10} en el rango de tamaños de 2,5 – 10 μm . Por ejemplo, en el Valle de Coachella, una región árida y desértica del sur de California, se ha informado de una razón $PM_{2,5} / PM_{10}$ de 0,35 ¹⁰⁹. Así pues, para ciudades, países o regiones que probablemente tengan una alta proporción de material grueso se debería asumir una razón más baja. Para el análisis de carga de enfermedad por contaminación atmosférica (OMS, 2002) ⁷, se asumió una razón de 0,5, pero se exploró la sensibilidad de los resultados a esta asunción. En concreto, un factor de 0,65 se utilizó en varias subregiones, AMR A, EUR A, EUR B, EUR C y WPR A (que incluía EUA, Canadá, toda Europa, Japón, Singapur, Australia y Nueva Zelanda), pues se asumió que relativamente había más partículas relacionadas con la combustión. Un factor de 0,35 se utilizó para las ciudades en las restantes subregiones ⁴.

Razones recomendadas para estudios nacionales o locales

La mejor estimación de la razón $PM_{2,5} / PM_{10}$ debería obtenerse a partir de un estudio local, ya que se capturarían todas las condiciones y fuentes de contaminación locales que condicionan dicha razón. En ausencia de una razón local, se podría asumir un valor de 0,65 para los países desarrollados, y de 0,5 para los países en desarrollo. Para Europa, se ha informado de una media de 0,73 y puede ser el valor más adecuado (Second Position Paper on Particulate Matter. Final Draft. April 2004) ¹¹⁰. Se pueden explorar valores alternativos en un análisis de sensibilidad posterior ⁴.

I.2.2 Ozono (O_3)

I.2.2.1 Descripción general. Vías de exposición. Fuentes. Umbrales y valores límite recomendados

Descripción general

A temperatura y presión ambientales, el O_3 es un gas de olor acre e incoloro, que en grandes concentraciones puede volverse azulado. Si se respira en grandes cantidades, es tóxico y puede provocar la muerte. Se descompone rápidamente, en presencia de oxígeno, a temperaturas mayores de 100 °C y, en presencia de catalizadores como el dióxido de manganeso (MnO_2), a temperatura ambiente ³⁷.

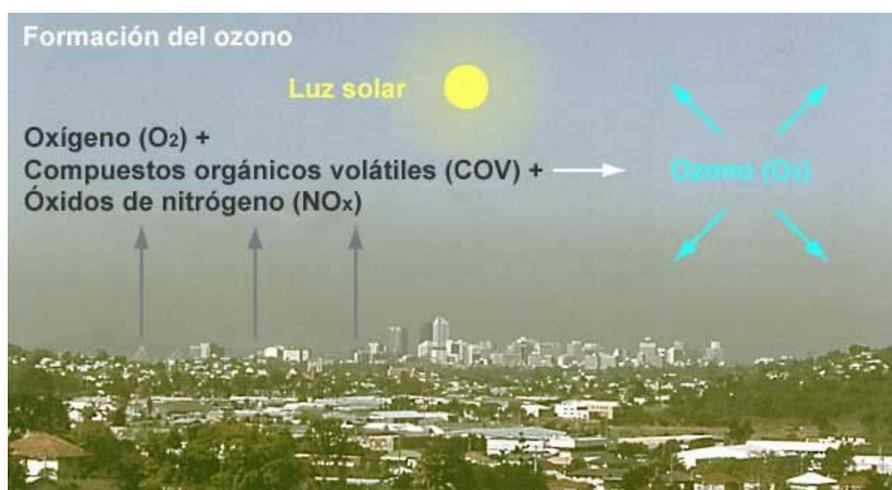
El O_3 es un compuesto altamente oxidante que se forma en la baja atmósfera a partir de gases procedentes en su mayor parte de fuentes antropogénicas mediante reacciones fotoquímicas

impulsadas por la radiación solar. Debido a su alta reactividad química, el O₃ es perjudicial para la vegetación, los materiales y la salud humana. En la troposfera el O₃ se comporta también como un gas de efecto invernadero muy eficaz ¹³.

Es importante diferenciar el O₃ de la atmósfera con el que constituye la capa de O₃, situada en la estratosfera, a unos 20 Km. de altura sobre la superficie terrestre, que actúa de forma beneficiosa absorbiendo radiación ultravioleta proveniente del sol y evitando así que llegue a la superficie de la Tierra ⁸. Aproximadamente el 90% del O₃ de la atmósfera se forma en la estratosfera, donde desempeña un valioso papel al absorber la radiación ultravioleta, pues un exceso de la misma es perjudicial para la vida en la Tierra ¹³.

Vías de exposición

La única vía importante de exposición al O₃ es la respiratoria, si bien la exposición dérmica puede raramente ocasionar dermatitis ^{111, 112}.



www.epa.qld.gov.au ³⁷

Fuentes

El O₃ y otros oxidantes fotoquímicos son contaminantes que no son emitidos por fuentes primarias. Estos compuestos engloban un grupo de especies químicas que se forman mediante una serie de reacciones en la atmósfera, que están controladas por la energía captada por las moléculas de dióxido de nitrógeno (NO₂) cuando absorben radiación solar ³⁷.

Los contaminantes más importantes que intervienen en la formación del O₃ troposférico incluyen a los óxidos de nitrógeno (NO_x) y los COVs así como, aunque en una proporción menor pero todavía significativa, el metano y el monóxido de carbono. La cadena de reacciones fotoquímicas que forman el O₃ en la atmósfera depende de la radiación solar y de la temperatura. En el interior y las cercanías de las áreas urbanas, las concentraciones de O₃ pueden estar disminuidas debido a reacciones con NO_x, pero en zonas lejanas (en áreas rurales) tanto los NO_x como los COVs promueven la formación de O₃ ¹³.

Sin embargo, aunque el metano es mucho menos reactivo que otros COVs, está presente a concentraciones muchísimo mayores en la atmósfera, habiéndose incrementado durante los últimos 100 años debido al aumento de su emisión industrial (ganadería y agricultura). Las reacciones fotoquímicas asociadas al metano son la causa de gran parte del aumento de los niveles de O₃ sobre los océanos y las tierras, lejos de las fuentes de contaminación, desde aproximadamente 30 µg/m³ hasta unos 75 µg/m³ (OMS, 2005)^{37, 46}.

Las ecuaciones generales simplificadas que regulan la fotoquímica atmosférica se muestran a continuación³⁷:

El dióxido del nitrógeno se disocia para formar óxido nítrico (NO) y oxígeno atómico.



El oxígeno atómico se combina con oxígeno molecular formando O₃.



El O₃ es descompuesto al reaccionar con óxido de nitrógeno, produciendo dióxido de nitrógeno y oxígeno molecular.



La contaminación fotoquímica sucede cuando el ciclo descrito en las ecuaciones (1) a (3) es alterado, bien por procesos que consuman monóxido de nitrógeno, o recíprocamente, por procesos que favorecen la producción de dióxido de nitrógeno. La reacción de monóxido de nitrógeno con peróxidos atmosféricos (RO₂) es la principal causa de ruptura del equilibrio fotoquímico.



Los peróxidos atmosféricos se forman por la oxidación de los COV, como se representa en las ecuaciones (5) a (8), que describe la oxidación de un alqueno formándose radicales libres (5), peróxidos (6), aldehídos (7) y nitratos orgánicos (8).



La reacción (8) puede interpretarse como una forma de estabilizar el dióxido de nitrógeno y transportarlo a largas distancias (principalmente en forma de nitrato de peroxiacetilo, PAN), ya que esta reacción se puede producir a largas distancias de la fuente original de dióxido de nitrógeno ³⁷.

En la atmósfera hay distintas clases de COVs, principalmente provenientes de emisiones de grandes núcleos urbanos y áreas industriales. Esto aumenta la complejidad de las reacciones fotoquímicas, principalmente en las áreas caracterizadas por una alta radiación solar. Así, las reacciones (1) a (8) se han mostrado para describir únicamente algunos de los procesos responsables de la producción de los compuestos que, en la atmósfera, conducen a la producción del O₃, el contaminante más representativo y tóxico de los oxidantes del medio ambiente ³⁷.

La concentración de O₃ en aire atmosférico depende de varios factores: intensidad de la radiación solar, convección atmosférica, altura de la capa de inversión térmica, concentraciones de óxidos de nitrógeno y COVs y proporción de COVs respecto a los óxidos de nitrógeno. La relación COVs/óxidos de nitrógeno más favorable a la formación del O₃ oscila entre los valores de 4:1 y 10:1 ³⁷.

Los principales sectores que emiten precursores de O₃ son el transporte por carretera, las centrales generadoras de electricidad, los sistemas de calefacción domésticos, la industria y el almacenamiento y distribución de petróleo. Los estudios de laboratorio indican que la PM fina (especialmente su contenido en hollín) y el O₃ se asocian con un aumento del riesgo de mortalidad y morbilidad respiratoria, y la exposición al dióxido de nitrógeno, O₃ y PM se ha correlacionado con el desarrollo de respuestas alérgicas. Algunos estudios indican un incremento significativo del riesgo de infarto de miocardio causado por la contaminación atmosférica relacionada con el transporte. Sin embargo, solamente se han realizado unos pocos estudios sobre esta cuestión ⁸.

Los catalizadores de los tubos de escape han reducido la eliminación de O₃ que realizan los óxidos de nitrógeno procedentes de los motores de gasolina. Como resultado, las concentraciones de O₃ en las áreas urbanas han comenzado a aumentar alcanzando los niveles observados en las zonas rurales de alrededor. Las concentraciones medias a largo plazo de O₃ han descendido en algunas áreas y aumentado en otras, debido al efecto combinado de las medidas de control regional y al incremento de los niveles hemisféricos de fondo. La entrada en áreas urbanas de O₃ procedente de zonas rurales se ve facilitada por el descenso de la contaminación atmosférica urbana y una menor reducción de O₃ en las áreas densamente pobladas de Europa. Asimismo, el cambio climático puede provocar el aumento de las concentraciones de O₃ ¹³.

La contribución a los niveles de O₃ de la contaminación transportada a larga distancia es equivalente al nivel regional basal, el cual incluye el O₃ producido de manera natural. Esta contribución no está muy condicionada por fuentes de emisión individuales y debería ser equivalente a los niveles medidos en zonas rurales (niveles de base) y a los niveles de contaminación atmosférica estimados en modelos del transporte regional de contaminantes por vía aérea. Debido al tiempo que se necesita para producir O₃ mediante las reacciones fotoquímicas, los niveles son más elevados en las zonas rurales y remotas. En las zonas urbanas, que reciben la contribución a larga distancia como niveles de fondo, las concentraciones de O₃ se reducen por otros contaminantes, principalmente óxidos de nitrógeno. Así pues los niveles de O₃ raramente se generan localmente pero tienen una contribución regional significativa, estando muy influidos por el transporte a larga distancia ¹³.

Los niveles de O₃ de fondo en el hemisferio norte están cerca de las concentraciones que se sabe son perjudiciales para la salud. Las concentraciones más altas se observan más en el área del Mediterráneo que en el norte de Europa. En el noroeste de Europa han disminuido los picos episódicos de O₃ desde los años noventa debido a los controles regionales de contaminación aplicados a los NO_x y COVs. Sin embargo datos más recientes no muestran un descenso mayor ¹³.

Las emisiones de NO_x proceden de las áreas más densamente pobladas, especialmente en el noroeste de Europa. Por otro lado, las emisiones de COVs se distribuyen de una manera más homogénea en Europa, siendo las fuentes antropogénicas principales el tráfico y el uso de disolventes. En la UE se espera que las emisiones de precursores de O₃ disminuyan de forma notable, incluso asumiendo un crecimiento económico acelerado, disminuyendo hacia el 2020 a la mitad de los niveles del año 2000. Para estos contaminantes decrecerá de manera significativa la contribución de los sectores tradicionalmente productores (producción de energía, industria y transporte por carretera). En el futuro aumentará la contribución relativa de otros sectores que tienen actualmente una legislación menos estricta (la navegación, los vehículos todo terreno y los diesel pesados para los NO_x y el uso de disolventes para los COVs). Sin embargo, la ausencia de una legislación rigurosa en muchos países que no pertenecen a la UE puede resultar en fuertes aumentos de las emisiones de precursores de O₃ en estas zonas de la región cubiertas por la LRTAP. Además el cambio climático puede llevar a mayores emisiones biogénicas en el futuro. Asimismo las emisiones de metano promueven la formación de O₃ y favorecen el cambio climático ¹³.

A pesar de que las emisiones de precursores de O₃ han disminuido en amplias zonas de Europa desde finales de la década de los ochenta, los niveles de O₃ continúan causando problemas de salud, con las concentraciones más elevadas en el sur y el centro de Europa. Las concentraciones en Europa meridional son más altas que en el norte de Europa. Igualmente los

niveles son más elevados en las áreas rurales que en las urbanas. Los valores máximos de O₃ cayeron en varias regiones de Europa durante los años noventa, mientras que no se detectó ninguna tendencia para la suma de las concentraciones máximas octohorarias por encima de 35 ppb (70 µg/m³), SOMO-35, una medida de las concentraciones anuales acumuladas de O₃ utilizada como indicador para analizar el impacto en salud del O₃. Las concentraciones de O₃ están muy influidas por las variaciones anuales de las condiciones meteorológicas y la tendencia de las concentraciones hemisféricas de base ^{13, 22, 113}.

Simulaciones del SOMO-35 para el año 2010 indican que en conjunto las emisiones serán ligeramente menores que en el año 2000 en Europa central. Sin embargo en algunas áreas urbanas la combinación de una menor producción de NO_x y de un aumento en la contribución del O₃ hemisférico de base va a provocar el incremento de los niveles de O₃ en las ciudades y de la población expuesta al O₃ a nivel del suelo. Se espera que para la próxima década disminuyan las diferencias regionales en los niveles de O₃ en Europa. Se estima que en la Europa continental la exposición caiga entre un 20-30% en el norte de Italia, Alemania, sur de Francia y Suiza, mientras que aumente en Escandinavia y en las Islas Británicas. La exposición al O₃ es menor durante el invierno al pasar más tiempo en ambientes interiores. Los edificios y un ritmo de ventilación más lento reducen la entrada de O₃ en ambientes interiores incluso durante el verano ^{13, 114}.

Umbral y valores límite recomendados

Puesto que el tracto respiratorio humano posee defensas antioxidantes y se ha demostrado que se utilizan durante la exposición al O₃, es razonable proponer la existencia de un umbral en las FCR que relacionan el O₃ con ciertos efectos adversos. Se podría decir que los efectos deberían ocurrir principalmente al agotarse esas defensas. El concepto de umbral se apoya en estudios de exposiciones controladas. En los estudios epidemiológicos, la evidencia de un umbral sin embargo es más débil, debido probablemente al hecho de que los umbrales individuales son menos evidentes al nivel poblacional. En otras palabras, es muy probable que sea imposible señalar una concentración de ausencia de efecto en la población. La diversidad de factores que posiblemente determinen el umbral individual, como la edad, la presencia de enfermedades previas, el estatus socioeconómico, los hábitos y la constitución genética, impiden la determinación de una clara concentración de ausencia de efecto. El estudio europeo APHEA2 ¹¹⁵, basado en datos de 23 ciudades, examinó la forma de la asociación entre las concentraciones de O₃ y el riesgo de mortalidad. Se hallaron efectos sobre todo durante el verano, cuando la relación entre el O₃ y la mortalidad no parece desviarse significativamente de la linealidad, y para concentraciones de O₃ por encima de una media horaria de 50–60 µg/m³ se estimó un aumento significativo del riesgo ¹³.

Un estudio en los EUA investigó recientemente posibles FCR alternativas utilizando datos de O₃ y mortalidad de 98 ciudades¹¹⁶. Los investigadores encontraron que cualquier umbral seguro, si es que existe, estaría muy por debajo de los niveles establecidos en las guías y estándares actuales del O₃. Por ejemplo, la estimación central para la media del mismo día y del día anterior se desviaba de la línea de ausencia de efecto por encima del nivel de 40 µg/m³. Las estimaciones del riesgo eran estadísticamente significativas por encima de 80 µg/m³ y eran estables para concentraciones superiores a 70 µg/m³. El análisis utilizaba como indicador de exposición la media diaria de O₃. Cuando se empleaba una razón de 15/8 entre las medias octohoraria y diaria para ajustar entre los diversos periodos de promedio, los resultados anteriores indicaban ausencia de efectos al nivel de 75 µg/m³ (media octohoraria) y efectos estadísticamente significativos a 150 µg/m³ (media octohoraria)¹³.

En conjunto, estudios epidemiológicos recientes proporcionan evidencia consistente de que los cambios diarios en la exposición ambiental al O₃ se relacionan con la mortalidad prematura incluso a niveles de contaminación muy bajos, sin una evidencia clara para un umbral de efectos dentro del rango de exposiciones observadas en las zonas urbanas tanto de Europa como de Norte América. Por encima del rango de 50–70 µg/m³ aumenta la confianza relacionada con la magnitud del riesgo¹³.

El nivel recomendado en las GCA de la OMS de 2005 es de 100 µg/m³ como valor diario máximo de la media octohoraria⁵. La Comisión Europea señala en su última Directiva sobre calidad del aire de 2008 el valor de 120 µg/m³ como valor medio máximo diario octohorario⁴⁷. El nivel recomendado por la OMS proporciona una protección adecuada de la salud pública, aunque pueden producirse algunos efectos en la salud por debajo de este nivel. La exposición a este nivel de O₃ está asociada con un aumento estimado de un 1-2 % de la mortalidad diaria en los días en que el O₃ alcance ese valor guía (basado en los resultados de estudios de series temporales diarias, que indican un aumento de la mortalidad diaria del orden del 0,3-0,5 % por cada incremento de 10 µg/m³ en las concentraciones de O₃ durante ocho horas por encima de un nivel de referencia estimado de 70 µg/m³). Asimismo se fundamenta en la extrapolación a partir de estudios de laboratorio y de campo, basada en la probabilidad de que la exposición en la vida real tienda a ser repetitiva y en la que se excluyen de los estudios de laboratorio las personas muy sensibles o con problemas clínicos, así como los niños. Igualmente se asocia con que la probabilidad de que el O₃ ambiental sea un marcador para los oxidantes relacionados con él. Es posible que en algunas personas sensibles se registren efectos en la salud con concentraciones por debajo del nuevo nivel guía. Los resultados del estudio europeo APHEA2 sugieren que este aumento podría ser incluso mayor^{13, 37, 115}.

I.2.2.2 Efectos sobre la salud

Desde hace años se sabe que la exposición al O₃ a nivel del suelo perjudica a la salud, habiéndose asociado una serie de indicadores de morbilidad con una exposición creciente al mismo. La exhaustiva revisión realizada por la OMS de los aspectos sanitarios de la calidad del aire en Europa así como la actualización de sus GCA ha confirmado la relevancia para la salud de la exposición al O₃. La revisión señaló que estudios epidemiológicos recientes han reforzado la evidencia de que los efectos del O₃ observados en estudios a corto plazo sobre la función pulmonar, la inflamación pulmonar, síntomas respiratorios, morbilidad y mortalidad son independientes de los de otros contaminantes, especialmente en la época estival^{5, 13, 30}.

La respuesta al O₃ para diferentes indicadores de salud varía de manera individual. Se asocian con la exposición al O₃ síntomas en las vías aéreas, las sibilancias, opresión en el pecho, tos y asma y los individuos con enfermedades subyacentes del pulmón o las vías aéreas tienen más riesgo al exponerse al O₃. El estado general de salud individual influye en la sensibilidad al O₃ y las condiciones dietéticas como la malnutrición o la deficiencia de nutrientes o vitaminas específicos pueden aumentar la sensibilidad de los individuos¹³.

Los efectos adversos del O₃ sobre el tracto respiratorio, desde la nariz hasta los alvéolos, son inequívocos, provocando reacciones de oxidación cuando entra en las vías respiratorias. Aunque hay considerables variaciones en la respuesta entre especies y entre los individuos, la exposición aguda al O₃ disminuye la función pulmonar, provoca inflamación de los pulmones, aumenta la hiperreactividad y la permeabilidad de las vías respiratorias. Estos efectos y el consiguiente daño tisular en las vías aéreas pequeñas y en la región de intercambio gaseoso, dependiendo de la concentración de exposición, de la duración y de la susceptibilidad individual, pueden provocar cambios irreversibles en las vías respiratorias y empeorar la enfermedad pulmonar. La evidencia para efectos cardiovasculares es menos concluyente^{13, 30}.

Se ha comprobado que la exposición al O₃ aumenta la mortalidad diaria y la morbilidad en la población. El riesgo de estos efectos aumenta en proporción a la concentración de O₃, con un aumento significativo en la mortalidad observado por encima del nivel 50–70 µg/m³, medido bien como media horaria u octohoraria. Existe evidencia que los efectos a corto plazo sobre la mortalidad y los ingresos hospitalarios aumentan con la edad. Las diferencias de género no son consistentes. La OMS también ha señalado que los estudios epidemiológicos han fortalecido la evidencia de que los efectos del O₃ observados en estudios a corto plazo sobre la función pulmonar, la inflamación pulmonar, síntomas respiratorios, morbilidad y mortalidad son independientes de otros contaminantes, especialmente en el verano^{13, 22}.

La evidencia de efectos crónicos del O₃ se apoya en información en humanos y en datos experimentales. Datos en animales y algunos estudios de autopsias indican que la exposición

crónica al O₃ induce cambios significativos en las vías respiratorias a nivel de los bronquiolos terminales y respiratorios. La reversibilidad, o no, de tales lesiones necesita investigarse. La evidencia epidemiológica para los efectos crónicos es menos concluyente, debido en su mayor parte a la ausencia de estudios diseñados específicamente para responder a esta cuestión y a las limitaciones inherentes de caracterización de la exposición. Los estudios con el diseño más eficiente y una asignación de la exposición más individual proporcionan nuevas evidencias de los efectos crónicos del O₃ sobre la funcionalidad de las vías respiratorias pequeñas y posiblemente sobre el asma, lo que si se confirmara haría aumentar la preocupación por los efectos del O₃ en la salud ¹³.

Estudios recientes han mostrado que alteraciones en la superfamilia de la glutatiónina-S-transferasa (GSTM1, GSTT1 y GSTP1) pueden afectar a la respuesta de los niños a los contaminantes atmosféricos oxidantes ^{117, 118}. Parece ser que los efectos de la exposición al O₃ sobre los síntomas son mayores en los niños asmáticos. El deterioro de la función pulmonar es más consistente en niños asmáticos, especialmente en aquellos con bajo peso al nacimiento. Los niños también pueden estar expuestos en mayor medida que los adultos por su mayor actividad física y probabilidad de pasar gran parte del día al aire libre. La mayor tasa metabólica de los niños, reflejada en un mayor volumen respiratorio por unidad de masa, incrementa también la dosis interna de contaminantes para una concentración ambiental dada. Esta circunstancia se aplica también a atletas y otros individuos que desarrollen una actividad física al aire libre ¹³.

Una alta tasa de ventilación, además de aumentar la dosis de O₃, incrementa también la penetración del O₃ al interior de los pulmones, ya que el volumen corriente también aumenta. La duración de la exposición también es un factor crítico: los efectos del O₃ se acumulan durante muchas horas, pero después de varios días de exposición repetida se produce una adaptación funcional aunque no en la respuesta inflamatoria. Los efectos de la exposición al O₃ sobre la función del pulmón, los síntomas y el absentismo escolar son mayores en los niños que hacen más ejercicio o pasan más tiempo al aire libre ¹³.

Aunque no es objeto de estudio en este trabajo, se ha de mencionar que la OMS ha recogido una serie de funciones de impacto (que conjugan la FCR y los datos de incidencia) para varios indicadores de morbilidad que se han descrito en la literatura. Se puede calcular el impacto del O₃ sobre los ingresos por enfermedad respiratoria, los días con actividad restringida, la utilización de broncodilatadores por asmáticos y síntomas respiratorios agudos, considerando diferentes grupos de edad en estos indicadores ¹³.

I.2.2.2.1 Efectos a corto plazo

Sistema pulmonar

Los estudios citados por la OMS en sus GCA y en otros documentos sobre los efectos agudos de la exposición al O₃ en los parámetros fisiológicos humanos apoyan las conclusiones siguientes^{5, 13, 14}.

- Existe una evidencia sólida de que la exposición a corto plazo al O₃ perjudica la función pulmonar.
- Exposiciones controladas indican que se pueden producir obstrucciones pulmonares transitorias por exposiciones de 6,6 horas a concentraciones de 160 µg/m³, un nivel superado frecuentemente en muchos lugares del mundo.
- Las personas con asma y rinitis alérgica son de algún modo más susceptibles a las alteraciones transitorias de la función respiratoria causadas por una exposición aguda al O₃.
- Los cambios en la función pulmonar y en el descenso de defensas antioxidantes de las vías respiratorias son consecuencia inmediata de la exposición al O₃. El aumento de mediadores de la inflamación, de moléculas de adhesión y del reclutamiento de células inflamatorias se puede detectar horas después de la exposición y puede persistir durante días.
- El O₃ aumenta la respuesta de las vías respiratorias tanto en individuos sanos como en asmáticos.
- Estudios realizados en condiciones de campo, como por ejemplo campamentos de verano, han detectado cambios funcionales transitorios a concentraciones de O₃ considerablemente más bajas que los observados en condiciones controladas. Hay varios factores que pueden explicar esta circunstancia: la exposición concomitante a otros contaminantes (incluyendo otros componentes del smog fotoquímico) y la dificultad en determinar de forma precisa la exposición individual (pasada y presente). Por otro lado, hay que considerar que el umbral más bajo para efectos adversos puede estar influido por el mayor número de días de observación en tales estudios, aumentando así la potencia para detectar un efecto significativo.

Sistema cardiovascular

El efecto de la contaminación atmosférica sobre la función cardiovascular y en el inicio y progresión de la enfermedad cardiovascular en animales de laboratorio y humanos es un área de considerable interés y de estudio muy intenso. Sin embargo, en estudios realizados sobre la respuesta aguda en humanos hay dificultades para separar los efectos debidos a los picos de concentración en la PM de aquellos que pueden deberse al O₃¹³.

Se realizó un estudio en Boston¹¹⁹ sobre 603 hombres en el que un 11,5% (IC 95%: 0,4–21,3) presentaron una reducción de la variabilidad de la frecuencia cardíaca (RVFC) por cada 2,6 µg/m³ de aumento del O₃ en las 4 horas previas, y el efecto era mayor en quienes padecían

enfermedad isquémica e hipertensión. También se detectó una asociación significativa de la RVFC con los niveles de PM_{10} ¹³. En otro estudio también en Boston se estudiaron pacientes con desfibriladores implantados¹²⁰, informando de un aumento de la fibrilación auricular paroxística asociado con aumentos a corto plazo en el O_3 ambiental. El OR para un aumento de $44 \mu g/m^3$ en el O_3 durante la hora previa a la arritmia fue de 2,1 (IC 95%: 1,2 – 3,5; $p = 0,001$). Las asociaciones con la $PM_{2,5}$, el dióxido de nitrógeno y el carbón negro no fueron significativas¹³.

Estos primeros estudios proporcionan una plausibilidad biológica a los efectos del O_3 sobre la morbi-mortalidad cardíaca. Sin embargo, en 13 de 19 estudios que analizaron los ingresos por enfermedad cardiovascular no se observaron efectos significativos del O_3 . Algunos de estos estudios han sido revisados por la OMS en su actualización de las guías de calidad del aire. Estudios recientes en Francia, Nueva Zelanda y EUA no encontraron asociación del O_3 con la morbilidad cardiovascular¹²¹⁻¹²³. Varios de los estudios con resultados negativos no incluían un ajuste para la correlación negativa entre los contaminantes primarios emitidos durante la combustión y el O_3 , limitando así su capacidad para detectar una asociación positiva¹³.

Mortalidad

Hay varias razones para afirmar que la mortalidad es el indicador más robusto, consistente y significativo de los efectos globales sobre la salud de la contaminación atmosférica por O_3 . La OMS ha discutido con detalle este aspecto en la actualización de sus GCA y en otros documentos auspiciados por la misma, resumiéndose a continuación sus conclusiones al respecto^{5, 13, 124, 125}.

1. La evidencia es fuerte. Hay un gran número de estudios de series temporales (europeos y no europeos) que muestran una asociación entre la mortalidad y la exposición a corto plazo al O_3 , es decir, las variaciones diarias en el O_3 .
2. Existe una definición consistente del indicador. La mortalidad es un evento bien definido que se registra en todos los países europeos. Por esta razón los epidemiólogos han analizado frecuentemente el efecto de la contaminación atmosférica sobre la mortalidad (tanto específica como por todas las causas). Otros indicadores, como la bronquitis, están sujetos a variaciones muy grandes en la severidad, y su impacto en salud es difícil de analizar. La definición de otros posibles indicadores como los días con actividad restringida o la utilización de los servicios de atención primaria, es muy probable que cambie entre países y sistemas de salud.
3. Las tasas basales de incidencia están disponibles. Los datos de mortalidad se recogen o se estiman utilizando métodos consistentes en todos los países europeos y estos datos se pueden obtener de forma relativamente sencilla. Esto no suele ser así para los indicadores de morbilidad más importantes, como el número de ataques de asma o de ingresos hospitalarios.

4. Se trata de un indicador importante en términos de impacto en salud. La contaminación atmosférica influye en otros indicadores de salud además de la mortalidad, pero existen estudios que muestran que la mortalidad, cuantificada en número de muertes o en reducción de la esperanza de vida, representa el impacto en salud más importante en términos tanto de AVAD como de impacto económico.

Hay que señalar, en cualquier caso, que centrar el análisis en la mortalidad no implica que no existan otros indicadores de salud relevantes referidos a la morbilidad, algunos de los cuales suponen una carga de enfermedad considerable. La OMS proporciona herramientas para calcular su contribución al impacto sobre la salud ¹³, aunque en este trabajo no se analizarán debido a la dificultad de obtener datos consistentes y fiables para la ciudad de Valladolid.

La OMS ha resumido en sus GCA algunos de los estudios representativos de la relación del O₃ con la mortalidad ⁵. Se han notificado asociaciones significativas con diferentes causas, principalmente respiratorias y en menor medida cardiovasculares. Los efectos del O₃ sobre la mortalidad se detectaron principalmente en ancianos, y los estudios sobre la mortalidad en niños no resultaron completamente coherentes. Curiosamente, en Asia, el O₃ se ha asociado con el accidente cerebrovascular ¹²⁶. La magnitud del riesgo de mortalidad presentaba variación estacional, siendo más intensa en la época calurosa. El rango del RR de mortalidad debido a enfermedades respiratorias para un aumento de la concentración de O₃ de 20 µg/m³ estaba entre 1,0023 ¹²⁷ y 1,066% ¹²⁸, dependiendo del grupo de edad, la estación y otras características del modelo. Es razonable suponer que ajustar los modelos por la temperatura juega un papel importante en la magnitud del coeficiente que relaciona al O₃ con la mortalidad. Recientemente se han publicado cuatro meta-análisis que refuerzan la relación del O₃ con la mortalidad ^{115, 129-131} los cuales mostraban una asociación significativa entre el O₃ y la mortalidad a corto plazo que no se alteraba sustancialmente por la exposición a otros contaminantes (incluyendo la PM), la temperatura, factores meteorológicos, la estación o el tipo de modelo. A concentraciones tan bajas como 50–60 µg/m³ de media horaria se han observado aumentos en la mortalidad total ¹³, ¹¹⁵.

El meta-análisis auspiciado por la OMS de estudios europeos publicados entre 1996 y 2001 sobre los efectos del O₃ a corto plazo sobre todas las causas de muerte no accidental en todas las edades (o en mayores de 65 años) resultó en los riesgos relativos que se detallan en el apartado de material y métodos ¹⁴. Sus estimaciones se basan en estudios realizados en Francia, Italia, Holanda, España y el Reino Unido. Meta-análisis más recientes basados en conjuntos de estudios más amplios, demuestran asociaciones a corto plazo entre el O₃ y la mortalidad, aunque las estimaciones del riesgo relativo varían entre las ciudades ¹²⁹⁻¹³¹. Las estimaciones fueron más altas en verano (cuando los niveles de O₃ son más elevados y la población pasa más tiempo en

el exterior) y más bajas o nulas en las temporadas frías (cuando las concentraciones de O₃ son bajas y se espera que la exposición sea también baja) ¹³.

En la tabla siguiente se exponen los resultados del meta-análisis llevado a cabo por la OMS referidos a las estimaciones del riesgo relativo para incrementos en el O₃ de 10 µg/m³ y según varias causas de muerte ¹⁴. La estimación revisada tiene en cuenta la presencia de un posible sesgo de publicación. En negrita aparece el número de estudios europeos que se utilizaron para calcular las estimaciones.

Tabla 5. Estimaciones del riesgo relativo (RR) y su intervalo de confianza al 95% (IC 95%) para un incremento de 10 µg/m³ en la concentración de O₃ ¹⁴.

Indicador de salud / enfermedad	Edad	Estimación	O ₃ (octohorario)
			RR (IC 95 %)
Todas las causas	Todas	Original	1,003 (1,001 - 1,004)
		Nº de estudios	15
	Revisada	1,002 (1,0005 – 1,0035)	
	Nº de estudios	20	
Respiratoria	Todas	Original	1,000 (0,996 – 1,005)
		Nº de estudios	12
	Revisada	0,999 (0,995 – 1,004)	
	Nº de estudios	15	
Cardiovascular	Todas	Original	1,004 (1,003 – 1,005)
		Nº de estudios	13
	Revisada	1, 004 (1,003 – 1,005)	
	Nº de estudios	17	

En los estudios de series temporales, especialmente los más recientes, el efecto del O₃ normalmente se ajusta tanto para la temperatura como para la estación. Por tanto los efectos más fuertes del O₃ notificados para el verano se pueden explicar sobre todo por la correlación negativa entre el O₃ y la emisión local de contaminantes procedentes de la combustión (como la del tráfico) en el invierno. En el estudio APHEA2 ¹¹⁵, el efecto del O₃ en invierno era más fuerte que en el verano, si se ajustaba por el monóxido de carbono. Un análisis reciente de los efectos del O₃ sobre la mortalidad en 48 ciudades de los EUA examinaba la hipótesis de que la exposición trasladaba el momento de la muerte solamente un corto período de tiempo (lo que se denomina desplazamiento de la mortalidad) ¹³². Analizando la estructura del intervalo de la mortalidad en un modelo de series temporales los autores demostraron que el efecto de la exposición era mayor (0,5 % por 10 ppb de O₃, en media octohoraria) para las muertes que ocurrían entre los días 0 y 3 después de la exposición que para las del día de la exposición

únicamente (0,3%). Además, no había efecto sobre la mortalidad en el período siguiente. Este estudio demuestra que es más probable que los análisis del riesgo que utilizan un único día de exposición al O₃ subestimen, en lugar de sobrestimar, el impacto sobre la salud pública ¹³.

Olas de calor y O₃

En agosto de 2003 se observaron muy altas temperaturas en Europa Occidental. Francia fue el país más afectado con un exceso de mortalidad de aproximadamente 15.000 muertes. En España el exceso de defunciones asociado fue del 8% (43.212 defunciones observadas por 40.046 esperadas). El exceso de mortalidad afectó exclusivamente a las personas mayores de 65 años (15%). Este incremento también se observó en el medio rural ¹³³.

En ese momento se plantearon preguntas acerca de la contribución de concentraciones de O₃ elevadas al impacto sobre la salud pública durante la ola de calor. Se realizaron varios estudios en Francia, Holanda y el Reino Unido para investigar las relaciones entre la temperatura, la contaminación atmosférica fotoquímica y la mortalidad durante el período 1996–2003, incluyendo la ola de calor ¹³⁴⁻¹³⁶. Se analizó también la contribución específica del O₃. Todos estos estudios, a pesar de sus diferencias geográficas, tienden a mostrar que una porción no despreciable del exceso de mortalidad durante las olas de calor se asocia con elevadas concentraciones de contaminantes atmosféricos, incluyendo al O₃, independientemente del efecto directo de las altas temperaturas ¹³.

I.2.2.2.2 Efectos a largo plazo

En condiciones ideales, el análisis de los efectos a largo plazo del O₃ en humanos incluiría estudios epidemiológicos que analizaran la exposición acumulada al O₃ asociada con tres tipos de indicadores de salud interrelacionados: marcadores precoces de procesos crónicos relevantes para el desarrollo de enfermedad, inicio o incidencia de enfermedades crónicas y reducción en la esperanza de vida ¹³.

Función pulmonar en niños y adultos jóvenes

Se ha estudiado la relación del O₃ con la función pulmonar, la arterioesclerosis y el asma. La medida de la función pulmonar se ha usado como un marcador precoz de efectos crónicos sobre los pulmones. Dado el patrón de crecimiento y declive de la función pulmonar, tanto los estudios transversales como los prospectivos pueden proporcionar evidencias sobre esta cuestión. El primer tipo de estudios se ha utilizado en niños, adolescentes y adultos jóvenes. Los prospectivos se han realizado en niños y adolescentes, centrándose en el crecimiento de la función pulmonar. El declive de la función pulmonar aún no se ha investigado en relación con la exposición acumulada al O₃. La literatura muestra resultados en los dos sentidos, asociaciones positivas o negativas ¹³.

Se han realizado una serie de estudios sobre esta cuestión, siendo el más amplio el Children's Health Study ¹³⁷, realizado en múltiples cohortes en 12 comunidades de California, y los análisis posteriores sobre el mismo ¹³⁸⁻¹⁴¹. Los hallazgos negativos de algunos estudios prospectivos no contradicen necesariamente las asociaciones positivas de los estudios transversales. En algunos casos puede que no se hayan controlado todas las variables de interés, como el uso de aire acondicionado, el tiempo transcurrido en el exterior, el patrón de ventilación o puede que si los efectos del O₃ suceden sobre todo en etapas precoces de la vida se podrían esperar diferencias en los resultados de los dos tipos de estudios si los diseños prospectivos se aplicaran después del período de susceptibilidad. Dos estudios transversales realizados por la Universidad de California en Berkeley observaron asociaciones consistentes entre la exposición individual al O₃ y especialmente con la función de vías pequeñas (FEF₂₅₋₇₅ y FEF₇₅ y también VEF₁ en edades de 18-20 años ^{142, 143}). Otro estudio realizado en los EUA encontró asociación significativa entre la exposición al O₃ y el FEV₁ y la FEF₂₅₋₇₅ en varones pero no en mujeres ¹⁴⁴. Asimismo un estudio en Austria y Alemania ¹⁴⁵ concluía que el O₃ puede estar relacionado con cambios estacionales en el crecimiento de la función pulmonar pero que no son detectables pasado el tiempo de seguimiento del estudio (3 años y medio en este caso) debido a una posible reversibilidad parcial del efecto o por las concentraciones relativamente bajas del O₃ ¹³.

Arterioesclerosis e inicio de asma

Con respecto a la arterioesclerosis, las respuestas inflamatorias sistémicas frente a agentes oxidantes pueden contribuir a la aterogénesis, medida como el grosor de la capa íntima-media de la carótida (GCIMC) ¹⁴⁶. Un estudio transversal en Los Ángeles ¹⁴⁷ informó de asociaciones entre este parámetro y los niveles de PM_{2,5} aunque la asociación con el O₃ fue débil y estadísticamente no significativa ¹³.

En cuanto al diagnóstico inicial de asma, se ha estudiado de forma prospectiva en población infantil en el Childre's Health Study (como nuevo diagnóstico) ¹⁴⁸ y para adultos en el estudio AHSMOG (Adventist Health and SMOG) ¹⁴⁹. El primero siguió a más de 3.500 niños no asmáticos entre 9-16 años de 1993 a 1998. El nivel medio de O₃ no se asoció con un nuevo diagnóstico de asma. Sin embargo el número de actividades deportivas practicadas a cielo abierto se correlacionaba con el comienzo de asma en poblaciones con un nivel elevado de O₃. La práctica de 3 o más deportes al aire libre se asociaba con un RR de desarrollar asma de 3,3 (rango de 1,9 – 5,8). Por el contrario, la actividad física no implicaba riesgo de desarrollar asma en las poblaciones con bajas concentraciones de O₃. Los 15 años de seguimiento de la cohorte AHSMOG incluían 3091 adultos no fumadores. Al igual que en los estudios de la Universidad de California, los niveles de O₃ se interpolaron con el lugar de residencia para asignar una historia de 20 años de exposición a cada sujeto. Un cambio de 54 µg/m³ en el O₃ a largo plazo se asociaba con un riesgo doble de comienzo de asma en varones aunque no entre mujeres. Se puede pensar que las mujeres pasaban más tiempo en espacios interiores (donde los niveles de

O₃ son muy bajos) o que factores protectores hormonales pudieran desempeñar algún papel. Por otro lado, el hallazgo también podría ser casual. El análisis transversal retrospectivo de la prevalencia de síntomas (por ejemplo sibilancias) puede no reflejar los efectos a largo plazo sino la prevalencia acumulada de periodo de efectos agudos (como las exacerbaciones agudas de asma). En este sentido, la OMS no revisa en su publicación sobre los efectos del O₃ por la contaminación transportada a larga distancia los estudios retrospectivos porque éstos no pueden diferenciar efectos agudos de crónicos ¹³.

Reducción de la esperanza de vida

Los estudios de mortalidad de cohortes no pueden diferenciar claramente entre los efectos que conducen a procesos crónicos y enfermedades que acortan la vida (efectos crónicos) y aquellos efectos agudos o subagudos que causan la muerte. Los estudios de cohortes capturan, al menos en teoría, ambos efectos ¹⁰³. Así pues los efectos observados en los estudios de cohortes puede que no se deban exclusivamente a exposiciones crónicas. Hay varios estudios de cohorte que han informado de asociaciones entre las concentraciones ambientales medias de diversos contaminantes atmosféricos y las tasas de mortalidad, pero los resultados para el O₃ no fueron consistentes, o no fueron tan rigurosamente investigados como los de la PM o bien no se informó de ellos. El estudio de Harvard de Seis Ciudades y el estudio de la ACS, la cohorte más grande de todas, no encontraron una asociación significativa del O₃ con la mortalidad ^{101, 102}. El reanálisis efectuado por el Instituto de Efectos sobre la Salud ¹⁰⁶ informó sin embargo de una asociación significativa del denominado “O₃ de período cálido” y la mortalidad cardiopulmonar, con un riesgo relativo de 1,08 (rango de 1,01 – 1,16) así como una asociación significativamente “protectora” para el cáncer de pulmón. El reciente análisis ampliado de la cohorte ACS³⁵ observó un aumento en la mortalidad por las enfermedades cardiopulmonares (aunque no estadísticamente significativa) asociada con la exposición veraniega a largo plazo al O₃. No se observó un aumento del riesgo de muerte por cáncer de pulmón. Un análisis más reciente entre los participantes de la cohorte ACS del Sur de California no observó sin embargo un efecto de la exposición a largo plazo sobre la mortalidad por enfermedad cardiovascular o por cáncer de pulmón ¹⁵⁰. Los dos estudios se diferencian en que el estudio del Sur de California basaba su asignación de la exposición en estimaciones derivadas de las concentraciones residenciales, mientras que el estudio nacional analizaba la exposición a nivel de área urbana. En los 15 años de seguimiento del estudio AHSMOG ¹⁵¹ el cáncer de pulmón se asoció significativamente con el O₃ en varones. Hubo asociaciones positivas con otras causas pero no fueron estadísticamente positivas ¹³.

Incertidumbres en los efectos a largo plazo del O₃

Esta cuestión necesita abordarse en todos los estudios citados anteriormente. Al contrario que otros contaminantes como la PM, el O₃ es muy reactivo. Como consecuencia, las razones de concentración ambiente interior/ambiente exterior son en general muy bajas y heterogéneas en

viviendas, otras localizaciones y estaciones del año. Esta heterogeneidad del microambiente espacial es mucho más importante para el O₃ que para la PM. Algunos estudios realizados en la Costa Este de los EUA sugieren que las concentraciones ambientales del O₃ pueden asociarse muy poco con la exposición personal (o dosis), al menos en ciertas ciudades y/o estaciones ^{152, 153}. Esta circunstancia no se ha investigado en ninguna de las localizaciones de los estudios sobre los efectos crónicos antes mencionados ¹³.

Contaminantes como la PM y otros contaminantes primarios (por ejemplo los NO_x) reaccionan con el O₃, dando lugar a correlaciones negativas, a menudo no medidas, entre la exposición (personal) al O₃ y otros contaminantes. Estos otros contaminantes pueden contribuir también a los efectos adversos en la salud. La capacidad de observar los efectos a largo plazo del O₃ puede ser un desafío metodológico importante, especialmente si el periodo de exposición utilizado para caracterizar la exposición al O₃ estuviera menos correlacionado con el O₃ personal que en el caso de otros contaminantes. Los estudios basados en mediciones de monitores únicos de base poblacional se ven más afectados por las fuentes de error y ruido que los diseños basados en una asignación individual de la exposición como los estudios de la Universidad de California y del AHSMOG ¹³.

La interacción de la actividad al aire libre, la concentración de O₃ y el asma observada en el estudio Children's Health Study (y posiblemente en los varones del estudio AHSMOG) también señala que en el análisis de la exposición se ha de controlar por el tiempo pasado en el exterior. Dado el estilo de vida, con más del 90% del tiempo de permanencia en ambientes interiores con concentraciones generalmente bajas, el tiempo transcurrido en el exterior y la actividad al aire libre se convierten en los determinantes de exposición a altos niveles de O₃ más importantes ¹³.

La cuestión sobre un umbral de ausencia de efecto se tiene que abordar en los estudios sobre los efectos crónicos. El O₃ es un componente natural de la atmósfera y el pulmón dispone de mecanismos antioxidantes; se podría especular por tanto que pudieran existir niveles de no efecto. Un análisis transversal de los datos del estudio NHANES II observó asociaciones inversas del O₃, el dióxido de nitrógeno y las partículas suspendidas totales con la capacidad vital forzada y el VEF₁ en la población entre 6–24 años de edad ¹⁵⁴. El patrón de estas asociaciones con el O₃ apoyaría la hipótesis de la existencia de umbrales de ausencia de efecto. Los resultados provenían de comunidades en California que se encontraban en el rango superior de la distribución de los niveles de O₃ ¹³.

Los patrones parcialmente inconsistentes o la ausencia de asociaciones pueden provenir de limitaciones en el análisis de la exposición y/o de una incapacidad para identificar la población más susceptible a los efectos crónicos del O₃ y no se deberían interpretar como evidencia de ausencia de efectos crónicos por la exposición diaria y estacional al O₃ ¹³.

I.2.2.3 Otros aspectos

Evidencia de reversibilidad de los impactos sobre la salud

Varios estudios han señalado los beneficios, en términos de reducción de mortalidad y morbilidad, de reducciones grandes e inmediatas de las concentraciones ambientales de PM y/o dióxido de sulfuro, especialmente en Dublín y China ^{155, 156}. Desafortunadamente no ha habido oportunidades similares para evaluar la reducción de O₃ "per se". Una razón es que las reducciones de emisiones de precursores de O₃ (NOx y COVs) pueden dar menores concentraciones no sólo de dióxido de nitrógeno y O₃ sino también de partículas finas (PM_{2,5}). Sin los oxidantes generados en las reacciones fotoquímicas habría una reducción en la oxidación de dióxido de sulfuro y dióxido de nitrógeno, lo que lleva a sulfato ácido, partículas finas y ácido nítrico en vapor, así como a una menor formación de partículas finas orgánicas. Es entonces difícil analizar los beneficios para la salud de reducir solamente el O₃. Existe sin embargo evidencia de beneficios (reversibilidad del impacto) procedente de dos estudios. Niños del Sur de California que se mudaron de áreas con concentraciones relativamente altas de PM y O₃ a zonas con menores concentraciones presentaron mejor crecimiento de la función pulmonar que niños que permanecieron en aquellas áreas, mientras que niños que se trasladaron de zonas con concentraciones de PM_{2,5} y O₃ relativamente bajas a comunidades con concentraciones más altas de estos contaminantes tuvieron menor crecimiento de la función pulmonar que aquellos que se quedaron en las áreas más limpias ³¹. No está claro sin embargo si esto se debe a cambios en el O₃ o en la PM. Friedman et al. aprovecharon el experimento natural asociado con el descenso en la exposición al O₃ en Atlanta durante las Olimpiadas de 1996 para demostrar que los efectos agudos del O₃ sobre los ingresos por asma se redujeron substancialmente ³². En cualquier caso, se necesita investigar más esta cuestión, aunque las oportunidades son pocas ¹³.

Proyecciones sobre la exposición de la población

Los niveles de exposición al O₃ más elevados se esperan en el sur de Europa, encontrándose los mayores en el norte de Italia. Se espera que las diferencias regionales en Europa en los niveles de exposición disminuyan en la década de 2010. Se ha predicho un descenso entre el 20 y el 30% en el sur de Francia, Alemania, norte de Italia y Suiza, mientras que se espera un aumento en el Reino Unido y Escandinavia. Se puede esperar que la exposición de la población aumente a pesar de los planes actuales de reducción de emisiones de precursores, debido al aumento en las concentraciones de fondo y del descenso de la depleción de O₃ en las áreas urbanas. Las concentraciones ambientales son unas estimaciones imperfectas de la exposición personal. La exposición al O₃ durante el invierno se puede reducir por el hecho de pasar menos tiempo al aire libre. El diseño de los edificios y una ventilación menor afectan la intrusión de O₃ en el ambiente interior, especialmente en el invierno pero también durante el verano ^{13, 42, 64, 114, 157-173}.

Extrapolación entre poblaciones

Un análisis de impacto en salud aplica las estimaciones del efecto de la contaminación atmosférica derivadas de una población para estimar los impactos en otra población, basándose en la asunción de que estas estimaciones se pueden transferir de una a otra. Hay que tener precaución si no se puede asumir que la contribución de varias causas de muerte es similar, si la mezcla de contaminantes es diferente, si el estado de salud basal de las poblaciones no es el mismo o si los rangos de exposición no se solapan. La revisión de la OMS sobre los aspectos sanitarios de la contaminación atmosférica en Europa también analizó las posibles características regionales que modificasen los efectos de la contaminación atmosférica ⁴⁵. La OMS señala que potencialmente esto podría ser un aspecto decisivo ya que las características de las poblaciones, del medio ambiente y de la contaminación (incluyendo la concentración de partículas, el tamaño y la composición) son diferentes a lo largo de Europa. Sin embargo, en este momento no hay suficiente evidencia para desarrollar guías diferentes en distintas partes de Europa para partículas u otros contaminantes prioritarios ^{13, 45}.

I.3 Cambio climático y contaminación atmosférica

La calidad del aire y el cambio climático se han considerado generalmente de forma separada en la política medioambiental. Sin embargo hay evidencia creciente de una mayor relación entre ambas cuestiones de lo que se pensaba. Muchas de las fuentes de gases de efecto invernadero son las mismas que contribuyen al problema de la contaminación atmosférica. Igualmente, las medidas que se adopten para mejorar la calidad del aire (disminuyendo las concentraciones de agentes contaminantes como la PM y el O₃) pueden contribuir a reducir el cambio climático.

Las variables meteorológicas más significativas que se ven afectadas de manera directa por el cambio climático son la temperatura y la humedad específica. Los modelos climáticos sugieren que la humedad relativa de la atmósfera permanecerá aproximadamente constante en el futuro y dado que una atmósfera más caliente puede retener más vapor de agua, la humedad específica aumentará ¹³.

El impacto en salud pública de la contaminación atmosférica en los diferentes escenarios climáticos es difícil de predecir por varias razones. Aunque el aumento de la temperatura elevará el ritmo de las reacciones químicas en la atmósfera, creciendo las concentraciones de PM y O₃, hay análisis que sugieren que la humedad relativa, la velocidad del viento y la altitud interaccionarán con la temperatura, afectando a las concentraciones de los contaminantes. Asimismo, los cambios en las concentraciones de los contaminantes no serán uniformes en una misma zona geográfica, por lo que los análisis de impacto en salud basados en un simple enfoque incremental no resultarán apropiados ¹⁷⁴. Las sequías más frecuentes pueden aumentar el polvo en suspensión, lo que unido a un mayor estancamiento del aire y crecientes capas de

inversión, atraparía al O₃ y a otros contaminantes atmosféricos cerca del suelo provocando exacerbaciones de enfermedades respiratorias. Asimismo, la sequía, el deterioro de la calidad del agua y el aumento de la temperatura pueden favorecer el crecimiento de algas que produzcan toxinas capaces de formar aerosoles que agraven el asma y otras enfermedades respiratorias. Por otro lado, el aumento de las precipitaciones limpiaría el aire pero provocaría más humedad y contaminación por microorganismos. En cualquier caso, todos estos efectos necesitan investigarse con mayor profundidad ¹⁷⁵.

En última instancia, el impacto en salud de la contaminación atmosférica bajo los diferentes escenarios climáticos dependerá del grado de cumplimiento de la normativa legal sobre calidad del aire, aunque el envejecimiento de la población elevará la población en riesgo de sufrir sus efectos. Es evidente que el aumento de la temperatura va a dificultar el cumplimiento de los objetivos recogidos en la legislación ¹⁷⁴.

I.3.1 PM

Las concentraciones ambientales de PM y O₃ se ven influidas por la temperatura ambiental, la humedad, la velocidad del viento, la altitud y la pluviosidad. Las interacciones entre la temperatura ambiental y la contaminación atmosférica pueden afectar a la salud pública. Basu and Samet (2002) revisaron la literatura sobre la relación entre los contaminantes atmosféricos, la temperatura y la mortalidad ¹⁷⁶. Estos autores concluyeron que la evidencia disponible no permitía aclarar si la exposición a los contaminantes atmosféricos aumentaba o no se modificaba por el efecto de una exposición concomitante a un incremento de la temperatura. Keatinge y Donaldson (2001) ¹⁷⁷ encontraron que la mortalidad relacionada con el frío en Londres no se relacionaba con el patrón de concentración ambiental de SO₂, CO o PM ¹⁷⁴.

El cambio climático va a alterar las concentraciones de fondo de PM, en principio mediante cambios en las emisiones locales de polvo del suelo y de la oxidación de COVs en partículas, aunque el cambio dramático se va a producir en la concentración de fondo antropogénica debido al desarrollo económico global ¹⁷⁴.

I.3.2 O₃

La relación entre el O₃ y el cambio climático es dinámica. El O₃, especialmente el estratosférico, es un gas de efecto invernadero que influye sobre el clima. Se ha estimado que el pasado incremento en el O₃ troposférico puede que haya supuesto el tercer aumento más grande en la fuerza de irradiación directa desde la era preindustrial ^{13, 178, 179}. Las temperaturas más altas pueden aumentar las reacciones productoras de O₃ y reducir la cantidad de NOx. El mayor vapor

de agua aumentará la descomposición del O_3 . En la mayor parte de la troposfera el vapor de agua llevará a una reducción neta del O_3 ¹⁸⁰, pero cerca de la superficie sobre las regiones contaminadas algunos modelos climáticos predicen un aumento de la contaminación por O_3 debido a un descenso en la formación de nitrato de peroxiacetilo ¹⁸¹. Las emisiones de COVs procedentes de fuentes biológicas, principalmente bosques, también se verán afectadas, por cambios directos en la temperatura y otros factores meteorológicos y por cambios en los niveles de CO_2 y en la estacionalidad. Hay muchas dudas sin embargo sobre el efecto neto de estos cambios sobre las emisiones de COVs y la formación de O_3 ¹³.

Mientras el aumento del vapor de agua y la temperatura tienen efectos opuestos sobre el O_3 , los dos aumentan la capacidad oxidante de la atmósfera al incrementar la producción de radicales hidroxilo (OH). En un clima más cálido y húmedo los contaminantes atmosféricos se oxidarán por tanto más rápidamente y las concentraciones de los contaminantes primarios, como los NO_x y el dióxido de sulfuro, cerca de las fuentes disminuirán. Simultáneamente, las concentraciones de los contaminantes secundarios, como los ácidos nítrico y sulfúrico, aumentarán cerca de las fuentes de emisión ¹³. Los contaminantes oxidados tienden a ser más solubles que los contaminantes primarios y así más fácilmente desplazables. A una escala global, el aumento proyectado en la capacidad oxidante tenderá a reducir la presencia de la mayoría de los contaminantes en la atmósfera, aunque algunas especies puedan aumentar. Algunos de los cambios predichos son robustos (temperatura, vapor de agua) mientras que otros varían considerablemente entre los modelos (precipitación, humedad del suelo). Sin embargo, se ha visto que los cambios anuales en los niveles de O_3 son tan grandes como los cambios globales relacionados con las emisiones causados antes de 2030, indicando que es difícil identificar a esta escala de tiempo la relación causa-efecto ¹³.

Estos efectos se han estudiado en varios modelos recientes. Langner et al. han simulado los efectos de un aumento de 2,6 °C en la temperatura y han encontrado un descenso en el depósito de nitrato y sulfato en Europa central debido a descensos en las precipitaciones ¹⁸². También han encontrado un menor recambio de los óxidos de nitrógeno totales por las precipitaciones lo que lleva a un aumento del O_3 en superficie. Zeng y Pyle han mostrado una menor sensibilidad a los cambios en el vapor de agua y más sensibilidad a los incrementos inducidos por el cambio climático del intercambio de O_3 entre la estratosfera y la troposfera, asociado con mayores concentraciones de O_3 en la estratosfera inferior resultante de temperaturas más frías ¹⁸³. Este contraste en la sensibilidad está relacionado en parte con la resolución y parametrización de los procesos estratosféricos. Stevenson et al., bajo el auspicio del programa ACCENT ^{184, 185}, han descrito los resultados de comparar modelos de transporte químico y modelos de cambio climático, incluyéndose sus resultados en el 4º Informe del IPCC ¹⁸⁶. Varios de esos modelos predicen un descenso en la concentración de O_3 en la mayor parte del mundo excepto en las áreas continentales de Europa y Asia donde se espera un incremento. Sin embargo, al agregar

una desviación estándar a las estimaciones se altera el cuadro pasando de un descenso global a un incremento global de los niveles de O₃¹³. Bell et al han investigado como puede afectar el cambio climático a las concentraciones ambientales de O₃ utilizando un modelo de concentración horaria para 50 ciudades de los EUA para 1990 y 2050¹⁸⁷. Las concentraciones futuras se basaron en el escenario A2 del IPCC, estimándose el impacto del cambio climático sobre el O₃. Se estimaron los niveles horarios máximos para incrementos medios de 10 µg/m³ (máximo de 19,2 µg/m³), con los aumentos más grandes en aquellas ciudades con niveles de contaminación actuales elevados¹³.

Es muy probable que se produzca un gran incremento en las concentraciones de O₃ a escala hemisférica debido al rápido crecimiento de las emisiones de naciones como India y China a medida que desarrollan su industria. Por ejemplo, si continúa la tendencia de emisiones y de crecimiento, se prevé que las emisiones de contaminantes en China se multipliquen por cinco en 2020 (Zhang, 2005). Esto se podría evitar si se aplicasen programas de control más agresivos^{174, 188}.

I.3.3 Factores modificadores del efecto del impacto de las variaciones del clima y la contaminación atmosférica

Al interpretar los estudios que examinan la relación entre contaminación atmosférica y salud hay tener en cuenta varios factores que pueden confundir el estudio de su asociación con indicadores de salud. Estos factores son los siguientes: a) los determinados por los ciclos geofísicos, b) los meteorológicos y c) los socioculturales, como por ejemplo el patrón de vida determinado por la semana. Además, habría que considerar aquellas enfermedades con comportamiento estacional como la gripe³⁴.

Por otro lado, se ha observado un mayor efecto de algunos de los contaminantes atmosféricos durante los meses más cálidos. Así se ha descrito para la asociación del SO₂ (Ballester et al. 1996, Michelozzi et al. 1998)^{189, 190}; y las partículas (Biggeri et al. 2001, Ballester et al. 2001)^{191, 192} sobre la mortalidad y la morbilidad cardiovascular. En el estudio APHEA 2 (Katsouyanni et al. 2001)⁶⁰ se encontró que, tanto la temperatura media anual, como la ubicación de la ciudad en Europa (Norte, Sur, Este), es decir, componentes relacionados con el clima jugaban un papel modificador del efecto de la contaminación con la mortalidad³⁴.

El efecto de las partículas sobre la mortalidad fue mayor en las ciudades de clima más cálido. Se han sugerido diversas hipótesis para explicar estos hallazgos. Por un lado, la medida de la contaminación atmosférica durante los meses cálidos podría ser un indicador más aproximado de la exposición total de la población, ya que la gente pasa más tiempo en la calle y las ventanas

están más tiempo abiertas ¹⁹³. Por otro lado, en los meses cálidos podría aumentar la susceptibilidad individual a la contaminación, debido a procesos como el aumento del efecto de las partículas sobre el sistema de regulación de la viscosidad plasmática ¹⁹⁴. Otra razón adicional que también se ha sugerido ¹⁹¹ es que podría haber una emigración selectiva de la población en las ciudades durante el periodo estival, con mayor permanencia de las personas de más edad en las ciudades ³⁴.

Diversos estudios han descrito un efecto mayor del O₃ durante los días de temperatura más alta ¹⁹⁵ o en los meses más calurosos ^{196, 197}. En el estudio EMECAS se ha descrito un efecto del O₃ sobre el número de ingresos de enfermedades circulatorias que es significativo en los meses cálidos pero no en el resto del año ^{34, 198}.

I.3.4 Tendencias anuales y variación estacional de los contaminantes atmosféricos

El informe SESPAS en el año 2000 describió la tendencia descendente de los niveles de SO y los humos negros, especialmente el primero, en los últimos 20 años ¹⁹⁹. Estos han sido los contaminantes tradicionalmente incluidos en los programas de monitoreo y control de la contaminación atmosférica. De acuerdo con la base de Datos de Calidad del Aire del Ministerio de Medio Ambiente de 2003, en un número importante de ciudades españolas los valores anuales eran superiores al valor límite establecido por la normativa española y europea ³⁴.

En el caso de las PM₁₀, en las áreas urbanas la contaminación por partículas no depende directamente de la cercanía a las fuentes emisoras, sino que se distribuye de manera bastante homogénea por las zonas urbanizadas. En términos de salud pública, este hecho es importante pues indicaría que el porcentaje de personas expuestas a concentraciones medias superiores a 40 µg/m³ de PM₁₀ puede ser alto. Se ha de considerar sin embargo que la composición de las partículas puede variar sustancialmente de un lugar a otro, y que la toxicidad de las partículas parece estar relacionada, entre otros, con su composición y su tamaño. En este sentido sería necesario disponer de mayor información respecto a los valores de partículas finas (PM_{2,5}) y de su composición para valorar más adecuadamente su origen y posible impacto en salud ³⁴.

Los valores de NO₂ indican un patrón distinto. En este caso los valores más altos se registraron claramente en las estaciones de tráfico indicando que este contaminante puede ser un buen indicador de la contaminación debida a las emisiones generadas por vehículos a motor. Por otro lado, en las estaciones de fondo e industriales se observa cierta disminución, tendencia que no se observa tan claramente en las estaciones de tráfico ³⁴.

Para el O₃, al tratarse de un contaminante secundario que suele alcanzar valores mayores en zonas alejadas de los focos emisores, se representan los valores medidos en estaciones de

fondo, ubicadas tanto en zonas urbanas, como semiurbanas y rurales. En este caso, los valores medios más altos se situaron en las zonas rurales. En las estaciones semiurbanas, que representan la exposición de un porcentaje importante de la población, las concentraciones medias anuales alcanzan los $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dada la alta estacionalidad anual, con valores más altos en los meses cálidos, y el patrón diario del O_3 , con picos importantes durante las horas de irradiación solar, es seguro que en un número importante de estaciones se excederá, en un buen número de días al año, el valor límite de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para valores de la máxima diaria de 8 horas. En general, se observa una estabilidad o cierta tendencia a la disminución en las concentraciones medias; sin embargo, el periodo considerado es muy corto para poder identificar un patrón consistente ³⁴.

I.3.5 Estacionalidad e Influencia de las condiciones meteorológicas en la emisión, transporte y formación de los contaminantes atmosféricos

La estacionalidad puede diferir entre las distintas localizaciones dependiendo, fundamentalmente, de las emisiones y los fenómenos meteorológicos. Sin embargo existe un patrón homogéneo en la mayor parte de ciudades de España, donde los contaminantes primarios procedentes de la combustión de combustibles fósiles presentan un patrón con valores más altos en invierno (por más emisiones junto a condiciones de estabilidad meteorológica) y valores más bajos los meses de verano. En cambio el O_3 presenta el patrón inverso, sus valores son más altos en los meses de temperatura más alta debido a la interacción de los rayos ultravioleta con los gases precursores (NO_2 , COVs) procedentes del escape de los vehículos y otras fuentes. Este patrón podría ser diferente para contaminantes que son transportados a larga distancia. En España este es el caso de los episodios de contaminación por partículas que ocurren en las Islas Canarias y en parte de la Península Ibérica como consecuencia del transporte de polvo del Sahara ^{200, 201}. Este hecho debe ser tenido en cuenta a la hora de valorar los niveles de partículas en nuestro país, pues en determinadas circunstancias una parte importante procede del polvo del Sahara ³⁴.

Las concentraciones de los contaminantes atmosféricos dependen de su producción y también, de manera determinante, de su dispersión. El cambio climático puede afectar cualquiera de los dos procesos anteriores. Por un lado, y relacionado con la meteorología, la posible mayor frecuencia de fenómenos anticiclónicos puede hacer disminuir la dispersión de los contaminantes. Otro fenómeno meteorológico que se ha anticipado como posible consecuencia del cambio climático sería el aumento en los episodios de tormenta seca con transporte de polvo del Sahara y otros lugares. Por otro lado, como se comenta más adelante, el aumento de temperatura se correlaciona muy directamente con incremento en las concentraciones de O_3 . Por último, y de manera indirecta, un aumento de la temperatura puede asociarse con un incremento

de las emisiones de contaminantes por el consumo mayor de energía debido a los sistemas de acondicionamiento de aire, refrigeración y conservación de alimentos y otros productos ³⁴.

Aunque sería necesario conocer las previsiones específicas para España, dada la naturaleza de contaminante secundario del O₃, es previsible que el cambio climático se asocie con incrementos de los niveles de O₃ ³⁴.

Es incierto predecir como puede afectar el cambio climático a los niveles de otros contaminantes. Los contaminantes más relacionados con los sistemas de calefacción como el SO₂, posiblemente experimentarán un descenso en su uso y por ello en sus emisiones. Sin embargo para otros contaminantes como las partículas finas, el NO₂ o el CO muy relacionados con emisiones de los vehículos a motor no se puede asegurar cuales serán sus tendencias. En gran medida estas vendrán marcadas por las tendencias en el consumo de combustibles fósiles. A escala local pueden ocurrir situaciones episódicas de contaminación atmosférica asociadas a fenómenos meteorológicos de altas presiones y ausencia de lluvias prolongadas. Por último, el calentamiento de la tierra puede comportar un incremento en el número e intensidad de incendios forestales. El humo producido en estos incendios se ha visto relacionado con el incremento de procesos respiratorios entre la población afectada ³⁴.

1.3.6 Grupos más vulnerables

Diferentes estudios han mostrado que los ancianos, las personas de salud comprometida que padecen de bronquitis crónica, asma, enfermedades cardiovasculares, diabetes ²⁰² y los niños ²⁰³ se encuentran entre los grupos más vulnerables. En el caso de la contaminación atmosférica por O₃, el grupo de personas a riesgo serían los niños, los jóvenes y los adultos, por pasar más tiempo en el exterior de los edificios. Si además estas personas se encuentran realizando un ejercicio intenso (deporte, trabajo, juego) la frecuencia e intensidad respiratoria se incrementan y, por consiguiente, también el riesgo. Los niños constituyen un grupo de riesgo especial porque su sistema respiratorio no se encuentra desarrollado completamente, porque pasan más tiempo en el exterior y porque respiran más aire por unidad de peso que los adultos ³⁴.

Por otro lado se ha relacionado el nivel socioeconómico con el grado del impacto de la contaminación atmosférica en la salud. Así se ha descrito recientemente un mayor número de defunciones por causas respiratorias en Sao Paulo (Brasil) ²⁰⁴ y en Hamilton (Canadá) ²⁰⁵ entre las personas con peores condiciones socioeconómicas. Estas diferencias en el impacto en salud podrían deberse a diferencias en la exposición (las personas de clases menos favorecidas viven en lugares más contaminados), a diferencias en el estado de salud (la pobreza se asocia con enfermedad, bronquitis crónica por ejemplo) y a diferencias en la susceptibilidad o vulnerabilidad (peor alimentación, peores condiciones de la vivienda). Sin embargo los resultados anteriores se

han relacionado más con contaminantes primarios como el CO y el SO₂. En otro estudio, en el caso del O₃²⁰⁶ al ser un contaminante secundario las zonas más expuestas pueden estar alejadas de los focos de emisión³⁴.

1.3.7 Principales incertidumbres y desconocimientos

Existen una serie de incertidumbres generales a cerca del proceso de cambio climático y sus predicciones. Respecto a los efectos en salud de la contaminación atmosférica y su relación con el cambio climático existen una serie de incertidumbres específicas. Dos elementos importantes que pueden determinar dicho impacto en el futuro son³⁴:

- Los escenarios de emisiones para el futuro. Estas se podrían basar en las estimaciones del crecimiento económico o poblacional pero también en el de las restricciones establecidas por la legislación a los acuerdos. En ambos casos es muy complejo hacer estimaciones pues la propia realidad, como la evolución de las emisiones de gases con efecto invernadero en España, en que se ha sobrepasado ampliamente lo acordado por el gobierno español en relación al cumplimiento del tratado de Kyoto.
- La sensibilidad y vulnerabilidad de las poblaciones. La tendencia en nuestro país es a un envejecimiento de la población lo que redundaría en un mayor impacto por la mayor susceptibilidad de las personas de edad avanzada y estado de salud comprometido. Por otro lado, aún existen muchas lagunas respecto a la estimación cuantitativa del riesgo relacionado con la mayoría de contaminantes. Para partículas se ha definido una relación concentración respuesta de forma lineal, pero se conoce menos la forma de la relación con otros contaminantes. Especialmente necesarias serán las evidencias sobre el impacto del O₃ sobre la salud, dado el previsible aumento, al menos en forma episódica, de este contaminante con el cambio climático.

1.4 La contaminación atmosférica en España

1.4.1 Marco legal

La antigua Ley 38/1972, de 22 de diciembre, de Protección del Ambiente Atmosférico fue sustituida por la Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera, que aporta la nueva base legal para los desarrollos relacionados con la evaluación y la gestión de la calidad del aire en España y que habilita al gobierno a definir y establecer los objetivos de calidad del aire y los requisitos mínimos de los sistemas de evaluación de la calidad del aire³⁷. Según la Ley 34/2007²⁰⁷, se entiende por contaminación atmosférica “la presencia en la atmósfera de materias, sustancias o formas de energía que impliquen molestia grave, riesgo o

daño para la seguridad o la salud de las personas, el medio ambiente y demás bienes de cualquier naturaleza”.

No obstante, en su Artículo 2 la ley define su ámbito de aplicación, tal y como figura a continuación:

“Están sujetas a las prescripciones de esta Ley todas las fuentes de los contaminantes relacionados en el anexo I correspondientes a las actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera enumeradas en el anexo IV, ya sean de titularidad pública o privada”. Quedan excluidos del ámbito de aplicación de esta Ley y se regirán por su normativa específica:

- Los ruidos y vibraciones.
- Las radiaciones ionizantes y no ionizantes.
- Los contaminantes biológicos.

La legislación estatal abarca las siguientes Directivas de la UE, todas ellas transpuestas a la legislación estatal ³⁷:

- Directiva 96/62/CE del Consejo de 27 de septiembre de 1996 sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente en relación con el dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, óxidos de nitrógeno, partículas, plomo, benceno y monóxido de carbono, conocida como Directiva Marco, traspuesta en el R.D.1073/2002, de 18 de octubre.
- Directiva 1999/30/CE del Consejo de 22 de abril de 1999 relativa a los valores límite de dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y óxidos de nitrógeno, partículas y plomo en el aire ambiente; Primera Directiva Hija, traspuesta en el Real Decreto 1073/2002, de 18 de octubre, sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente en relación con el dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, óxidos de nitrógeno, partículas, plomo, benceno y monóxido de carbono.
- Directiva 2000/69/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de noviembre de 2000 sobre los valores límite para el benceno y el monóxido de carbono en el aire ambiente, conocida como Segunda Directiva Hija, traspuesta en el Real Decreto 1073/2002, de 18 de octubre, sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente en relación con el dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, óxidos de nitrógeno, partículas, plomo, benceno y monóxido de carbono.
- Directiva 2002/3/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 12 de febrero de 2002 relativa al ozono en el aire ambiente, Tercera Directiva Hija; traspuesta a través del Real Decreto 1796/2003, de 26 de diciembre, relativo al ozono en el aire ambiente.
- Directiva 2004/107/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de diciembre de 2004, relativa al arsénico, el cadmio, el mercurio, el níquel y los hidrocarburos aromáticos policíclicos en el aire ambiente, conocida como Cuarta Directiva Hija, traspuesta en el Real Decreto 812/2007, de 22 de junio, sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente

en relación con el arsénico, el cadmio, el mercurio, el níquel y los hidrocarburos aromáticos policíclicos.

La Directiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de mayo de 2008, relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa ha venido a modificar el anterior marco regulatorio comunitario, sustituyendo la Directiva Marco y las tres primeras Directivas Hijas, e introduciendo regulaciones para nuevos contaminantes, como las partículas de tamaño inferior a 2,5 micrómetros, y nuevos requisitos en cuanto a la evaluación y la gestión de la calidad del aire ambiente. La nueva Directiva funde cuatro Directivas y una Decisión del Consejo en una sola Directiva sobre calidad del aire. Establece normas y fechas tope para reducir las concentraciones de partículas finas que, junto con las partículas más gruesas (PM₁₀) ya sujetas a normativa, constituyen uno de los contaminantes más peligrosos para la salud humana ^{208, 209}.

La Directiva obliga a los Estados miembros a reducir la exposición a las PM_{2,5} en zonas urbanas en una media del 20 % de aquí al año 2020, partiendo de los niveles de 2010. Les obliga asimismo a situar los niveles de exposición por debajo de 20 µg/m³ en esas zonas de aquí a 2015. Los Estados miembros habrán de cumplir el valor límite de 25 µg/m³ de PM_{2,5} en todo su territorio. Ese valor deberá alcanzarse de aquí a 2015 o, si es posible, ya en 2010 ^{208, 209}.

La nueva Directiva incluye nuevos objetivos para las partículas finas PM_{2,5} sin modificar las normas vigentes sobre calidad del aire. Ahora bien, otorga mayor flexibilidad a los Estados miembros para ajustarse a algunas de esas normas en zonas en que el cumplimiento les resulta difícil. Ajustarse a los valores límite para las PM₁₀ está resultando complicado en 25 de los 27 Estados miembros de la UE, que los superan en al menos una parte de su territorio. Los plazos para cumplir las normas correspondientes a las PM₁₀ podrán diferirse tres años tras la entrada en vigor de la Directiva (a mediados de 2011) o por un período máximo de cinco años en lo que se refiere al dióxido de nitrógeno y al benceno (2010-2015), siempre que se aplique íntegramente la normativa comunitaria pertinente, como la prevención y el control integrados de la contaminación (IPPC) y que se adopten todas las medidas de reducción oportunas ^{208, 209}.

Basándose en lo anterior se ha procedido a modificar la legislación estatal básica a través de los siguientes Reales Decretos:

- el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire, transpone a nuestra legislación la Directiva 2008/50/CE y sustituye a los Reales Decretos siguientes: Real Decreto 1073/2002, de 18 de octubre, sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente en relación con el dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, óxidos de nitrógeno, partículas, plomo, benceno y monóxido de carbono; Real Decreto 1796/2003, de 26 diciembre, relativo al ozono en el aire ambiente; y Real Decreto 812/2007, de 22 de junio,

sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente en relación con el arsénico, el cadmio, el mercurio, el níquel y los hidrocarburos aromáticos policíclicos. El Real Decreto 102/2011 deroga el antiguo Decreto 833/1975 en todas las disposiciones que tienen que ver con la evaluación y la gestión de la calidad del aire e incluye disposiciones sobre evaluación y gestión de la calidad del aire que afectan a todas las sustancias contaminantes objeto de regulación ²¹⁰.

- Real Decreto 100/2011, de 28 de enero, por el que se actualiza el catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y se establecen las disposiciones básicas para su aplicación ²¹¹.

Cabe destacar como principales novedades del Real Decreto 102/2011 ²¹⁰:

- la introducción, en consonancia con la Directiva 2008/50/CE, de requisitos para un nuevo contaminante, las partículas de tamaño inferior a 2,5 µm (PM_{2,5}), en concreto, valores límite y objetivo; el nuevo concepto de indicador medio de la exposición (IME) y dos nuevas obligaciones con respecto a él: un objetivo nacional de reducción de la exposición y una obligación en materia de concentración de la exposición.
- la necesidad de realizar mediciones de las concentraciones de amoníaco en localizaciones de tráfico y fondo rural.
- la actualización de los métodos de referencia para la evaluación de las concentraciones de los contaminantes y el establecimiento de plazos para que tanto los equipos nuevos como los existentes sean conformes con dichos métodos de referencia, en consonancia con la Directiva 2008/50/CE.
- una definición más rigurosa de los emplazamientos de fondo urbano, rurales de fondo e industriales y de la composición de las redes de medición de la calidad del aire en cuanto al tipo de sus estaciones.
- la definición de los puntos en los que deben tomarse las medidas de las sustancias precursoras del O₃ y su técnica de captación.
- una definición más precisa del cálculo de la incertidumbre de la modelización.
- un listado con la concordancia entre la norma, la Directiva que traspone y los Reales Decretos que modifica y sustituye, que, siguiendo la recomendación del considerando (29) de la Directiva 2008/50/CE, se muestra en el anexo XVII.

Por tanto los contaminantes legislados por las citadas normativas son los siguientes: dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, partículas en suspensión, monóxido de carbono, benceno, O₃, arsénico, plomo, cadmio, mercurio, níquel e hidrocarburos aromáticos policíclicos.

I.4.2 Estrategia Española de Calidad del Aire

El problema de la contaminación del aire continúa siendo motivo de seria preocupación en España y en el resto de Europa por sus efectos nocivos sobre la salud humana y el medio ambiente. Las evaluaciones efectuadas tanto a escala de la UE en el marco del Programa CAFE como las llevadas a cabo en España por parte de las Comunidades Autónomas, de acuerdo con la normativa en vigor, ponen de manifiesto que, a pesar de las medidas puestas en marcha en el pasado, aún existen niveles de contaminación con efectos adversos muy significativos ²¹².

Este contexto ha hecho necesario impulsar una Estrategia Española de Calidad del Aire. Se trata de una estrategia que permita satisfacer los objetivos de calidad comunitarios y a la par posibilite que España pueda cumplir los compromisos asumidos, en particular los relativos a los techos nacionales de emisión y a los Protocolos del Convenio de Ginebra sobre LRTAP. La estrategia, aprobada en 2007 determina las líneas de trabajo para alcanzar los objetivos comunitarios de calidad ambiental, con especial atención a los techos nacionales de emisión, y a los Protocolos de Ginebra sobre LRTAP ²¹².

Para cumplir su cometido la estrategia está planteada desde un enfoque integrador que considera que el logro de los objetivos sólo puede alcanzarse por un efecto acumulativo de las medidas adoptadas por las distintas administraciones públicas, conjuntamente con las que se pongan en marcha en el ámbito de la UE y de los diferentes convenios internacionales. Este enfoque integrador también determina que la estrategia no se centre en una u otra fuente de contaminación, sino que aspire a abordar de manera integral todas las que tengan relevancia ya sean puntuales o difusas. Como consecuencia de este enfoque la estrategia no tiene una vocación estática sino que aspira a ser un instrumento dinámico que, a tenor de los problemas de calidad del aire que se vayan detectando en las evaluaciones periódicas, sea capaz de ir dando adecuada respuesta a través de la suma de las medidas que las administraciones competentes deban ir articulando en el tiempo². Para ello esta estrategia tiene previsto desarrollar una serie de acciones y continuar con la aplicación de otras ya en curso en los siguientes ámbitos ²¹²:

- Actualización y modernización del marco legislativo
- Fortalecimiento de los instrumentos de gestión
- Planes y programas
- Instrumentos de colaboración
- Promoción de la investigación

De este modo, aunque en las dos últimas décadas ha habido mejoras en lo que se refiere a ciertos contaminantes (fundamentalmente SO₂) persisten concentraciones elevadas de otros,

como son el NO₂ y las partículas en suspensión, así como episodios de contaminación por O₃ troposférico en el período estival ²¹².

Las zonas donde pueden existir los mayores niveles de contaminación son áreas industriales concretas y en especial, las grandes ciudades donde las emisiones del tráfico de vehículos son las principales responsables de la contaminación. En el caso de España, las evaluaciones de la calidad del aire demuestran que nuestros principales problemas son similares a otros países europeos, aunque en algunos casos agravados por nuestras especiales condiciones meteorológicas (mayor radiación solar que favorece la contaminación fotoquímica y, por tanto, la formación de O₃, la resuspensión de partículas por escasez de lluvia, etc.) y geográficas (episodios de intrusiones de partículas de origen sahariano) ²¹².

I.4.3 Magnitud del problema. Estudios científicos

La contaminación del aire afecta especialmente a las ciudades o entornos urbanos porque es aquí donde se encuentran los principales focos de emisión e inmisión, provenientes de fuentes fijas como la industria, móviles como el tráfico rodado por carretera y mixtas. En España la contaminación del aire afecta a un 75% de la población ²¹³.

Los indicadores de los contaminantes que se consideran los más determinantes de la contaminación urbana, reflejan que la situación y tendencia en materia de calidad del aire en muchas ciudades españolas no es satisfactoria y constituye una preocupación para la población por su incidencia en la salud, aunque hay que hacer notar que ésta ha mejorado en términos absolutos ²¹².

El entonces Ministerio de Medio Ambiente estimó que unos doce millones de personas viven en zonas con aire contaminado, que se corresponde fundamentalmente con la población que vive en las ciudades de mayor tamaño. Trece municipios de más de 100.000 habitantes (de los que se dispone de datos) presentaban en 2004 concentraciones de NO₂ por encima del valor límite anual para la protección de la salud humana que entrará en vigor en 2010 y en diez municipios se habían registrado superaciones de la concentración de O₃ en más de 25 días al año (valor límite en 2010). Por último, doce municipios superaban el valor límite de concentración media anual de PM₁₀, en vigor desde 2005. En entornos industriales y de tráfico considerados como “puntos calientes” (hot spots en inglés), los niveles medios de PM₁₀ registrados llegan a superar frecuentemente los valores límite de concentración recomendados ²¹³.

Según el Informe de Sostenibilidad en España 2009, se estima que más de tres cuartas partes de la población española viven en entornos urbanos y una parte importante de la misma se encuentra expuesta a elevadas concentraciones de contaminantes. La mala calidad del aire

afecta a toda la población, pero hay grupos más vulnerables que otros, como son los niños (0 a 2 años), las mujeres embarazadas, las personas que padecen alguna enfermedad de carácter cardiorrespiratorio y los mayores de 65 años ²¹⁴.

A pesar de algunas mejoras obtenidas, la calidad del aire de las ciudades españolas no es satisfactoria. Existe un amplio porcentaje de población expuesta a niveles de contaminación que comportan serios riesgos para su salud, además de importantes costes sociales, ambientales y económicos. En la actualidad, el deterioro de la calidad del aire en las ciudades está directamente relacionado con la movilidad y las actividades productivas de sectores económicos tales como el sector del transporte, responsable de las emisiones de partículas, NO_x y otros precursores del O₃ troposférico, que constituyen las presiones más relevantes ²¹⁴.

Los estudios que evidencian las relaciones entre contaminación del aire y sus efectos se han desarrollado básicamente en EUA, pero también y España (EMECAS) ²¹⁵ y en Europa (APHEA) ²¹⁶. En APHEA-2 ⁶⁰ participaron 34 ciudades europeas entre ellas: Barcelona, Madrid, Valencia y Bilbao. Los resultados mostraron que un incremento en 10 µg/m³ de los niveles de PM₁₀ y humos negros supone un incremento en 0,6% del riesgo de muerte. Esta relación se incrementa en las ciudades con altos niveles de NO₂, generados por la emisión de vehículos a motor ⁶⁰. En términos de morbilidad, ese incremento supondría un aumento en un 1% en los ingresos hospitalarios por razones respiratorias y cardiovasculares ^{213, 217, 218}.

En España, como recoge la documentación del Ministerio de Sanidad y Política Social ²¹⁹, también se han realizado estudios que han evidenciado una asociación entre la contaminación del aire y la morbilidad, como en Barcelona donde por cada µg/m³ de SO₂ o de humos negros se incrementaban las urgencias en 0,02 y 0,01% respectivamente ²²⁰. Asimismo por cada µg/m³ de CO se incrementaba en 0,11% el número de urgencias. Es destacable que estos incrementos se dieron en cifras por debajo de los 100 µg/m³ que eran los niveles máximos permitidos en ese momento por la OMS (SO₂ y humos negros). También en Barcelona y analizando las muertes por EPOC de los individuos estudiados en el periodo de 1985-1989 se llegó a la conclusión de que sólo las PM₁₀ se asociaron con un incremento de mortalidad por cualquier causa ²²¹. De forma similar, en Cartagena se determinó que los días de asistencia inusual por EPOC al servicio de urgencias se asociaban de una manera muy consistente con los niveles de SO₂ de más de 56 µg/m³ diez días antes ²²². También se han encontrado asociaciones entre los contaminantes del aire y el asma como ocurrió en Valencia, donde durante el periodo 1994-1995 también se puso de manifiesto que un incremento de 10 µg/m³ de NO₂ se asoció con un incremento de urgencias por esta enfermedad en todas las edades, ocurriendo lo mismo para el O₃ (media del día anterior) ²²³. En el estudio APHEA ²¹⁷ se observó que un incremento de 10 µg/m³ de PM₁₀ produjo un aumento de 1,2% en las urgencias por asma en niños de 0-14 años. Un incremento similar (1,1%) se observó en el grupo de edad 15-64 años. En Valencia en el

periodo 1994-1996 se concluyó que un incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en los niveles diarios de humos negros se asociaba con un aumento de 5,4% en el número de visitas a urgencias por asma ²²⁴. En Madrid ²²⁵ se determinó que un incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en NO_2 o en SO_2 o en O_3 o en PM_{10} (con diferentes lapsos de tiempo), se asociaba aunque muy débilmente con un incremento del número de urgencias por asma. En Barcelona los humos negros y el SO_2 (niveles de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$) se asociaron, aunque débilmente, con la mortalidad total, la mortalidad en ancianos, la mortalidad cardiovascular y la mortalidad respiratoria. Los niveles de NO_2 y O_3 se asociaron con la mortalidad en ancianos y la mortalidad cardiovascular en verano, pero no en invierno ²²⁶. En el estudio APHEA también se encontraron asociaciones entre los contaminantes atmosféricos anteriormente citados y la mortalidad ²²⁷. Un estudio en Valencia ²²⁴ puso de manifiesto de nuevo que el incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en los niveles de humos negros se asociaba a un incremento del 1,8% de la mortalidad total, a un 1,5% de mortalidad por enfermedades cardiovasculares, pero no con un incremento de mortalidad respiratoria. Considerando exclusivamente el asma grave, la mortalidad respiratoria se asoció a los niveles de NO_2 , y de O_3 (en primavera y verano). Sin embargo, la PM_{10} no se asoció con un incremento de mortalidad en este grupo específico de pacientes ²²⁸. Hallazgos similares se han encontrado para la EPOC ²²⁹.

El proyecto EMECAS ²¹⁵ ha integrado las experiencias de muchos de los grupos que trabajan en este campo. En él participaron 16 ciudades: Barcelona, Bilbao, Cartagena, Castellón, Granada, Gijón, Huelva, Las Palmas, Madrid, Oviedo, Pamplona, Sevilla, Tenerife, Valencia, Vigo y Zaragoza. Estas ciudades comprenden una población de más de 10 millones de habitantes y poseen diferentes características sociodemográficas, ambientales y climatológicas. El análisis combinado con los datos disponibles en la primera fase del estudio (proyecto EMECAM ²³⁰, que se centró exclusivamente en la mortalidad) mostró que un incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en los niveles del promedio del día simultáneo y el anterior de humos negros se asociaba con un aumento de 0,8% en el número de defunciones diarias ²³¹. El mismo incremento en las concentraciones de dióxido de azufre se asoció con un aumento de 0,5% en el número de defunciones diarias y de 0,6% en el caso de dióxido de nitrógeno. Para los grupos de causas específicas la magnitud de la asociación fue mayor, especialmente para las enfermedades respiratorias. Los resultados del proyecto EMECAS indican también una asociación de la contaminación atmosférica con el número de ingresos hospitalarios por causas cardiovasculares ¹⁹⁸. Un incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en los niveles de PM_{10} se asoció con un aumento del 0,9% en el número de ingresos hospitalarios por enfermedades cardiovasculares y en un 1,6% en el número de enfermedades cardíacas. El mismo incremento en las concentraciones de dióxido de nitrógeno se asoció significativamente con un aumento del 0,4% de enfermedades cardiovasculares y 0,9% en los ingresos por enfermedades cardíacas. Para el O_3 los estimadores fueron 0,7% en ambos casos. Un aumento de $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en los niveles de CO se asoció con un aumento del 2,1% en los ingresos por enfermedades cardiovasculares y un 4,2 % en las cardíacas ¹⁹⁸. El proyecto EMECAS demostró que un incremento en $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de las $\text{PM}_{2,5}$ suponían incrementar un 4% el riesgo de

morir por cualquier causa, un 6% el riesgo de morir por problemas relacionados con el aparato circulatorio y un 8% el riesgo de morir por cáncer de pulmón. A raíz de estas conclusiones, se han venido imponiendo cada vez legislaciones más duras y restrictivas con el objeto de obtener un aire atmosférico más limpio. A través de las EIS se han obtenido los beneficios potenciales que se derivarían de intervenciones dirigidas a reducir los niveles de contaminación ²¹³.

De acuerdo con el Informe de Sostenibilidad en España en 2007, según Ballester et al., en el escenario más restrictivo (que supone reducir los niveles de $PM_{2,5}$ hasta niveles inferiores a $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$), se estima que podrían evitarse entre 6.061 y 37.342 muertes al año para el conjunto de las ciudades europeas analizadas (un total de 23), el número de muertes evitables por exposiciones a las $PM_{2,5}$ se va reduciendo a medida que aumentamos el nivel admisible de exposición. El último de los escenarios propuestos, aquel en donde el nivel de $PM_{2,5}$ es inferior a $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ la franja de muertes evitables al año oscila entre 1.203 y 7.571. Las estimaciones realizadas para las ciudades españolas que participaron en el programa afirman que una reducción de los niveles de $PM_{2,5}$ en la atmósfera hasta los $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ supondría evitar un total de 3.777 muertes al año en Madrid, Bilbao, Barcelona y Sevilla. Intervenciones más moderadas, muestran que seguirían teniendo un efecto positivo en la salud pública, aunque su impacto sería menor. Así, una reducción de los niveles de $PM_{2,5}$ hasta los $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ supondría evitar 433 muertes al año para las mismas ciudades (1/9 parte de lo que supondría la primera intervención) ²¹³.

La contaminación atmosférica, además de suponer serios impactos sanitarios, sociales y ambientales, también origina importantes costes económicos inducidos por los sectores responsables de la emisión de los contaminantes. Aunque el impacto económico de los contaminantes atmosféricos que producen alteraciones respiratorias es muy difícil de determinar con un cierto grado de certeza, según el programa CAFE, los costes derivados de la contaminación atmosférica en España representan entre un 1,7% y 4,7% del PIB español, en valores absolutos entre 16.839 y 45.838 millones de euros, la mayoría relacionados con la mortalidad crónica asociada a la contaminación por partículas. Mientras que la Estrategia Europea para reducir la contaminación atmosférica costará 7.000 millones de euros al año a partir del 2020 que es cuando todas las medidas deben entrar en vigor. Se estima que se ahorrarán cerca de 42.000 millones de euros al año, de modo que el ahorro es seis veces superior al gasto, además de evitar un total de 140.000 muertes prematuras anuales ²¹³.

1.4.4 Fuentes de emisión

Según el Informe de Sostenibilidad en España en 2009, los datos publicados en 2009 por el Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino (MMARM) en el Inventario Nacional de

Emisiones de Contaminantes a la Atmósfera, en 2007, indicaban en lo que se refiere a la emisión de partículas, un incremento de 2,4% para las PM_{2,5} y del 1,9% para PM₁₀ con respecto a 2006. Las emisiones de precursores del O₃ troposférico descendieron un 7,8% en idéntico periodo. Los descensos fueron muy ligeros en lo referente a NO_x y CH₄, apreciables en COVNM (6,3%) y muy destacables en el caso del CO (17,3%). En 2007 el transporte fue responsable de la mayor emisión de partículas, seguido de las plantas de combustión no industrial y de la producción y transformación de energía. En cuanto a las partículas, los datos publicados por el MMARM en 2009 en el Inventario Nacional de Emisiones de Contaminantes de la Atmósfera, señalan que entre 2000-2007 España incrementó un 6,5% las emisiones de PM_{2,5} y un 3,4% las de PM₁₀. En ambas se observó un pequeño descenso en 2006, aunque en 2007 éstas volvieron a repuntar un 2,4% y 1,9%, respectivamente. Se espera que a consecuencia de los efectos múltiples de la crisis económica en 2008, las emisiones de partículas y NO_x disminuyan ²¹⁴.

En 2007 el sector responsable de la mayor emisión de partículas, tanto PM_{2,5} (60,1% sobre el total de estas) como PM₁₀ (49,8% sobre el total) fue el transporte (transporte por carretera y otros modos de transporte y maquinaria móvil). Las plantas de combustión no industrial (16,5% de PM_{2,5} y 13,7% de PM₁₀) y la combustión en la producción y transformación de energía (9,9% de PM_{2,5} y 12,6% de PM₁₀), fueron también sectores responsables de una apreciable cantidad de emisiones de partículas. El tratamiento y eliminación de residuos y la extracción y distribución de combustibles fósiles se encontraban en el lado opuesto con un bajo porcentaje de emisiones ²¹⁴.

De acuerdo con los datos publicados en 2009 por el MMARM, la evolución de las emisiones de los precursores del O₃ troposférico tendió a la estabilización en el periodo 1990-2007, aunque cabe destacar el descenso de 7,8 puntos porcentuales experimentado en 2007 con respecto a 2006, así como los incrementos puntuales de algunos años. Las emisiones de metano (CH₄) son las que más aumentaron desde 1990 (34%), aunque este contaminante es el que menor incidencia tiene sobre los niveles de O₃. A continuación se situaron los óxidos de nitrógeno, con un aumento del 19% respecto a 1990. Las emisiones de COVNM experimentaron un ligero descenso (13%), excluyendo los de origen natural, que disminuyeron hasta la mitad sus emisiones respecto a 1990. Las emisiones de CO se redujeron de forma apreciable (37%) y mantuvieron una tendencia a la reducción progresiva ²¹⁴.

Por sectores, en 2007 la agricultura y el transporte por carretera fueron los mayores responsables de estas emisiones, con el 21% y 19%, respectivamente. En el extremo opuesto y con los menores porcentajes de emisiones se encontraban los sectores: extracción y distribución de combustibles (1,39%), uso de disolvente y otros (5,91%) y procesos industriales sin combustión (6,31%). En comparación con 1990, el transporte por carretera fue el sector que más disminuyó sus emisiones (15,5%) ²¹⁴. En 2008, los efectos de la crisis económica apuntaban a una reducción de las emisiones de partículas procedentes del sector transporte. En el conjunto

de la UE-27, las emisiones de PM_{2,5} y PM₁₀ disminuyeron en el periodo 2000-2007 un 12,4% y 11,2%, debido a la reducción de las emisiones procedentes de las industrias energéticas atribuible a la sustitución del carbón como combustible y a las mejoras tecnológicas experimentadas por estas. Por países, Francia, España e Italia, se situaron en las primeras posiciones en cuanto a las emisiones de PM_{2,5}. España alcanzó la cuarta posición en emisión de PM₁₀, después de Francia, Polonia y Alemania. En 2008 se esperaba una ligera disminución de las emisiones de NO_x procedentes del transporte por carretera. Si en España las emisiones totales de los precursores del O₃ troposférico se mantuvieron a niveles más o menos constantes, en el ámbito europeo sí se logró una significativa reducción (41% entre 1990 y 2007). Entre los países con mayores emisiones se situaban Francia, Alemania, Italia y España ²¹⁴.

1.4.5 Calidad del aire. Agentes contaminantes. Conclusiones

La superación de los valores límite y objetivo para los niveles de concentración de los principales contaminantes analizados, fue notable (a excepción del SO₂) para las ciudades españolas más densamente pobladas. Según los datos del MMARM, en 2007, el 24% de los municipios españoles mayores de 100.000 habitantes superó la concentración media anual de PM₁₀ establecida como límite para 2005, el 41% incumplió el límite diario vigente y el 20% de los municipios duplicaron el número de días establecidos como límite máximo. En lo concerniente al NO₂, 15 ciudades presentaban entonces concentraciones medias anuales superiores al valor límite (40 µg/m³). En el caso del O₃, todas las ciudades con más de 500.000 habitantes superaron el valor objetivo, a excepción de Málaga y Sevilla ²¹⁴.

Hay que precisar que estos resultados corresponden a los datos de medición por ciudades de las estaciones de las redes de vigilancia y control de la contaminación atmosférica validados por las Comunidades Autónomas. Sin embargo el criterio que se adopta para evaluar la calidad del aire en el territorio español es asignar a cada zona o aglomeración (áreas con una concentración de población de más de 250.000 habitantes, o con una densidad de habitantes por km² que justifique que la Administración competente evalúe y controle la calidad del aire atmosférico), una de las tres categorías definidas según qué niveles de los contaminantes rebasen el valor límite/objetivo más el margen de tolerancia, estén comprendidos entre el valor límite/objetivo más el margen de tolerancia y el valor límite/objetivo o finalmente sean inferiores al valor límite/objetivo. Esta es la forma de remitir la información por parte de los Estados Miembros de la UE a la Comisión Europea para evaluar la calidad del aire en sus territorios ²¹⁴.

PM₁₀

La situación respecto a las PM₁₀, el NO₂ y el O₃ es preocupante. Según los datos del MMARM, en 2007, el 23,7% de los municipios españoles mayores de 100.000 habitantes superó la concentración media anual de PM₁₀ establecida como límite a partir de 2005. Una cifra tan

considerablemente elevada como el 40,7% incumplió el límite diario vigente a partir de 2005 y el 20,3% alcanzó un valor por encima del doble de los días establecidos como límite máximo. La Comunidad Autónoma de Madrid es la que presentó un mayor número de municipios que superaban la concentración límite anual establecida para dichas partículas (Torrejón de Ardoz, Leganés, Alcalá de Henares y Alcorcón). En cuanto al valor límite diario fueron la Comunidad de Madrid, Andalucía, Aragón y Canarias las que presentaron mayor número de municipios con incumplimientos. El análisis por número de habitantes indicaba que Zaragoza, Barcelona, Málaga y Madrid, todos ellos municipios con más de 500.000 habitantes, registraron superaciones de los límites diarios de PM₁₀. Si analizamos los municipios entre los 100.000 y los 250.000 habitantes, de los 34 de los que se disponía de datos, en 10 se superó la concentración límite anual y en 17 se superó el valor límite diario durante más de 35 días/año ²¹⁴.

PM_{2,5}

La contaminación por PM_{2,5} también es preocupante en España. Teniendo en cuenta los datos disponibles para el periodo 2000-2006 que se recogían en un informe coordinado por el CSIC para el MMARM, la mayor parte de las estaciones urbanas cercanas al tráfico y algunas industriales superaban el valor objetivo/límite de la propuesta de directiva CAFE de la Comisión Europea. En lo referido a las partículas menores de diez micras, se puede apreciar una ligera tendencia a la disminución de los niveles máximos obtenidos, aunque los valores no son concluyentes, ni permiten asegurar un cumplimiento generalizado de los valores límite a corto plazo. Considerando el límite de días en que puede superarse el valor máximo permitido, la tendencia general fue la de incumplir los límites impuestos desde 2005, lo que anticipaba la imposibilidad práctica de su cumplimiento en gran parte de las poblaciones analizadas ²¹⁴.

O₃

En el caso del O₃, de los 59 municipios españoles de los que se disponía de datos en 2007, 14 registraron concentraciones medias octohorarias de O₃ troposférico máximas del día por encima de los 25 días/año, ocho de los cuales se encontraban en Andalucía, dos en la Comunidad de Madrid y uno en Castilla-La Mancha, Comunidad Valenciana y Extremadura. El caso más grave fue el de Elche (61 superaciones en 2007), seguido de Torrejón de Ardoz (60), Jaén (51), Alcalá de Henares (44) y Córdoba (40). De todas estas ciudades sólo Sevilla tenía más de 500.000 habitantes. El resto de los municipios que, de mantener los niveles de 2007, superarían el valor objetivo para 2010, se encuentran en la franja que va desde los 100.000 a los 250.000 habitantes, a excepción de Córdoba. Aunque los niveles de concentración de O₃ no suelen ser muy altos en las ciudades, al contrario de lo que ocurre en la periferia y en zonas más alejadas, la situación general en cuanto al O₃ es preocupante. Las condiciones climáticas de España, especialmente durante el verano, favorecen su formación en las capas bajas de la atmósfera a partir de otros contaminantes y la información disponible reflejaba, un progresivo aumento del

número de días en que se superaba el valor objetivo de protección de la salud humana de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, previsto para el año 2010, en todos los tramos de población analizados ²¹⁴.

Otros contaminantes: NO₂, SO₂

El principal problema en relación con el NO₂ fue la superación del valor límite de concentración media anual para la protección de la salud humana (40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), que ha entrado en vigor en el año 2010. Analizando los datos por tamaño de municipio, se observaba que todas las ciudades con más de 500.000 habitantes superaron el valor límite, con un ligero aumento en las ciudades entre 250.000 y 500.000 habitantes, que las acercaba al valor límite establecido por la legislación. 15 ciudades presentaron en 2007 concentraciones medias anuales superiores al valor límite, encontrándose por encima de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ las siguientes: Sabadell, Santa Coloma, Alcobendas, Getafe, Barcelona, Madrid y Alcorcón, cuya concentración media anual alcanzaba 71 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Por tamaño de municipio, se observó que todas las ciudades con más de 500.000 habitantes superaron el valor límite para este contaminante, con la única excepción de Málaga y Sevilla. En las ciudades con tamaño intermedio (de 250.000 a 500.000 habitantes), solamente Hospitalet de Llobregat superó esta concentración media anual. Por último, de las 37 ciudades de entre 100.000 y 250.000 habitantes, 10 de ellas tenían concentraciones por encima de los 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, seis de las cuales pertenecían a la Comunidad de Madrid, tres a Cataluña y una a Galicia ²¹⁴.

La situación de la calidad del aire, desde la perspectiva de la concentración de SO₂, ha evolucionado muy positivamente en España y la tendencia es hacia una continua disminución de las emisiones de SO₂. La principal medida que ha contribuido a este descenso ha sido la sustitución y mejora de la calidad de los combustibles empleados en la industria, el transporte y, sobre todo, la producción de energía. A pesar de ello, aún constituye un contaminante importante en determinados puntos de la geografía, especialmente en las áreas contiguas de las centrales térmicas de carbón ²¹⁴.

Conclusiones

Según los datos que se acaban de exponer, los valores límite y de alerta fueron continuamente sobrepasados en un gran número de ciudades y, lo que supone una mayor gravedad, se observó el mantenimiento de valores altos y continuados, de alta contaminación que afectaron a estratos importantes de población. La disminución de las concentraciones de NO₂ y partículas en los núcleos urbanos españoles, especialmente los de mayor tamaño y de O₃ troposférico alrededor de las grandes ciudades, pasa ineludiblemente por la adopción de medidas relacionadas con la gestión del tráfico urbano, el desarrollo urbanístico, el fomento del transporte público y una mayor sensibilización entre la población sobre el impacto que los actuales estilos de vida tienen en la calidad del aire que respira y la repercusión que tiene, a su vez, en su calidad de vida. Se precisarán medidas que supongan un progresivo compromiso político y una mayor coordinación e integración de políticas, además de un cambio radical en nuestros estilos de vida y pautas de

consumo ²¹⁴. Así pues, a pesar de algunas mejoras obtenidas, las previsiones no pueden ser, en general, optimistas de acuerdo con la evolución de las concentraciones de los contaminantes atmosféricos. La superación de los valores límite para los niveles de concentración de los principales contaminantes analizados es notable (a excepción del SO₂) para las ciudades españolas más habitadas ²¹⁴.

Se puede concluir, según la exposición de estos resultados, que la calidad del aire de las ciudades españolas no resulta satisfactoria, siendo especialmente preocupante el caso de ciudades como Madrid, donde las superaciones medias anuales y puntuales constituyen riesgos importantes para la salud de su población ²¹⁴.

I.5 Red de Gestión de la Calidad del aire de Valladolid

La ciudad de Valladolid, con una población ligeramente superior a los 300.000 habitantes, está situada en la Meseta Norte a 698 metros sobre el nivel del mar, en el valle del río Pisuerga, cercana a su desembocadura en el río Duero y sometida a un clima continental extremo.

I.5.1 Descripción general

La red de control de la calidad del aire de Valladolid (RCCAVA) está formada por un conjunto de estaciones que pertenecen tanto a la Administración municipal como a empresas privadas que disponen de este tipo de instalaciones como método de autocontrol de su propia actividad industrial que hasta el año 2008 ha completado 19 ciclos. A lo largo del tiempo ha variado el número y la localización de las diversas estaciones de medida, así como los contaminantes que monitorizaban cada una de ellas, ateniéndose a la legislación vigente. Las redes de vigilancia de la calidad del aire, tienen entre sus objetivos, el servir de método directo de evaluación sobre la calidad del aire en un entorno determinado, y se encuentran siempre integradas sobre un sistema de gestión de la calidad del aire. Su utilidad inmediata permite valorar la calidad del aire que respiran todos los ciudadanos y constituyen una de las herramientas básicas a la hora de elaborar los planes de reducción de emisiones y la política ambiental a nivel local, regional y del Estado, para su implantación debe comenzarse por una recopilación de datos a nivel local y es una responsabilidad inmediata de las diferentes autoridades locales del país en que se encuentren implantadas. Ninguna de las estaciones de la RCCAVA, se ha diseñado para que sus medidas puedan servir de referencia a la hora del cumplimiento de objetivos para la defensa de los ecosistemas. Se trata de una red urbana destinada a la protección de la salud de las personas y en consecuencia no se contemplan este tipo de objetivos entre los parámetros de la evaluación ²³².

La experiencia desarrollada por la ciudad de Valladolid, desde su primera red que data de principios de la década de 1980 hasta la actualidad donde se gestiona una red totalmente automática, ha permitido implementar un procedimiento de detección de errores, así como qué tipo de procedimientos deberían ser utilizados para alcanzar la máxima precisión posible a la hora de obtener los resultados finales. En este sentido se ha avanzado en diferentes aplicaciones de tipo informático hasta alcanzar un método uniforme y homogéneo en la recogida de datos que impide cualquier manipulación intermedia de los mismos. El despliegue de la RCCAVA en 2008 se muestra en la fotografía siguiente ²³²:



Los instrumentos de medida localizados en todas las estaciones, son totalmente automáticos y realizan la medida de forma continuada en el tiempo. Todos los instrumentos se encuentran unidos a un sistema de adquisición de datos que de forma instantánea captura la información del instrumento y la incorpora secuencialmente a su propia base de datos. Cada 15 minutos dicho sistema obtiene el valor medio de todas las medidas captadas en el periodo anterior y lo almacena en su base de datos a la vez que lo transmite como histórico al centro de proceso de datos que recibe a su vez la información generada en la totalidad de las estaciones. El procedimiento de control de calidad mantiene establecido un programa de trabajo que intenta garantizar en primer lugar, la existencia de los documentos de operación actualizados para cada uno de los instrumentos localizados en las estaciones de control, así como los documentos metodológicos y a las herramientas informáticas necesarias para una operación normalizada de las estaciones y de la transmisión de datos de forma que finalmente sea aplicable un procedimiento que sirva para evaluar la calidad de la información obtenida desde la totalidad de los elementos que componen la red ²³².

I.5.2 Funcionamiento de las estaciones de medida

La estación de medida es básicamente un laboratorio remoto y como tal debe reunir unas condiciones de estabilidad ambiental y de seguridad intrínseca que permita proteger los equipos

sistemas e instrumentos localizados en su interior tanto de las inclemencias del tiempo meteorológico como del posible vandalismo que pudiera afectar al resultado de la medida. En el diseño interior prima la funcionalidad a la hora de establecer los armarios de instrumentos, y aquellos otros elementos auxiliares que son imprescindibles en la operación. La estabilidad térmica es uno de los puntos críticos a la hora del funcionamiento de estos laboratorios remotos, y para ello han sido dotados de sistemas de climatización totalmente automáticos que garantizan con muy poca variabilidad térmica una temperatura interior de $20^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ de manera que se respeten en todo momento las especificaciones de funcionamiento del instrumental establecidas por el fabricante y las propias del sistema de calidad implantado en la Red ²³².

La comunicación entre las estaciones y el centro de proceso de datos se verifica a través de una red propietaria que garantiza la máxima disponibilidad de datos, un conocimiento en tiempo real de la evolución de un episodio y una inmunidad a fallos muy superior que la dependencia de la red de una red pública de telecomunicaciones. Cada instrumento de los instalados en cada una de las estaciones verifica el análisis de la muestra de aire atmosférico siguiendo una técnica oficial establecida por las diferentes normas reguladoras ²³².

I.5.3 Datos sobre contaminación

Los contaminantes atmosféricos controlados actualmente por la RCCAVA son los siguientes: SO_2 , PM_{10} y $\text{PM}_{2,5}$, NO/NO_2 , CO , O_3 , benceno, tolueno y xileno, así como el nivel de ruido. También dispone de una estación meteorológica en la que se miden los siguientes parámetros: presión atmosférica, temperatura, punto de rocío, humedad relativa, pluviosidad, dirección y velocidad del viento y radiación solar ²³².

A la hora de aceptar como válidos los datos proporcionados por una estación medidora, como criterio general establecido en la legislación entonces vigente (Real Decreto 1073/2002) se ha aceptado para todos los ciclos de explotación de los que se pueden extraer datos adecuados a nuestro análisis que debía alcanzarse un mínimo de un 90% en la captura de datos ²³².

La información sobre la calidad del aire emitida en la actualidad por el Servicio de Medio Ambiente del Ayuntamiento de Valladolid se formaliza a través de los Boletines de Información sobre la Calidad del Aire que se publican diariamente. En los mismos se organiza la información en contaminantes primarios (PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$, SO_2), hidrocarburos cíclicos o aromáticos (BTX) y contaminantes secundarios (NO_2 y O_3), indicadores meteorológicos y de ruido ambiental ²³².

Objetivos

II. Objetivos

II.1. Objetivo general

El objetivo del presente trabajo es realizar una estimación de la carga ambiental de enfermedad debida a la contaminación atmosférica por PM₁₀, PM_{2,5} y O₃ durante el periodo 1999 – 2008 en la ciudad de Valladolid, que pueda utilizarse por parte de las autoridades de Salud Pública para la evaluación del impacto en salud que representaría para la población de la ciudad de Valladolid las acciones encaminadas a disminuir los niveles de contaminación atmosférica en dicha ciudad.

II.2. Objetivos específicos

- Calcular para la PM utilizando la metodología sugerida por la OMS ⁴, el número total de muertes por la contaminación atmosférica que se podrían haber prevenido en la ciudad de Valladolid si se hubieran aplicado los límites establecidos en la legislación de la UE (Directiva 2008/50/CE) y de los valores de referencia sugeridos por la OMS en sus Guías de Calidad del Aire de 2005 (GCA) ⁵ así como el número de muertes atribuibles a los niveles anuales observados de contaminación respecto a un nivel de fondo de referencia, mediante el cálculo de los siguientes indicadores de mortalidad:
 - El número de muertes prematuras por todas las causas (salvo las externas) en todas las edades por la exposición a corto plazo a PM₁₀ tomando como referencias para la mortalidad prevenible unas concentraciones del contaminante de 40 y 20 µg/m³ (valores límite de la Directiva 2008/50/CE ²⁰⁸ y de las GCA de la OMS ⁵ respectivamente) y para la mortalidad atribuible una concentración de fondo de 10 µg/m³.
 - El número de muertes prematuras por enfermedades respiratorias y por todas las causas (salvo las externas) por la exposición a corto plazo a PM₁₀ en la población infantil menor de 5 años de edad tomando como referencias para la mortalidad prevenible unas concentraciones del contaminante de 40 y 20 µg/m³ y para la mortalidad atribuible una concentración de fondo de 10 µg/m³.
 - El número de muertes prematuras por mortalidad cardiopulmonar y cáncer de pulmón por la exposición a largo plazo a PM_{2,5} en la población mayor de 30 años de edad según los modelos log-lineal y lineal, tomando como referencias para la mortalidad prevenible unas concentraciones del contaminante de 25 y 10 µg/m³ (valores límite de la Directiva 2008/50/CE ²⁰⁸ y de las GCA de la OMS ⁵ respectivamente) y para la mortalidad atribuible unas concentraciones de fondo de 7,5 , 5 y 3 µg/m³.
- Calcular para el O₃ utilizando el método utilizado por el CARB de la Agencia de Protección Ambiental de California ¹⁶ y las estimaciones de riesgo sugeridas por la OMS ¹⁴, el número de

muerres prematuras por todas las causas (salvo las externas), por enfermedades respiratorias y por enfermedades cardiovasculares, para todas las edades, por la exposición a corto plazo al O₃ que se podrían haber prevenido en la ciudad de Valladolid mediante la aplicación de los límites establecidos en la legislación de la UE (Directiva 2008/50/CE)²⁰⁸ y de los valores de referencia sugeridos por la OMS en sus Guías de Calidad del Aire de 2005⁵ así como el número de muertes atribuibles a los niveles anuales observados de contaminación respecto a un nivel de fondo de referencia, mediante el cálculo de los siguientes indicadores de mortalidad:

- El número de muertes prematuras por todas las causas (salvo las externas), por enfermedades respiratorias y por enfermedades circulatorias, en todas las edades, por la exposición a corto plazo al O₃ tomando como referencias para la mortalidad prevenible unas concentraciones del contaminante de 120 y 100 µg/m³ (valores límite de la directiva 2008/50CE²⁰⁸ y de las GCA de la OMS⁵ respectivamente) y de 70 µg/m³ así como una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ para la mortalidad atribuible.

Material y métodos

III. Material y métodos

Un modelo matemático es un intento de explicar algún aspecto de la realidad utilizando las herramientas que proporcionan las Matemáticas. Así, el punto de partida de todo proceso de modelización lo constituye el fenómeno que se desea describir o explicar. Un modelo matemático no es más que una representación artificial del fenómeno físico en estudio, una especie de maqueta creada por la mente humana ²³³.

Está claro que la construcción de todo buen modelo ha de comenzar con la observación. De entre los posibles atributos de aquello que observamos, tan sólo unos cuantos serán objeto de nuestra atención como relevantes para el fenómeno en estudio. Si deseamos proceder a elaborar una abstracción del mismo en términos matemáticos, debemos cuantificar de alguna manera tales atributos, lo que conlleva un proceso de medición ²³³.

Para describir el fenómeno observado no basta con determinar que magnitudes son las más relevantes. Es necesario ser capaces de establecer relaciones entre ellas que conduzcan a ecuaciones de tipo matemático. Estas relaciones son el núcleo de nuestro modelo, traduciendo lo que ocurre en el mundo real a un mundo mucho más abstracto que podemos controlar. Un vistazo a las posibles relaciones que se pueden presentar entre las magnitudes relevantes permite una mayor comprensión del problema. Además, es una técnica que nos permite desarrollar e interpretar las ecuaciones del modelo ²³³.

La idea básica es la siguiente: ¿pueden las variables que intervienen ser agrupadas de forma coherente (a nivel dimensional), reduciendo el número de mediciones experimentales necesarias para obtener datos relevantes a partir de experimentos?. Así pues, se trata relacionar una serie de variables, pudiendo optar por modelos discretos, aquellos en los que la información consiste en una secuencia de datos obtenidos, por ejemplo, al considerar una sucesión de valores medidos en ciertos instantes, o modelos continuos, en los que se manipula una distribución ininterrumpida de información, como cuando se anota la posición de un indicador de un aparato de medida a lo largo de un intervalo temporal. En cualquier caso, todo modelo es, en el mejor de los casos, una idealización de la realidad que pretende captar la esencia (o alguna característica) del fenómeno en estudio. En este sentido, surge siempre la duda sobre si determinados comportamientos exhibidos por un modelo matemático reflejan el auténtico comportamiento del fenómeno o simplemente son fruto de ese carácter de idealización previamente mencionado ²³³.

Todo el extenso trabajo de modelización de la relación entre la contaminación atmosférica y sus efectos sobre la salud queda recogido en los parámetros proporcionados por los estudios epidemiológicos y que se utilizarán para estimar el impacto de la contaminación atmosférica

sobre la salud. De esos estudios se han derivado diferentes FCR que describen la relación entre las concentraciones de PM_{10} , $PM_{2.5}$ y O_3 con diversos indicadores de salud. Se puede así, por ejemplo, relacionar la mortalidad por una causa determinada con la concentración de un determinado contaminante.

Los datos de monitorización de las concentraciones de los contaminantes se necesitan para obtener una estimación consistente de la FCR (del RR). Cuando se ha estimado el RR, la monitorización y la modelización se pueden utilizar para estimar la exposición y los efectos de salud asociados. Sin embargo, solamente la modelización se puede usar para definir políticas de reducción de los efectos atribuidos a la contaminación atmosférica. Mientras que el análisis de impacto en salud necesita basarse en una aproximación de la exposición, normalmente las concentraciones del contaminante en los monitores de medida, la optimización de políticas de reducción del riesgo también necesita considerar como pueden afectar las políticas a la exposición de la población además de su influencia en las concentraciones ambientales, como puede ser el cambio de la distribución espacial de la población en las zonas afectadas por la política de salud ¹³.

III.1. Diseño

El presente trabajo se corresponde con un diseño ecológico de series temporales. El cálculo de la CAE relacionada con la contaminación atmosférica por PM_{10} , $PM_{2.5}$ y O_3 en la ciudad de Valladolid se realiza mediante la aplicación del enfoque de análisis del riesgo basado en la exposición para agregar la información sobre la exposición de la población con los datos de la relación entre la exposición y la respuesta al factor de riesgo (formalizada para diferentes indicadores de salud mediante un coeficiente β o un RR) en una función denominada fracción atribuible (FA), o fracción de impacto (FI), la cual se aplica posteriormente a las cifras de mortalidad observadas del fenómeno de salud que se quiere evaluar ^{4, 12, 14, 16}.

III.2 Variables de estudio. Fuentes de información

Para calcular en una ciudad o región determinada la estimación de los impactos en salud asociados a determinadas concentraciones de PM_{10} , $PM_{2.5}$ y O_3 se precisan los siguientes elementos ^{4, 12-17}.

1. Datos sobre la exposición de la población al agente contaminante mediante la concentración atmosférica existente del mismo basada en la información proporcionada por una red de monitorización de la concentración del contaminante, así como una concentración de referencia u objetivo asumida a priori que permita la comparación y de esta forma determinar

la enfermedad atribuible o los beneficios potenciales de reducir el factor de riesgo en una cantidad específica.

2. Datos sobre el número de personas expuestas al contaminante y del tipo de efecto en salud de interés.
3. Incidencia basal del efecto en salud asociado con el contaminante que se está estudiando (en este caso la tasa de mortalidad general y por otras causas seleccionadas).
4. Funciones de concentración-respuesta (FCR) que asocien los cambios en la concentración del contaminante estudiado con los cambios en la incidencia del efecto adverso en salud. Estas funciones se derivan de los estudios epidemiológicos y se expresan en términos de un coeficiente Beta (β) o bien de un RR, indicando el porcentaje de reducción de un determinado efecto en salud debido al cambio en una unidad de la concentración del contaminante.

Así pues necesitamos conocer datos sobre 5 variables que se introducirán en nuestro modelo para obtener finalmente las estimaciones de mortalidad prevenible o atribuible, según el caso.

III.2.1. Niveles de exposición de la población

Las medias anuales de PM_{10} y del valor máximo de la media octohoraria de O_3 en ug/m^3 para cada año comprendido en el periodo entre 1999 y 2008 se basan en las mediciones continuadas realizadas por la red de estaciones de monitorización de la calidad del aire atmosférico del Ayuntamiento de Valladolid.

A lo largo de este periodo se han retirado y añadido diversas estaciones en distintos lugares del área urbana debido a cambios organizativos, normativos y en los métodos de medida y calibración conforme al proceso de adaptación de la Red a los requerimientos legales y técnicos. Asimismo, los datos sobre PM_{10} difundidos por la RCCAVA son provisionales mientras el Instituto de Salud Carlos III no los certifique conforme a las intrusiones de polvo del Sahara. Igualmente, no todas las estaciones han medido las concentraciones de los dos contaminantes de interés en la misma localización. En cualquier caso, todas las estaciones están incluidas en el término municipal de Valladolid capital y desarrollan su actividad conforme a un programa de garantía de calidad establecido que respeta las normas aplicables a esta actividad. Esta circunstancia introduce incertidumbre en la interpretación de las estimaciones pues podría sesgar los resultados al no evaluar completamente la magnitud de la exposición de la población.

La media anual de la concentración de PM_{10} se ha extraído de las concentraciones reflejadas en los informes anuales sobre calidad del aire publicados por el Ayuntamiento de Valladolid a lo largo del periodo de estudio. Así pues, se ha calculado la media aritmética anual de las concentraciones de cada una de las estaciones que presentaron datos válidos, considerándose

un mínimo del 90% en la captura de datos a lo largo del año considerado. Esta captura mínima de datos no incluye los datos perdidos durante la ejecución de procedimientos de calibración o de mantenimiento del instrumento ²³⁴.

A partir del año 2008 la red de monitorización ha comenzado a medir con regularidad la concentración de $PM_{2,5}$ pero sin alcanzar el porcentaje mínimo de datos requerido. En cualquier caso, para el análisis de los efectos de la $PM_{2,5}$ se ha utilizado el factor de conversión entre $PM_{2,5}$ y PM_{10} que sugiere la OMS para Europa (0,73) ⁴. El valor medio anual de la $PM_{2,5}$ se ha estimado de acuerdo a la razón $PM_{2,5} / PM_{10}$ recomendada por la OMS en Europa, de forma que a la media aritmética de PM_{10} se le aplica esta razón para obtener la correspondiente concentración media anual de $PM_{2,5}$. Se podría igualmente estudiar la sensibilidad de los resultados a la variación de la razón $PM_{2,5} / PM_{10}$, aunque en este caso no se ha hecho pues la OMS proporciona una estimación específica para Europa de 0,73. En el futuro, a medida que la red de control de la calidad del aire del Ayuntamiento de Valladolid proporcione una serie continuada de concentraciones para la $PM_{2,5}$ se podrá evaluar dicha razón al contar con datos locales de los dos tipos de PM.

En cuanto al O_3 , puesto que partir del año 2002 los informes publicados en su página Web por la RCCAVA no proporcionaban la media anual de los valores máximos de la media octohoraria, se solicitaron al Área de Medio Ambiente del Ayuntamiento de Valladolid los datos correspondientes de las estaciones que midieron el O_3 durante el periodo de estudio, para hallar la media aritmética anual de las concentraciones facilitadas por la estaciones con captura de datos válida, al igual que se hizo con la PM_{10} ²³⁵.

Las concentraciones medias anuales de los contaminantes evaluados se detallan en el anexo I, donde se presentan los gráficos de las concentraciones anuales medias del valor máximo de la media octohoraria proporcionadas por la RCCAVA y las desviaciones estándar (DS) correspondientes. En el año 2002 ninguna de las estaciones proporcionó el porcentaje de mediciones mínimo para poder considerar válidos los datos por lo que se decidió utilizar como parámetro a introducir en el modelo la media aritmética de los años anterior y posterior. Se puede percibir una tendencia descendente en la evolución de las concentraciones anuales de PM mientras que para el O_3 se observa una evolución creciente de las concentraciones anuales.

III.2.2. Concentraciones objetivo y de fondo

Los casos atribuibles ocasionados (impacto negativo) o los casos evitados (impacto positivo) se estiman por comparación de la situación real actual con algún estándar o punto de referencia establecido. Así pues hay que especificar los escenarios de referencia de exposición con los que se pretende comparar el nivel de contaminación monitorizado por la RCCAVA.

Por lo tanto es razonable elegir entre los valores de referencia las recomendaciones sobre calidad del aire de la OMS así como los valores límite de exposición de PM recogidos en la legislación europea comunitaria vigente de calidad del aire para cuantificar cuál sería el número de casos teóricamente evitados si se hubieran aplicado los límites marcados por dicha normativa y por las recomendaciones de la OMS. En cuanto a la determinación de la mortalidad atribuible, se asume una concentración “natural” de fondo, que es la concentración no antropomórfica, es decir, aquella que se daría en ausencia de contaminación atmosférica de origen humano. Este nivel se podría determinar por estaciones de medida en localizaciones rurales o en zonas costeras en las que el impacto de fuentes de contaminación es mínimo o nulo ^{4,5}.

La Nueva Directiva de Calidad del Aire (2008/50/CE del Parlamento Europeo y del Consejo) sobre calidad del aire ambiente y un aire más limpio para Europa, que entró en vigor el 11 de junio de 2008 fusiona la mayor parte de la legislación existente en una única directiva (excepto para la Cuarta Directiva Hija) sin cambios en los objetivos existentes de calidad del aire ^{47, 208, 209}.

Se ha seleccionado esta Directiva como el marco legal de referencia para todo el periodo de estudio aunque durante dicho periodo los valores límite legalmente vigentes de los contaminantes se hayan modificado y no se correspondan con los recogidos en la última Directiva europea de calidad del aire, pues no es objetivo de este trabajo evaluar el grado de cumplimiento normativo por parte de las autoridades de salud pública durante el periodo de estudio.

PM

Mortalidad prevenible

En el caso de la PM las concentraciones de referencia u objetivo escogidas para la comparación y el cálculo de los casos prevenibles o el beneficio potencial de reducir el factor de riesgo en una cantidad específica, han sido los valores de concentración media anual recomendados por la OMS en sus GCA ⁵, de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para la PM₁₀ y de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para la PM_{2,5}, que se sitúan por encima de los niveles de fondo, pues de manera general se acepta que no es factible o posible, por razones financieras, técnicas u otras, llegar a disminuir la contaminación atmosférica hasta el nivel natural de fondo. La OMS estima que si la contaminación por PM₁₀ se reduce de 70 a 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, pueden evitarse el 15% de las muertes relacionadas con la calidad del aire. Si se reduce el nivel de polución atmosférica, puede descender la carga de la morbilidad causada por infecciones respiratorias, cardiopatías y cáncer de pulmón ^{5,8}.

Asimismo también se han considerado los valores límite recogidos por la legislación de la Unión Europea en la Directiva 2008/50/CE para la concentración media anual (40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para la PM₁₀, 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para la PM_{2,5}) ^{47, 208}.

Mortalidad atribuible

En el caso de estimar la mortalidad atribuible a la contaminación atmosférica por PM, se asume un nivel de exposición natural de fondo, que dependiendo de la literatura o de la existencia de datos propios puede variar. Para la PM la OMS ha considerado que esa concentración de fondo es de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para la PM_{10} y de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para la $\text{PM}_{2,5}$. En el estudio en el que la OMS expone su metodología de cálculo se compara también con niveles de fondo para la $\text{PM}_{2,5}$ de 5 y $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Estos valores están cerca de la concentración más baja observada en el estudio del que se han derivado las FCR utilizadas para las estimaciones ofrecidas por la OMS ^{4, 102}.

O₃

Mortalidad prevenible

Para el O₃, como valores de referencia a introducir en el modelo a la hora de realizar las comparaciones, además del valor límite señalado por la legislación comunitaria de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para un promedio diario de ocho horas y del valor de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ que se determina en las GCA de la OMS de 2005 ⁵, se ha adoptado el valor recomendado en 2004 por la WHO/Convention Task Force, que sugería un valor de corte en la concentración de $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ porque se producía un aumento estadísticamente significativo del riesgo de mortalidad a concentraciones de O₃ por encima del intervalo de $50\text{-}70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y porque se disponía de datos más fiables procedentes de los modelos para concentraciones por encima de $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Así pues, en el modelo se ha introducido también el valor de $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como un objetivo de concentración a alcanzar más estricto si cabe que la recomendación de la OMS en su GCA ^{13, 22}.

Mortalidad atribuible

Las concentraciones anuales medias más bajas de O₃ troposférico en áreas de fondo remotas de Europa han oscilado entre 40 y $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La vida de muchos precursores de O₃ y sus productos de conversión es suficientemente larga para permitir su transporte a larga distancia en la atmósfera. Consecuentemente, el nivel de concentración basal de O₃ a gran escala posee un fuerte componente de transporte a larga distancia determinado por una amplia variedad de fuentes de emisión. Las concentraciones de fondo basales en el hemisferio norte se acercan a los niveles conocidos como perjudiciales para la salud. Se observan concentraciones más altas en la región mediterránea (muy soleada) que en el norte de Europa ¹³.

La ausencia de mediciones locales directas de este indicador predispone al error en cualquier hipótesis que se quiera analizar sobre las estimaciones que nuestro modelo pueda proporcionar respecto de la mortalidad atribuible a la concentración anual observada de O₃. En cualquier caso, esta asunción no implica aceptar que existe un umbral de "seguridad" en la concentración de O₃ por debajo de la cual no se produzcan efectos negativos para la salud de la población.

Ya se ha comentado que las concentraciones anuales medias más bajas de O₃ troposférico en áreas de fondo remotas de Europa han oscilado entre 40 y 90 µg/m³. Las concentraciones de fondo basales en el hemisferio norte se acercan a los niveles conocidos como perjudiciales para la salud ¹³. Así pues, ante la ausencia de datos locales, para evaluar la mortalidad atribuible por un supuesto nivel natural de “fondo” de O₃ se podría adoptar el valor de 50 µg/m³, de forma ciertamente arbitraria, pudiendo servir esta concentración como punto de partida para estimar una medida del efecto de la contaminación atribuible a la contaminación actual observada por O₃.

III.2.3. Tamaño de los grupos de población expuestos

Para la determinación del tamaño de los grupos de población en los que interesa conocer el efecto de la exposición a los contaminantes seleccionados se ha acudido a las bases de datos publicadas en la página Web del Instituto Nacional de Estadística (INE) ^{236, 237}.

Las cifras tomadas del padrón municipal de Valladolid capital para cada año de la serie estudiada han servido para especificar la población total, la población adulta mayor de 30 años y la población infantil menor de cinco años, tanto en población general como desagregada por sexos ²³⁶. Todas estas cifras se muestran en el anexo I.

III.2.4. Incidencia del efecto en salud

Para determinar las cifras referentes al efecto de salud de interés (mortalidad) se han utilizado los datos referentes al número de fallecidos, tanto en población general como por sexos, incluidos en la serie reducida de causas de mortalidad que el INE ha publicado hasta el año 2008 referidas a Valladolid capital, para las que a partir del año 1999 se utiliza el código de clasificación CIE-10 (clasificación internacional de enfermedades 10^a revisión) ²³⁷.

Para determinar las cifras de mortalidad, de acuerdo con la bibliografía y lo expuesto en el software de referencia, se han tomado las cifras de mortalidad correspondientes a los siguientes grupos de causas de mortalidad para la ciudad de Valladolid publicadas por el INE para el periodo 1999-2008 que corresponden a los códigos de la clasificación CIE-10 que se especifican a continuación ^{4, 14, 16, 237}.

PM

De acuerdo con lo que señala la OMS y en el software que proporciona se han seleccionado en la página web del INE los siguientes códigos de la CIE-10 ^{4, 14, 237}

- Para la exposición a corto plazo a la PM₁₀, mortalidad por todas las causas (excluidas las causas externas V01–Y89) en todas las edades y en niños menores de 5 años. En el caso de

los menores de 5 años hay que señalar que aunque existen estudios que indican que se pueden aplicar los coeficientes β y por ende los RR, estimados, no sólo para la mortalidad respiratoria sino también para la mortalidad por todas las causas, esto supondría asumir una estructura similar de los patrones de mortalidad y del nivel de atención sanitaria, y puesto que esto no se puede asumir siempre, la OMS sugiere aplicar únicamente este coeficiente a las enfermedades respiratorias. Su aplicación a la mortalidad por todas las causas podría representar un límite superior de la carga de enfermedad causada por la contaminación atmosférica y podría resultar una sobreestimación de dicha carga en ciertas regiones. Por lo tanto, el modelo de exposición lineal que se indica en la tabla 1 en la que hemos expuesto los coeficientes β que vamos a aplicar, con un coeficiente β de 0,00166 (IC 95% de 0,00034–0,0030), se debería usar para calcular los RR de la mortalidad por enfermedades respiratorias y donde sea aplicable para todas las causas de mortalidad como límite superior⁴.

- Para la exposición a corto plazo a la PM_{10} , mortalidad respiratoria (códigos J00–99) en niños menores de 5 años.
- Para la exposición a largo plazo a la $PM_{2,5}$, mortalidad cardiopulmonar en adultos mayores de 30 años. En este caso no existe un apartado específico para este tipo de mortalidad y la OMS en el software que proporciona sugiere incluir una serie de códigos CIE-10 (infecciones respiratorias J10-J18, J20-J22; infecciones respiratorias superiores J00-J06; enfermedad hipertensiva I10-I13, enfermedad isquémica del corazón I20-I25; enfermedad inflamatoria del corazón I30-I33, I38, I40, I42; enfermedades respiratorias J30-J98). En nuestro caso, tras comprobar la disponibilidad de datos de mortalidad en las bases del INE y compararla con lo que propone la OMS se han incluido bajo este epígrafe las enfermedades hipertensivas (I10-I15), el infarto agudo de miocardio (I21), otras enfermedades isquémicas del corazón (I20, I22-I25), otras enfermedades del corazón (I00-I02, I26-I49, I51, I52) y las enfermedades del sistema respiratorio (J00-J99) que incluye, entre otras, en la lista reducida facilitada por el INE la influenza (que incluye la gripe aviar J09-J11), neumonía (J12-J18), enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores excepto asma (J40-J44, J47), asma (J45, J46), insuficiencia respiratoria (J96) y otras enfermedades del sistema respiratorio (resto J00-J99).
- Para la exposición a largo plazo a la $PM_{2,5}$, mortalidad por cáncer pulmonar (C33, C34) en adultos mayores de 30 años.

O₃

En cuanto a la exposición a corto plazo al O₃, tomando como base para la elección de los diferentes códigos de las causas de mortalidad la bibliografía al respecto, se han utilizado las siguientes cifras de mortalidad, igualmente extraídas de la página web del INE y codificadas de acuerdo con la CIE-10^{14, 16, 237}:

- Mortalidad por todas las causas (excluidas las causas externas V01–Y89) en todas las edades

- Mortalidad por enfermedades respiratorias (J00-J99) en todas las edades.
- Mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio, también denominadas enfermedades cardiovasculares, (I00-I99) en todas las edades.

III.2.5. Funciones de concentración - respuesta

Las funciones de concentración-respuesta son ecuaciones desarrolladas a partir de estudios epidemiológicos que relacionan el cambio en la incidencia de un determinado efecto adverso para la salud en una población con el cambio en la concentración de un contaminante experimentado por esa población concreta. Definir FCR a partir de la considerable y no siempre consistente literatura epidemiológica es una tarea difícil y en última instancia implica evaluaciones subjetivas. Para nuestros cálculos necesitamos conocer uno de los dos parámetros que nos facilitan las FCR: el coeficiente β o bien el RR. Las tablas 1 y 3 señalaban los valores de estos parámetros que para el caso del análisis de la PM se van a introducir en nuestro modelo, en tanto que la tabla 5 indica las estimaciones a emplear para el O₃, considerada la presencia de un sesgo de publicación^{4, 14, 16}. En ambos casos se indican los intervalos de confianza al 95% y se proporcionarán tres estimaciones: superior, central e inferior. En el caso del O₃, para la mortalidad por todas las causas, el extremo inferior del intervalo de confianza revisado para el sesgo de publicación se ha redondeado en los cálculos a 1, lo que implica un valor nulo de la estimación de la FA y en consecuencia también de la mortalidad estimada.

En el meta-análisis publicado por la OMS¹⁴ se tuvo en cuenta la posible presencia de un sesgo de publicación por lo que se han adoptado las estimaciones de los RR que se sugerían. El sesgo de publicación surge porque se premia más la publicación de hallazgos positivos o al menos estadísticamente significativos. En el caso de los estudios de series temporales existen razones particulares para esperar un sesgo de publicación. Una es que los datos son relativamente fáciles de conseguir y analizar, por lo que hay menos intención de publicar los hallazgos que no resulten interesantes. Otra razón es que cada estudio puede generar un gran número de resultados para varios indicadores, contaminantes y lapsos temporales, siendo bastante posible un sesgo en el proceso de elección entre todos ellos para su inclusión en un artículo. En el campo de la epidemiología sobre la contaminación atmosférica este problema se ha empezado a abordar recientemente (Anderson et al., 2002; Peacock et al., 2002)^{238, 239}. Otra fuente de error sistemático relacionada es el sesgo del intervalo de selección. Estos sesgos se superan en los estudios sobre varias ciudades, como el APHEA y el NMMAPS, que tienen el compromiso de publicarse y que pueden especificar a priori un intervalo temporal¹⁴.

III.3. Método de cálculo

Para la PM₁₀ y PM_{2,5} la OMS ha desarrollado una aplicación en Excel[®] que reúne la información de una serie de FCR de manera que permite la introducción en el modelo que ha diseñado de aquellos parámetros necesarios para obtener el cambio en el indicador de salud en estudio, que en este caso es la mortalidad, prevenible o atribuible, relacionada con la contaminación debida a la PM y clasificada para distintos grupos de causas de mortalidad y grupos de edad.

La OMS no ha incluido ninguna FCR para especificar funciones de cálculo para el O₃ en la aplicación Excel[®] antes mencionada, aunque si se reproduce el modo de cálculo que propone el CARB¹⁶ y se aplican los RR para la mortalidad por exposición al O₃ recomendados por la OMS¹⁴, se puede utilizar el marco de dicha aplicación Excel[®] para calcular la FA y a su vez la mortalidad (prevenible o atribuible) asociada a la exposición al O₃ para las diferentes causas consideradas^{4, 12, 14, 16, 17}.

Los estudios que describen la FCR que hemos utilizado como referencia pueden proporcionar bien un RR o bien un coeficiente β como parámetros que sirven para calcular a su vez otro RR que junto con la concentración anual media del contaminante medida (o estimada) en la población y una determinada concentración del contaminante establecida *a priori* (bien como valor objetivo “diana” o bien como valor natural de “fondo”) se emplearán para calcular la FA que se multiplicará por la mortalidad observada en la población de interés para obtener finalmente la carga de enfermedad (el número de fallecimientos) asociada a la exposición al contaminante que estamos estudiando. De esta forma si la concentración de referencia tiene el carácter de valor objetivo o “diana” se puedan considerar muertes prevenibles mientras que si se trata de una concentración natural de “fondo” se pueden considerar muertes atribuibles al nivel de contaminación monitorizado en la población respecto a esa concentración de “fondo”.

El RR para cada resultado de salud que se utilizará para estimar la FA se puede calcular con las funciones de riesgo expuestas en la tabla 1 (para la PM₁₀ y PM_{2,5})⁴. En el caso del O₃ previamente hay que transformar el RR que recomienda el meta-análisis de la OMS (tabla 5)¹⁴ en un coeficiente β que se introduce en una función que proporcionará el RR que se empleará para estimar la FA.

Una vez que se han determinado los RR, se puede calcular la FA (o fracción de impacto, FI) de los efectos en salud de la contaminación atmosférica para la población expuesta mediante la fórmula siguiente^{4, 12}:

$$FI = \sum P_i RR_i - 1 / \sum P_i RR_i$$

En la fórmula anterior P_i es la proporción de la población en la categoría de exposición “i”, incluyendo a los no expuestos (por ejemplo $\sum P_i RR_i$ es $(P_1 RR_1 + P_2 RR_2 + \dots + P_{\text{no expuestos}} \times 1)$). RR_i es el riesgo relativo en la categoría de exposición “i”, comparado con el nivel de referencia. Esta ecuación considera varios grupos de población expuestos a diferentes niveles de contaminantes, por ejemplo de la población de varias ciudades en un país. En el caso de la población de una sola ciudad con un único nivel de exposición, la fórmula se simplifica en la ecuación siguiente (P_i se convierte en 1 ya que toda la población está expuesta y solamente habría que aplicar un único riesgo relativo) ⁴:

$$FA = (RR - 1) / RR$$

Para estimar el impacto por cambiar la exposición de una distribución a otra, por ejemplo mediante una intervención de salud pública, se puede usar una fórmula más general que la primera ecuación que hemos descrito en esta sección. Esta fórmula se puede utilizar para estimar la fracción de la carga de enfermedad atribuible al factor de riesgo, comparado con alguna alternativa o nivel contrafactual de referencia, que podría ser el mínimo factible que se puede alcanzar en un plazo de tiempo establecido. Por ejemplo, la concentración objetivo podría ser algún valor regulador como los 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} , propuesto por la UE para lograrse en el año 2010 ^{4, 12}.

$$FA = (\sum P_i RR_i - \sum P'_i RR_i) / \sum P_i RR_i$$

Donde P_i es la proporción de la población en la categoría de exposición “i”. P'_i es la proporción de la población en la categoría de exposición “i” después de una intervención o de otro cambio. RR_i es el riesgo relativo en la categoría de exposición “i” comparado con el nivel de referencia.

La FA es una fracción derivada de la manipulación aritmética de unas probabilidades. Este concepto también se ha denominado fracción o riesgo atribuible poblacional. De entre las distintas denominaciones y los diferentes métodos y situaciones en que se puede calcular la FA, se puede escoger la forma clásica que se expresa de esta manera ^{10-12, 240, 241}.

$$FA = [1 - (1/RR)] = (RR-1)/RR$$

Según la OMS, la contribución de un factor de riesgo a una enfermedad o a una causa de muerte se cuantifica mediante la fracción atribuible poblacional (FAP), que es la reducción proporcional en la enfermedad o mortalidad que ocurriría si la exposición a un factor de riesgo se redujera a un escenario de exposición ideal alternativo (por ejemplo, prohibición del tabaco). Muchas enfermedades están causadas por factores de riesgo múltiples, y los factores de riesgo individuales pueden interactuar en su impacto sobre el riesgo global de enfermedad, por lo que

las FAP para los factores de riesgo individuales a menudo se solapan y suman porcentajes superiores al 100%. La fórmula que proporciona la OMS es la siguiente ²⁴²:

$$FAP = (\sum P_i RR_i - \sum P_i' RR_i) / \sum P_i RR_i$$

En esta fórmula el sumatorio (Σ) va de 1 hasta n. Asimismo se tiene que:

P_i = proporción de la población en el nivel de exposición i, exposición actual

P_i' = proporción de la población en el nivel de exposición i, nivel de exposición contrafactual o ideal

RR = riesgo relativo en el nivel de exposición i

n = número de niveles de exposición

Para factores de riesgo con niveles de exposición continuos en lugar de discretos existe una fórmula análoga que implica la integración de la distribución del nivel de exposición.

En el caso de la contaminación atmosférica, la FA y la FAP coinciden pues toda la población está expuesta (la prevalencia de exposición es del 100%), como se puede apreciar en esta fórmula para la FAP, útil solamente en exposiciones dicotómicas (expuestos/no expuestos) ^{10, 11, 240, 241}.

$$FAP = (P_e (RR - 1)) / P_e (RR - 1) + 1$$

Donde P_e es la prevalencia de la exposición en la población general.

La OMS ha seleccionado unas estimaciones de la FAP para la contaminación atmosférica de una serie de enfermedades que se recogen en la tabla siguiente ⁴.

Tabla 6. FAP seleccionadas por la OMS para ciertas enfermedades ⁴.

Enfermedad	Varones (%)	Mujeres (%)	Ambos sexos (%)
Cardiovascular	2	2	2
Infecciones respiratorias	1	1	1
Cáncer de pulmón, tráquea, bronquios	5	6	5

Estos parámetros tienen gran importancia en salud pública ya que el número de casos atribuibles (potencialmente prevenibles) puede variar mucho en función del grado de exposición de la población. Por ejemplo, un factor de riesgo cuya asociación con la enfermedad sea débil (RR bajo) puede ser responsable de un número de casos mayor que un factor con una asociación fuerte, si la exposición está suficientemente extendida en la población ¹¹.

Para calcular el número esperado de casos de muerte debidos a la contaminación atmosférica (E), se aplica la FA al número total de muertes ⁴:

$$E = FA \times B \times P$$

Donde E es el número esperado de muertes debidos a la contaminación atmosférica. B es la incidencia en la población del efecto de salud especificado (por ejemplo número de muertes por 1.000 personas) y P es la población expuesta para ese efecto en salud.

Es decir, se trata de aplicar la FA al grupo de población expuesta al contaminante y a la tasa de incidencia basal definida para un grupo de población determinado

La FA se basa en los riesgos relativos derivados de los estudios epidemiológicos y del cambio en la concentración del contaminante que se evalúa (PM y O₃). B se obtiene o se estima a partir de las estadísticas sanitarias disponibles y P se extrae del censo o de otros datos demográficos para el área geográfica de estudio ⁴.

En el caso de la estimación del número de muertes prematuras por todas las causas en todas las edades por la exposición a corto plazo a PM₁₀, no se debe sumar a las que se obtengan para las otras estimaciones de PM₁₀ y PM_{2,5} puesto que implicaría sumar dos veces la mortalidad. Sin embargo, el cálculo de esta estimación puede proporcionar una información muy útil y se basa en un conjunto de estudios diferenciados ⁴.

La mayoría de los estudios epidemiológicos han utilizado un modelo log-lineal para describir la relación entre la exposición a los contaminantes y el indicador de salud analizado. Por ejemplo, en el caso del O₃, la relación entre sus concentraciones y el logaritmo natural de su efecto sobre la salud se estima mediante una regresión lineal. Este modelo de regresión genera un coeficiente β que relaciona el porcentaje de cambio en el indicador de salud con el cambio en una unidad del O₃. Los estudios epidemiológicos han proporcionado un coeficiente β o bien un RR, para un cambio determinado en las concentraciones de O₃ (ΔO_3). El RR se define como la razón del efecto en salud predicho a partir de la exposición más elevada respecto a una exposición basal. En el caso del O₃ las estimaciones del RR propuestas por la OMS se han calculado para incrementos de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, según la concentración máxima octohoraria, y que se indican en la tabla 5. Estas estimaciones del RR se pueden transformar a su vez en estimaciones del coeficiente β mediante la siguiente ecuación ^{14, 16, 17}.

$$\beta = \ln (\text{RR}) / \Delta O_3$$

Por otra parte, el cambio diario en el O₃ en cada monitor de medida, es decir la diferencia entre la concentración actual o existente de O₃ y un estándar de referencia (ΔO_3) se ha utilizado para calcular el RR ^{16, 17}:

$$RR = \exp (\beta \Delta O_3)$$

Entonces, las estimaciones del RR se utilizan para determinar la fracción atribuible (también denominada riesgo atribuible poblacional) que representa la proporción del efecto en salud en la población total analizada que se puede evitar si la causa, en este caso la contaminación atmosférica por O₃, se reduce en una cantidad dada ^{16, 17}.

En concreto, y como ocurría para la PM ^{16, 17}:

$$FA = (RR - 1) / RR$$

Así pues, a partir de este punto, el número esperado de casos de muerte debidos a la contaminación atmosférica se calcularía de la misma manera que para la PM.

Software

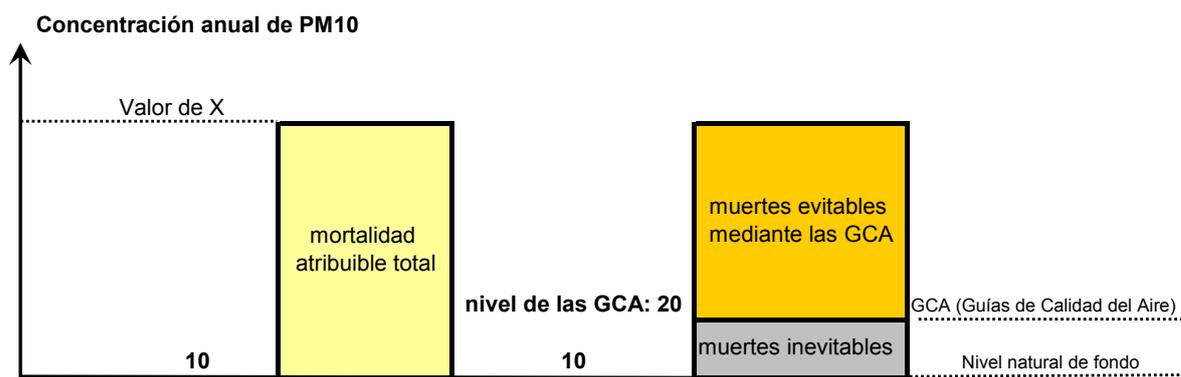
El software utilizado ha sido desarrollado por la OMS y se puede disponer del mismo tras solicitarlo a la siguiente dirección de correo electrónico: EBDassessment@who.int

Este software consiste en una serie de hojas de de cálculo Excel[®] que permite analizar los datos de una única ciudad o bien de varias. Como explica la propia OMS, la aplicación permite dos tipos de cálculos ^{4, 243}:

- Cálculo de la mortalidad atribuible debida a la contaminación atmosférica en una determinada área geográfica (ciudad, país, etc.).
- Cálculo del número total de muertes que se pueden prevenir en un área geográfica mediante la aplicación de unos valores de referencia de calidad del aire, como por ejemplo los que sugiere la OMS a través de sus GCA ⁵.

La diferencia entre estas dos operaciones es el nivel de fondo utilizado como referencia. En el primer caso es la concentración “natural” de fondo, mientras que en el segundo es el nivel sugerido en las GCA. Así pues, el primer cálculo puede estimar el número total de fallecimientos debidos al nivel de contaminación existente. El segundo cálculo es más realista, orientado a la planificación, que permite a los responsables de diseñar políticas de salud pública sopesar los costes del descenso de la contaminación atmosférica y el número de vidas salvadas. La propia

OMS ha ilustrado esta explicación mediante este ejemplo gráfico (cortesía de Sophie Bonjour, Departamento de Salud Pública y Medio Ambiente. OMS. Ginebra) ²⁴³.



Cálculo de la mortalidad evitable mediante las GCA de la OMS

Si $X = 30$, el rectángulo naranja representa las muertes evitables a través de la aplicación de las GCA.

Si $10 < X < 20$, la aplicación de las GCA no puede prevenir, evitar más muertes.

Si $X \leq 10$, no hay muertes atribuibles a la contaminación atmosférica.

Cálculo de la mortalidad atribuible

Si $X=30$, el rectángulo amarillo representa el total de muertes atribuibles.

Si $X \leq 10$, no hay muertes atribuibles a la contaminación atmosférica.

Por "muertes inevitables" (la superficie de color gris) se entiende que al escoger las GCA como objetivo en una estrategia para disminuir la contaminación atmosférica, se acepta un cierto número de muertes al nivel que representan las GCA.

Los parámetros proporcionados por la FCR (el coeficiente β o la estimación del RR, presentados en forma de un intervalo de confianza al 95%, y la forma de la relación entre la concentración y la respuesta) y las concentraciones de exposición al contaminante (la monitorizada y la de referencia de comparación) que planteemos como hipótesis de escenarios de exposición y las cifras de mortalidad que se produzcan en la población evaluada condicionan los valores del RR que utiliza el modelo de cálculo para generar primero la FA y a continuación la estimación final de mortalidad (prevenible o atribuible). Por tanto, el modelo va a proporcionar tres estimaciones de la FA y de la mortalidad (prevenible o atribuible) de forma que la estimación superior del intervalo de confianza representa el máximo estimado de la FA o de la mortalidad, la estimación inferior el mínimo y la estimación central un valor intermedio comprendido entre los dos anteriores.

Se pueden obtener estimaciones de la mortalidad con valores negativos cuando las concentraciones locales están por debajo de los valores de referencia utilizados en la comparación, por un lado la concentración de fondo “natural” y por otro el valor de las GCA⁵ o el recogido por la Directiva 2008/50CE²⁰⁸. En este caso los valores negativos, debido al propio concepto de mortalidad atribuible, no aportan ningún significado, pues la exposición a la contaminación atmosférica no se puede considerar beneficiosa, por lo que se deben interpretar en realidad como valores nulos. Esto es así porque el RR que se calcula para introducir a continuación en la función que calcula la FA es menor que 1 con lo que la estimación de la FA que se genera es negativa, no tiene interpretación y debe considerarse nula, pues conduce a una estimación de mortalidad negativa que no tiene sentido al no poderse contemplar como beneficiosa la exposición a la contaminación atmosférica.

Esto es así para la PM, en la que los coeficientes β que proporcionan las FCR que se utilizan dan lugar a unos RR superiores a 1. En el caso del O₃, las estimaciones del RR asumidas (y revisadas para el sesgo de publicación) que se transformarán luego en coeficientes β provocan en ciertos casos que se altere este esquema, como por ejemplo en el caso del límite inferior del IC para la mortalidad por todas las causas en todas las edades en que por efecto del redondeo en el cálculo el RR asumido en la FCR es de 1 lo que hace que el coeficiente β sea de 0, provocando que el RR a introducir en la fórmula de cálculo de la FA sea 1 con lo que la FA vale 0, motivando que la mortalidad estimada también sea nula. Igualmente, en el año 1999 la concentración observada de O₃ fue inferior al nivel de referencia de uno de los escenarios asumidos (de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) por lo que en ese año y escenario las estimaciones obtenidas se deben considerar nulas. Asimismo, también para el O₃, en la mortalidad respiratoria por exposición a corto plazo, las estimaciones inferior y central del IC del RR asumido son inferiores a 1 con lo que al emplearlos para determinar los coeficientes β que se usarán después para calcular el RR que se utilizará a continuación para computar la FA, obtendremos FA negativas que harán que la mortalidad estimada se considere nula excepto para el año 1999 cuando nos encontramos con que el nivel de contaminación por O₃ observado es inferior al nivel de referencia, lo que provoca entonces que la FA y la estimación de mortalidad sean positivas aunque deberán considerarse nulas.

Así pues, el valor de la FA que proporciona el modelo es fruto del valor que toman los diferentes parámetros que se van empleando en cada paso del proceso de cálculo de las estimaciones, de forma que las estimaciones de mortalidad se ven influidas no sólo por la cifra de mortalidad observada para esa causa de mortalidad en la población, sino también por la magnitud y el signo de la FA y ésta por el valor de los parámetros empleados en su cálculo (el RR y el coeficiente β). Hay que indicar igualmente que en la exposición a corto plazo por PM₁₀ en menores de 5 años para la mortalidad respiratoria y por todas las causas, al introducir en el modelo el mismo coeficiente β se obtiene la misma estimación de la FA, aunque se deben considerar las

condiciones de aplicación que se señalaron cuando se especificó lo recomendado por la OMS en esas circunstancias respecto al uso de un modelo de exposición lineal para calcular los RR de la mortalidad por enfermedades respiratorias y donde sea aplicable para todas las causas de mortalidad como límite superior ⁴. Igualmente hay que considerar el redondeo al que se someten las estimaciones de mortalidad, que puede hacer que una estimación positiva cercana a 0 pase a ser nula o bien igual a 1.

En cualquier caso, dado que los efectos de la exposición a la PM y al O₃ requieren una serie de asunciones, se recomienda realizar un análisis de sensibilidad de los resultados frente a esas consideraciones previas, de manera que se puedan emplear estimaciones alternativas para la forma de la FCR (lineal o no lineal) y la concentración bien de referencia o bien “natural” de fondo del contaminante con la que se compara el nivel actual de concentración observado o bien estimado.

Resultados y discusión

IV.Resultados y discusión

Como ya hemos mencionado, la EIS es una herramienta poco utilizada en nuestro país ². En el campo de la contaminación atmosférica no nos consta que en España se hayan publicado evaluaciones del impacto en salud de la contaminación atmosférica por PM₁₀, PM_{2,5} y O₃ en las que se haya empleado la metodología y el software específicos que hemos utilizado en este trabajo.

Por otro lado, con una metodología diferente y utilizando datos de exposición diferentes a los de nuestro trabajo se han publicado distintos estudios en el marco de los proyectos europeos APHEA y APHEIS, en los proyectos españoles EMECAM-EMECAS así como en otros estudios más recientes en los que se evaluaba el impacto en salud de la contaminación atmosférica sobre la población de diversas ciudades españolas, indicándose el importante riesgo que supone para la salud de la población ^{189, 232, 245-249}. En algún estudio incluso se realizaba un análisis económico de los efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud ²⁴⁹.

Más recientemente se ha estimado el número de muertes evitables al reducir el nivel de PM_{2,5} en España ²⁵⁰. Asimismo se han publicado en nuestro país diversos estudios sobre contaminación atmosférica y diferentes indicadores para cuantificar el riesgo que supone la exposición a la contaminación atmosférica sobre diferentes indicadores de mortalidad y morbilidad, en los que se proporciona el RR y en ocasiones también el riesgo atribuible proporcional (concepto asimilable a la FA) que podría estar asociado con la exposición a la PM, en los que se suelen emplear técnicas estadísticas como los modelos de regresión de Poisson para controlar potenciales factores de confusión ²⁵¹⁻²⁵⁷.

Uno de los trabajos más completos realizados en nuestro país como ejemplo de EIS en el ámbito de la contaminación atmosférica, es el estudio de evaluación en cinco ciudades españolas del impacto en salud de la contaminación atmosférica por partículas ²⁴⁶, realizado en el año 2005 y que dentro del programa APHEIS ²⁵⁸ utilizaba la Directiva 1999/30/CE como escenario de referencia para calcular el impacto de la contaminación por humos negros y PM₁₀ en Barcelona, Bilbao, Madrid, Sevilla y Valencia. Se empleó el software PSAS-9 diseñado por el Sistema de Vigilancia en Contaminación Atmosférica y Salud en Francia ²⁵⁹ y la aplicación Air Q de la OMS (WHO-ECEH Air Quality Health Impact Assessment software) ²⁶⁰. Sus resultados muestran un impacto sobre la salud de la contaminación atmosférica no despreciable así como la utilidad de este tipo de estudios para la planificación en salud pública. Igualmente, otro estudio realizado en 2009, estimaba los beneficios sanitarios y económicos asociados a la reducción de la contaminación atmosférica en el área metropolitana de Barcelona, indicando que reducir la

contaminación atmosférica por PM₁₀ resultaría en unos beneficios en salud y económicos muy sustanciales ²⁴⁹.

Más recientemente se ha estimado el número de muertes evitables al reducir el nivel de PM_{2,5} en España ²⁵⁰, en el que se utilizaba el modelo de exposición de la USEPA Community Multiscale Air Quality ²⁶¹ y la aplicación, también desarrollada por la USEPA, Environmental Benefits Mapping and Analysis Program (BenMAP) ²⁶², que permite igualmente hacer un análisis económico, para calcular los efectos sobre la salud de un descenso en la exposición a la PM_{2,5}, concluyéndose que la aplicación de políticas de control de la contaminación atmosférica de ámbito estatal podría resultar en beneficios potenciales para la salud.

Los resultados de estos estudios de EIS, aunque no son comparables directamente con los nuestros pues emplean escenarios de exposición, FCR, metodología e indicadores de resultado diferentes a los aplicados en nuestro trabajo, muestran el mismo sentido en las estimaciones obtenidas, con diferentes magnitudes en el valor de los resultados presentados, reforzando en cualquier caso la consistencia de los resultados de los múltiples estudios realizados en ciudades de todo el mundo que apoyan la amplia evidencia científica sobre la asociación de la contaminación atmosférica con múltiples indicadores de salud.

La OMS, asumiendo que el riesgo de muerte se incrementa de forma lineal a través de un rango de concentraciones anuales medias de PM_{2,5} entre 7,5 µg/m³ (como valor contrafactual o de referencia establecido a priori) y un máximo de 50 µg/m³, ha calculado la FA para la mortalidad por todas las causas (salvo las externas), por enfermedades cardiopulmonares y por cáncer de pulmón en mayores de 30 años, estimando para la región europea en la que se encuadra a España (EUR-A) unos porcentajes del 0,26, 1 y 2% respectivamente. Recordemos de nuevo que según estimaciones de la OMS la contaminación atmosférica puede alcanzar un 1,4% de la mortalidad total, el 0,5% de todos los AVAD y el 2% de todas las enfermedades cardiopulmonares. Asimismo, se ha atribuido a la contaminación atmosférica el 1% de todas las infecciones respiratorias y el 5% de los cánceres de pulmón ^{4, 7, 18}.

En nuestro trabajo se definen para cada contaminante las estimaciones de la FA y de varios indicadores de mortalidad (prevenible y atribuible) al situar al modelo de cálculo en los diferentes escenarios de exposición usados como referencia de comparación. No se pretende evaluar el grado de conformidad de las concentraciones observadas de los contaminantes con la legalidad vigente en cada año de estudio. Así pues, según se escoja una concentración bien natural de "fondo", bien objetivo o "diana", que nos permitan determinar la mortalidad atribuible o los beneficios potenciales de la reducción del factor de riesgo en una cantidad específica, se expresarán en diferentes gráficos los resultados que nuestro modelo nos ha proporcionado para cada una de las estimaciones de la FA y de aquellos indicadores de mortalidad asociados a la

exposición al contaminante, en los diferentes niveles de referencia del contaminante escogidos, interpretando el significado de cada uno de los gráficos de las estimaciones. Asimismo, el anexo III recoge los resultados en forma de tablas para cada año del período estudiado, de acuerdo con el esquema de cálculo descrito.

El modelo empleado presenta tres estimaciones de la FA y de la mortalidad: superior, central e inferior, que se corresponden con los valores del intervalo de confianza del coeficiente β o del RR que se hayan utilizado como referencia de la FCR. Las cifras de mortalidad ofrecidas por el modelo se han redondeado al primer decimal. La estimación central señala aproximadamente el promedio de las estimaciones superior e inferior ofrecidas por el modelo.

El modelo puede proporcionar valores positivos, negativos o nulos, dependiendo de si los parámetros que hemos introducido en nuestro modelo dan lugar a que el RR a emplear en la función de cálculo de la FA sea mayor, igual o menor que 1, lo que hará que la FA y la mortalidad estimadas adquieran valores positivos, negativos o bien nulos. Esta circunstancia puede depender del valor asumido para el coeficiente β , para el RR (en el caso del ozono, del que derivamos a su vez un coeficiente β), de la diferencia de concentraciones entre el valor de referencia y el valor anual observado o estimado de concentración del contaminante (cuando la concentración monitorizada del contaminante esté por debajo de la concentración asumida como referencia la estimación obtenida no es evaluable) y de la mortalidad observada para cada causa de muerte. Ya se ha explicado previamente la interpretación de estos valores. Puede ocurrir igualmente que la mortalidad observada que se introduzca en el modelo sea nula, como ocurre en ciertos años para la mortalidad respiratoria y por todas las causas (salvo las externas) en menores de 5 años, lo que hace que el modelo calcule estimaciones nulas para la mortalidad por esas causas. Al estimarse valores nulos es posible, por tanto, que no se hubieran podido evitar o atribuir fallecimientos anuales por las diferentes causas de mortalidad evaluadas respecto a la exposición al contaminante en los diferentes escenarios asumidos.

Al aplicar nuestro modelo a las poblaciones de varones y mujeres se logran unos gráficos con una forma similar a los obtenidos cuando estamos tratando con los datos derivados de la población general. Las estimaciones para los varones suelen ser superiores a las obtenidas para las mujeres, porque en general los hombres presentan mayores cifras de mortalidad que las mujeres, salvo en el caso de la mortalidad por enfermedades circulatorias en que las mujeres muestran valores más elevados. Al sumarse las estimaciones que el modelo proporciona para varones y mujeres se obtienen las estimaciones calculadas para la población general. Las estimaciones obtenidas pueden reflejar la distribución demográfica y de mortalidad por sexos.

A lo largo del análisis podremos comprobar como la magnitud de las estimaciones de mortalidad que proporciona el modelo aumenta al disminuir la concentración de contaminante utilizada como

referencia, pues aumenta la diferencia entre la concentración anual observada o estimada del contaminante y el valor de referencia seleccionado. La interpretación que se le de a la mortalidad calculada en cada caso, bien sea prevenible o atribuible, depende del enfoque asignado a la concentración de comparación.

Comenzaremos exponiendo y describiendo los gráficos de los resultados referentes a la PM₁₀ y PM_{2,5} y a continuación los correspondientes al ozono. En el anexo III se muestran los resultados tabulados para cada año del periodo de estudio. Los símbolos [] indican concentración del contaminante. De igual forma, en el anexo I se puede observar la curva con la evolución de las concentraciones anuales monitorizadas por la RCCAVA o bien estimadas (caso de la PM_{2,5}), que indica una tendencia descendente para los dos tipos de materia particulada y ascendente para el O₃. También en el anexo I se exponen las curvas de mortalidad para cada causa de muerte y grupo de población evaluado.

IV.1.PM₁₀: mortalidad relacionada con exposición a corto plazo

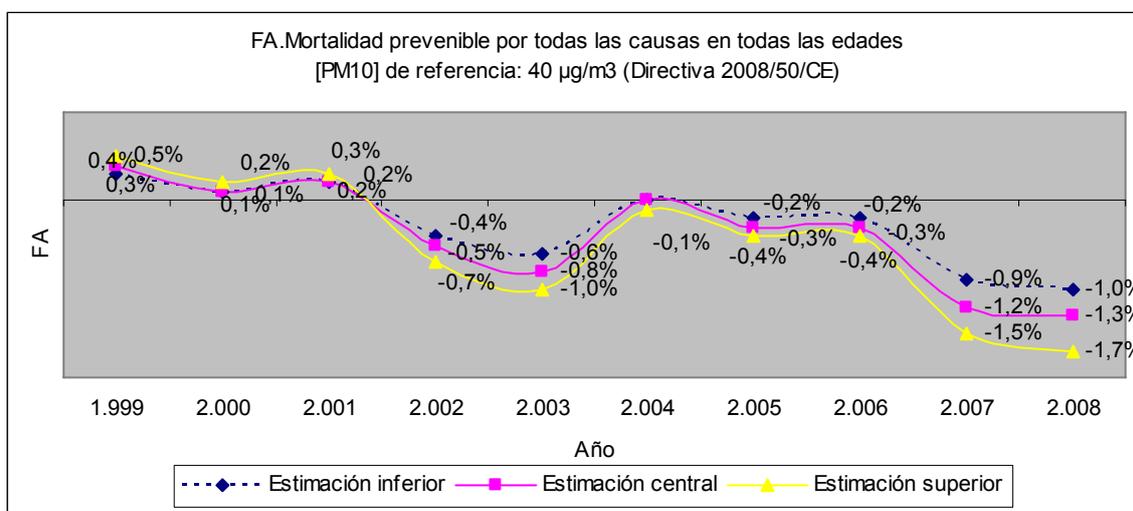
IV.1.1 Mortalidad por todas las causas (salvo causas externas) en todas las edades

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 40 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 40 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Indicador: FA de la mortalidad prevenible por todas las causas (salvo las externas) en todas las edades.

Gráfico 1



Descripción: estimación del impacto o contribución de la exposición a la PM₁₀ a la mortalidad anual por todas las causas (salvo las externas) en todas las edades mediante la proporción de

dicha mortalidad que podría disminuirse si la exposición al factor de riesgo se redujera a la de un escenario de exposición ideal alternativo y factible.

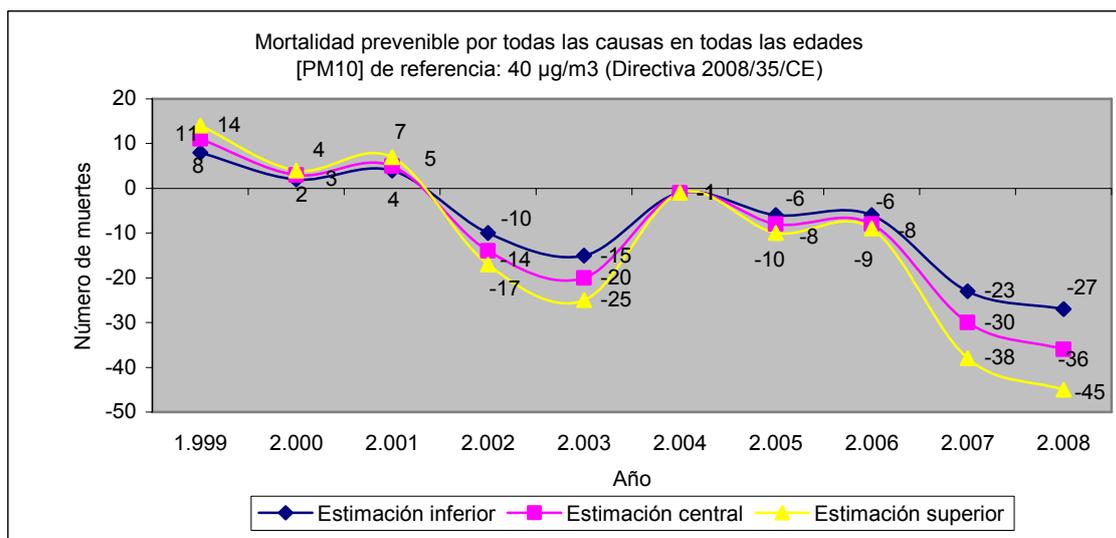
Magnitud: las estimaciones de los tres primeros años del periodo alcanzan valores mínimamente positivos. El resto de años las estimaciones son nulas o negativas, pues las concentraciones observadas están por debajo del nivel de referencia asumido, y deberían considerarse nulas.

Evolución: las estimaciones positivas dibujan una pauta anual de cambios similar a la que muestra la curva de concentraciones observadas de PM₁₀. La tendencia de las estimaciones positivas es descendente.

Interpretación: posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición a la PM₁₀ durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por PM₁₀ a 40 µg/m³, entre 1999 y 2001 se habría podido prevenir una mínima proporción de la mortalidad anual por todas las causas (excepto las externas) en todas las edades en la ciudad de Valladolid mientras que a partir del año 2002 probablemente no se hubiera podido prevenir ninguna proporción de esta causa de mortalidad.

Indicador: mortalidad prevenible por todas las causas (salvo las externas) en todas las edades.

Gráfico 2



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales por todas las causas, excepto las externas, en todas las edades en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles observados de PM₁₀ con una concentración objetivo o “diana” superior a la concentración natural de fondo, de la carga de enfermedad asociada a la exposición a la PM₁₀ y que podría evitarse si se asumiera esa concentración objetivo o “diana”.

Magnitud: los tres primeros años muestran pequeños valores positivos de las estimaciones, mientras que el resto de años son nulas o negativas, que se deberían considerar nulas.

Evolución: la forma de las curvas de las estimaciones positivas sigue el patrón de cambios anuales observado en la curva de las concentraciones monitorizadas de PM₁₀. La tendencia de las estimaciones positivas es decreciente.

Interpretación: posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por PM₁₀ a 40 µg/m³, entre 1999 y 2001 se habría podido evitar un pequeño número de fallecimientos anuales por todas las causas (excepto las externas) en todas las edades en la ciudad de Valladolid, mientras que a partir del año 2002 esta reducción de mortalidad probablemente no habría sido posible.

Indicador: mortalidad prevenible según el sexo por todas las causas (salvo las externas) en todas las edades.

Gráfico 3

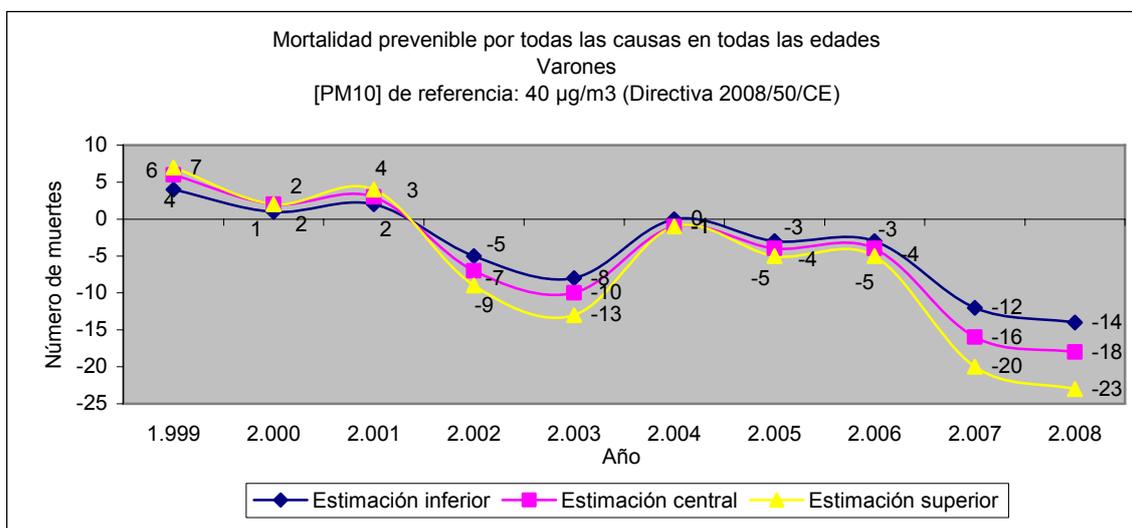
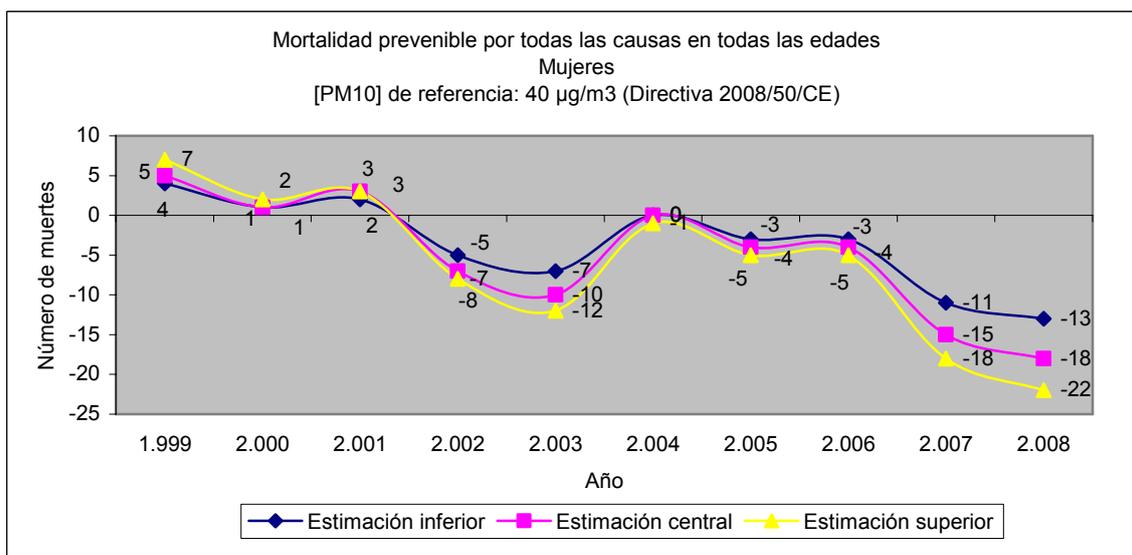


Gráfico 4



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales según el sexo por todas las causas, excepto las externas, en todas las edades en la ciudad de Valladolid durante el

periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles observados de PM₁₀ con una concentración objetivo o “diana” superior a la concentración natural de fondo, de la carga de enfermedad asociada a la exposición a la PM₁₀ y que podría evitarse si se asumiera esa concentración objetivo o “diana”.

Magnitud: en ambos sexos, las estimaciones en los tres primeros años muestran pequeños valores positivos, mientras que el resto de años son nulas o negativas, que han de considerarse nulas. La magnitud de las estimaciones positivas es mínimamente mayor en los varones frente a las mujeres.

Evolución: la forma de las curvas de las estimaciones positivas en ambos sexos sigue el patrón anual de cambios observado en la curva de las concentraciones monitorizadas de PM₁₀. La tendencia de las estimaciones positivas es descendente.

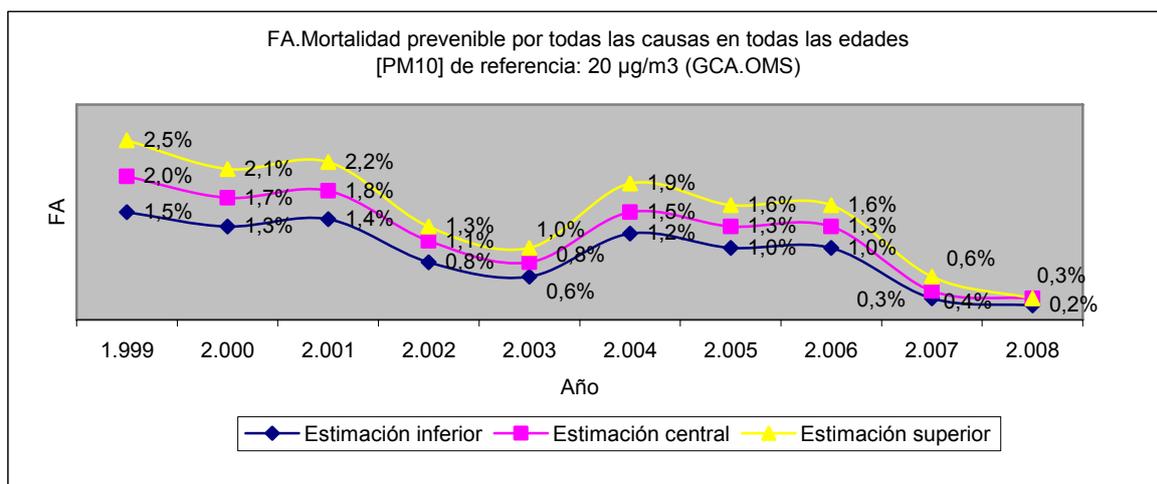
Interpretación: posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por PM₁₀ a 40 µg/m³, entre 1999 y 2001 se habría podido evitar un pequeño número de fallecimientos anuales en ambos sexos por todas las causas (excepto las externas) en todas las edades en la ciudad de Valladolid, mientras que a partir del año 2002 esta reducción de mortalidad probablemente no habría sido posible.

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 20 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 20 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Indicador: FA de la mortalidad prevenible por todas las causas (salvo las externas) en todas las edades.

Gráfico 5



Descripción: estimación del impacto o contribución de la exposición a la PM₁₀ a la mortalidad anual por todas las causas (salvo las externas) en todas las edades mediante la proporción de

dicha mortalidad que podría disminuirse si la exposición al factor de riesgo se redujera a la de un escenario de exposición ideal alternativo y factible.

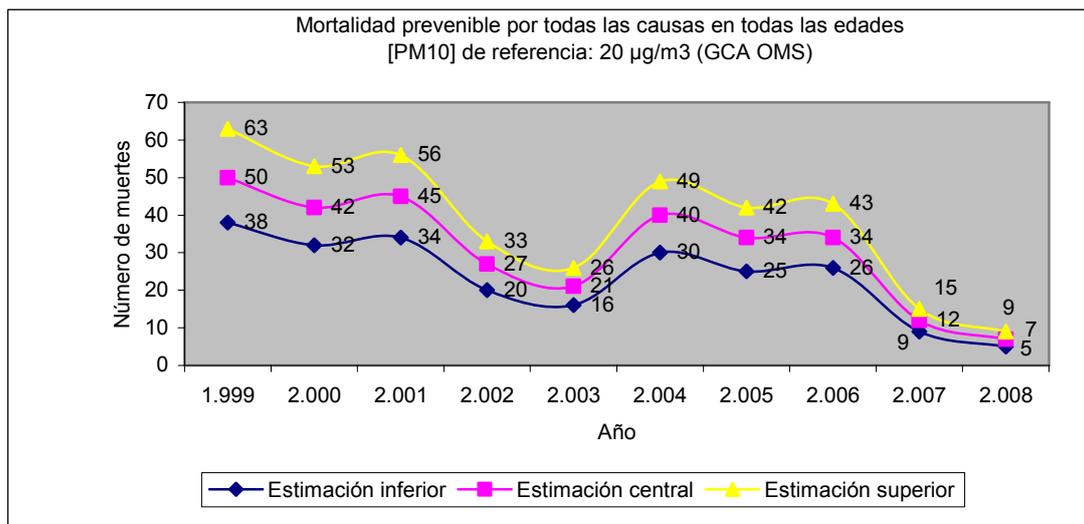
Magnitud: las tres estimaciones muestran valores positivos, de mayor cuantía que en el escenario de exposición anterior, pudiendo alcanzar valores no despreciables. En este escenario todas las concentraciones observadas están por encima del nivel de referencia asumido.

Evolución: las estimaciones siguen el patrón de cambios anuales que señala el gráfico de concentraciones anuales observadas de PM₁₀. La tendencia de las estimaciones es decreciente.

Interpretación: posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición a la PM₁₀ durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por PM₁₀ a 20 µg/m³, se habría podido prevenir una proporción no despreciable de la mortalidad anual por todas las causas (excepto las externas) en todas las edades en la ciudad de Valladolid, mayor que la estimada en el escenario anterior (con un valor de referencia menos riguroso).

Indicador: mortalidad prevenible por todas las causas (salvo las externas) en todas las edades.

Gráfico 6



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales por todas las causas, excepto las externas, en todas las edades en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles observados de PM₁₀ con una concentración objetivo o “diana” superior a la concentración natural de fondo, de la carga de enfermedad asociada a la exposición a la PM₁₀ y que podría evitarse si se asumiera esa concentración objetivo o “diana”.

Magnitud: todas las estimaciones resultan positivas, de un valor no despreciable y superior a las estimaciones proporcionadas por el modelo en el escenario anterior.

Evolución: se sigue el patrón anual de cambios marcado por las concentraciones observadas de PM₁₀. La tendencia de las curvas es decreciente.

Interpretación: posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por PM₁₀ a 20 µg/m³, se habría podido evitar un número no despreciable de fallecimientos anuales por todas las causas (excepto las externas) en todas las edades en la ciudad de Valladolid, superior al estimado en el escenario anterior (con un valor de referencia menos riguroso).

Indicador: mortalidad prevenible según el sexo por todas las causas (salvo las externas) en todas las edades.

Gráfico 7

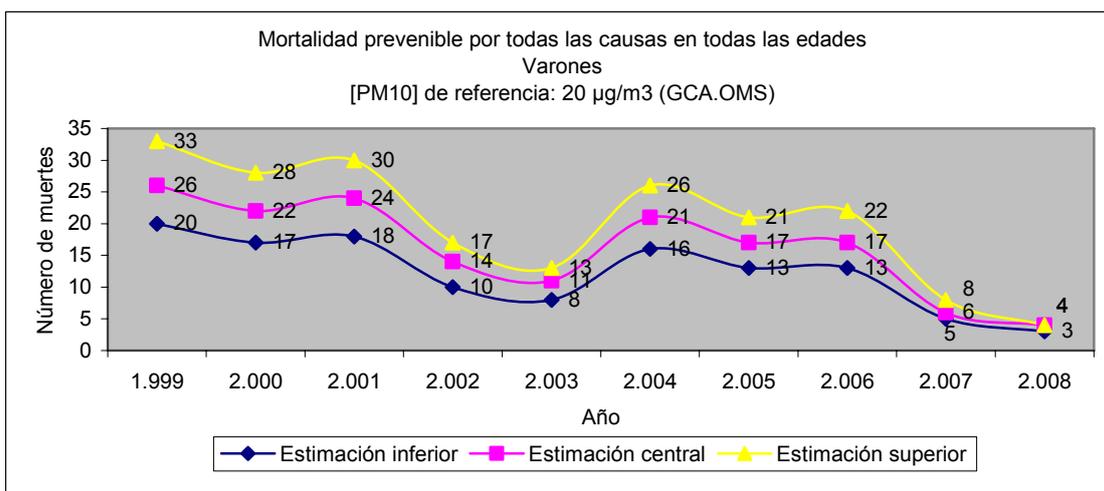
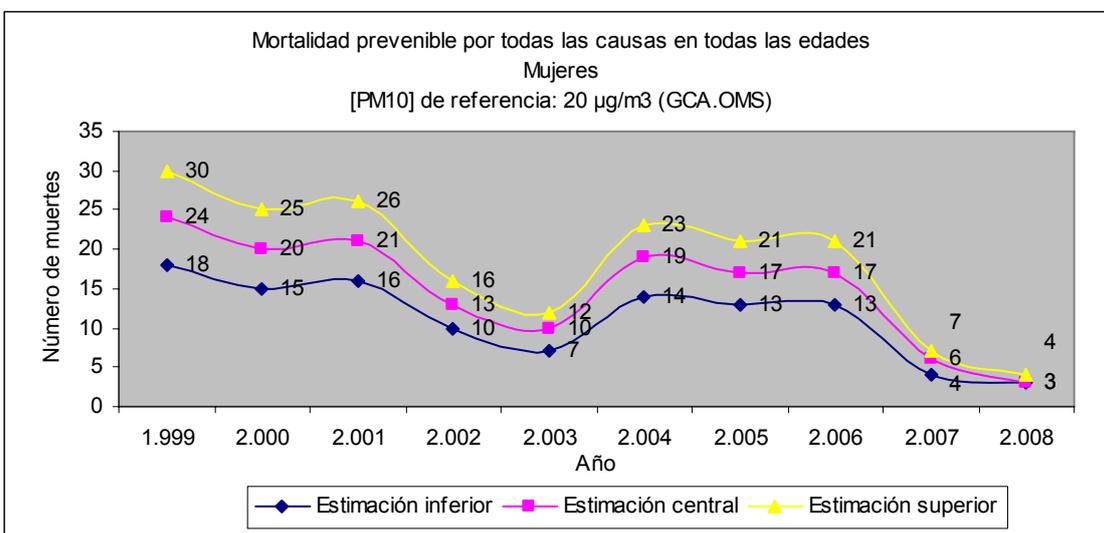


Gráfico 8



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales según el sexo por todas las causas, excepto las externas, en todas las edades en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles observados de PM₁₀ con una concentración objetivo o “diana” superior a la concentración natural de fondo, de la carga de enfermedad asociada a la exposición a la PM₁₀ y que podría evitarse si se asumiera esa concentración objetivo o “diana”.

Magnitud: se obtienen unos valores positivos, no despreciables y mayores que los del escenario de exposición previo. Igualmente las cifras estimadas son ligeramente superiores en varones respecto a las de las mujeres.

Evolución: en ambos sexos se sigue el patrón anual de cambios observado en la curva de las concentraciones monitorizadas de PM₁₀. La tendencia de las curvas va en descenso.

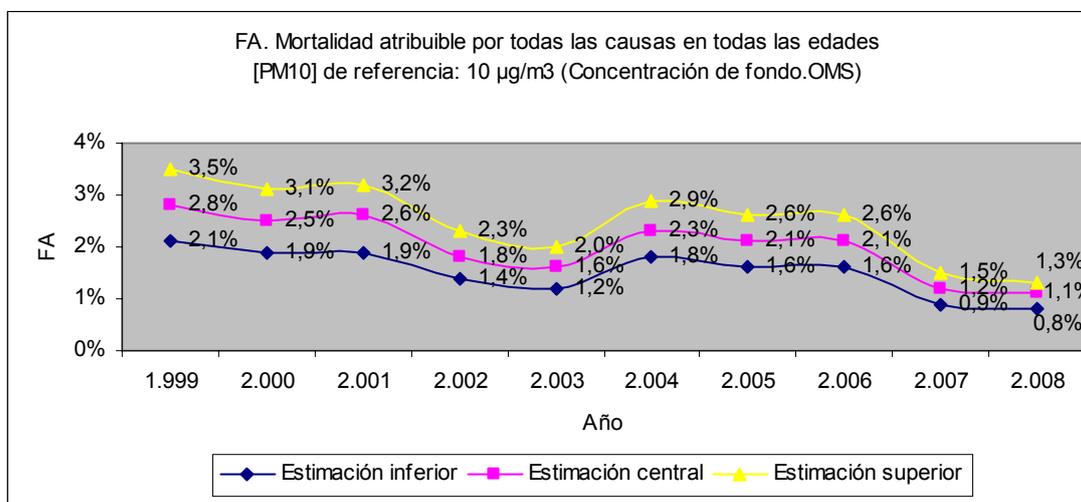
Interpretación: posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por PM₁₀ a 20 µg/m³, se habría podido evitar un número no despreciable de fallecimientos anuales en ambos sexos por todas las causas (excepto las externas) en todas las edades en la ciudad de Valladolid, superior al estimado en el escenario anterior (con un valor de referencia menos riguroso).

Mortalidad atribuible para una [PM₁₀] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 10 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Indicador: FA de la mortalidad atribuible por todas las causas (salvo las externas) en todas las edades.

Gráfico 9



Descripción: estimación del impacto o contribución de la exposición observada a la PM₁₀ a la mortalidad anual por todas las causas (salvo las externas) en todas las edades mediante la proporción de dicha mortalidad que podría atribuirse a la exposición observada a la PM₁₀ respecto a un determinado valor natural de “fondo” asumido.

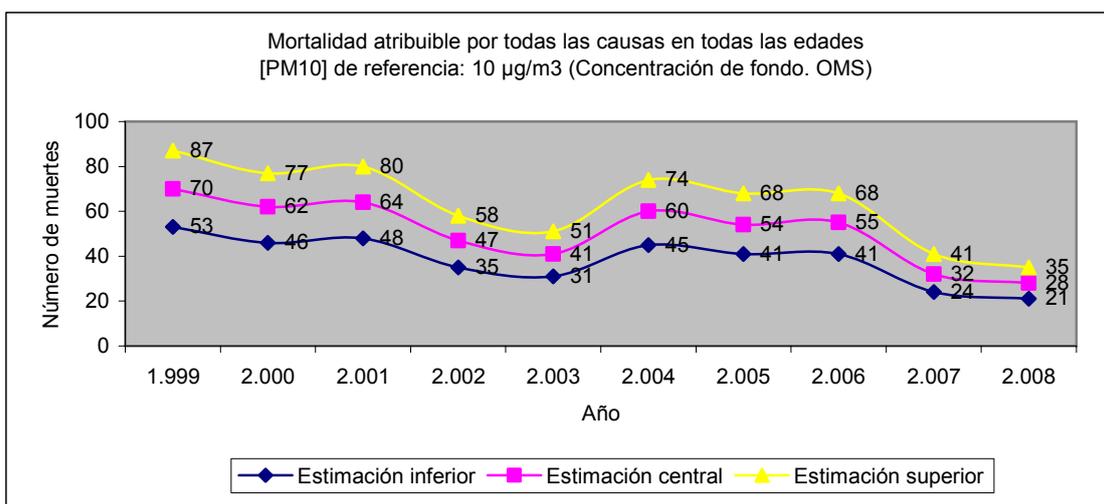
Magnitud: los porcentajes obtenidos, todos positivos, no pueden considerarse despreciables.

Evolución: pauta similar al patrón anual de cambios señalado por la curva de las concentraciones observadas de PM₁₀. Las tres estimaciones muestran una tendencia descendente.

Interpretación: posiblemente, si se considerase este escenario con un valor natural de “fondo” de exposición a la PM₁₀ de 10 µg/m³ durante el periodo de estudio, se podrían haber atribuido al nivel de exposición anual observado a la PM₁₀ una proporción no despreciable de la mortalidad anual por todas las causas (excepto las externas) en todas las edades en la ciudad de Valladolid.

Indicador: mortalidad atribuible por todas las causas (salvo las externas) en todas las edades.

Gráfico 10



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales por todas las causas, excepto las externas, en todas las edades en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles observados de PM₁₀ con una determinada concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad que podría atribuirse al nivel de contaminación observado de PM₁₀ respecto a ese valor natural de “fondo” asumido.

Magnitud: todas las estimaciones obtenidas son positivas y de una cuantía no despreciable.

Evolución: se sigue el patrón anual de cambios que presentan las concentraciones observadas de PM₁₀. La tendencia de las curvas es descendente.

Interpretación: posiblemente, si se considerase el escenario con un valor natural de “fondo” de exposición a la PM₁₀ de 10 µg/m³ durante el periodo de estudio, se podrían haber atribuido al nivel de exposición anual observado a la PM₁₀ un número no despreciable de fallecimientos anuales por todas las causas (excepto las externas) en todas las edades en la ciudad de Valladolid.

Indicador: mortalidad atribuible según el sexo por todas las causas (salvo las externas) en todas las edades.

Gráfico 11

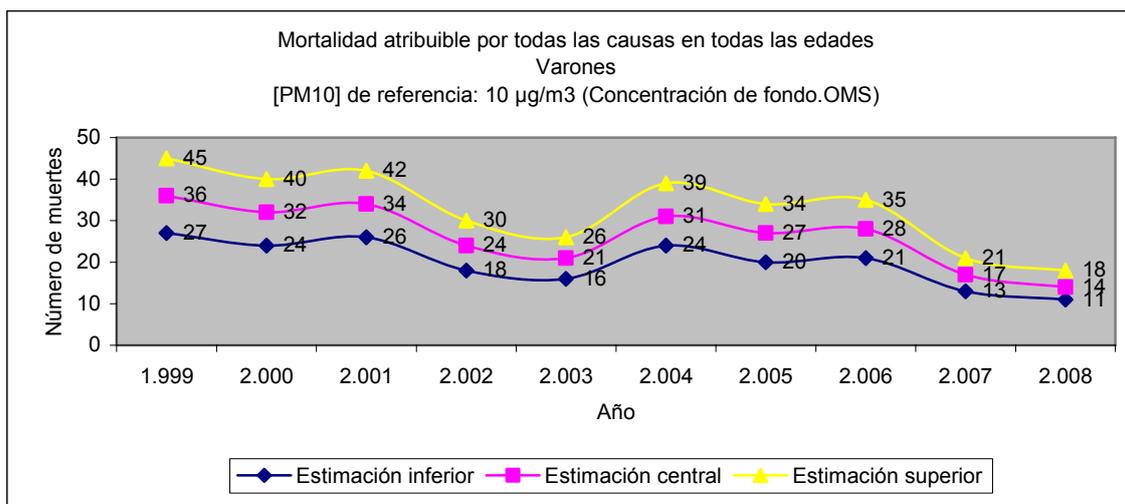
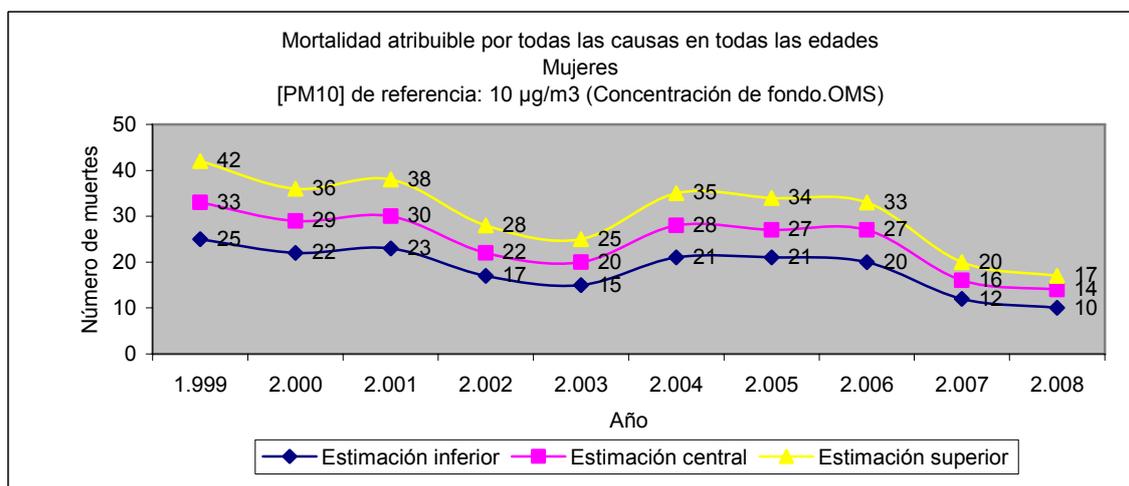


Gráfico 12



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales según el sexo por todas las causas, excepto las externas, en todas las edades en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles observados de PM₁₀ con una determinada concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad que podría atribuirse al nivel de contaminación observado de PM₁₀ respecto a ese valor natural de “fondo” asumido.

Magnitud: los valores obtenidos, todos positivos, no pueden considerarse despreciables. Las cifras obtenidas reflejan la distribución demográfica y de esta causa de muerte por sexos (aproximadamente un 50% en cada caso), siendo algo superiores en varones.

Evolución: las curvas reproducen el esquema anual de cambios observado en la curva de las concentraciones monitorizadas de PM₁₀. La tendencia de las curvas es decreciente.

Interpretación: posiblemente, si se considerase el escenario con un valor natural de “fondo” de exposición a la PM₁₀ de 10 µg/m³ durante el periodo de estudio, se podrían haber atribuido al nivel de exposición anual observado a la PM₁₀ un número no despreciable de fallecimientos

anuales en ambos sexos por todas las causas (excepto las externas) en todas las edades en la ciudad de Valladolid.

IV.1.2. Mortalidad respiratoria y por todas las causas (salvo causas externas) en niños menores de 5 años

La fracción atribuible es la misma para los dos tipos de causas en este tramo de edad pues se utilizan los mismos parámetros de la FCR. En esta población, en el caso de las estimaciones de mortalidad por todas las causas hay que recordar que se podría producir una sobreestimación de la mortalidad, por lo que la OMS recomienda (cuando se puedan aplicar las asunciones del modelo) considerar los resultados como el límite superior de las estimaciones ⁴.

En cuanto al número de fallecimientos que se habrían podido prevenir o bien atribuir, según el escenario de exposición que consideremos, los menores de 5 años presentan unas cifras muy bajas de mortalidad por todas las causas (salvo las externas) y nulas en mortalidad respiratoria (salvo en el año 2003 en que se produjeron 2 muertes), lo que hace que en el último paso del cálculo de las estimaciones de fallecimientos, éstas sean nulas o bien ínfimas, muy cercanas a 0, por lo que en ciertos casos el modelo, al redondear el valor obtenido, ofrece finalmente valores nulos. En aquellos casos con todas sus estimaciones nulas a lo largo del periodo de estudio no se reseñan los gráficos. Igualmente, el modelo proporciona valores negativos que se consideran nulos cuando las concentraciones observadas del contaminante están por debajo del nivel asumido como referencia a priori.

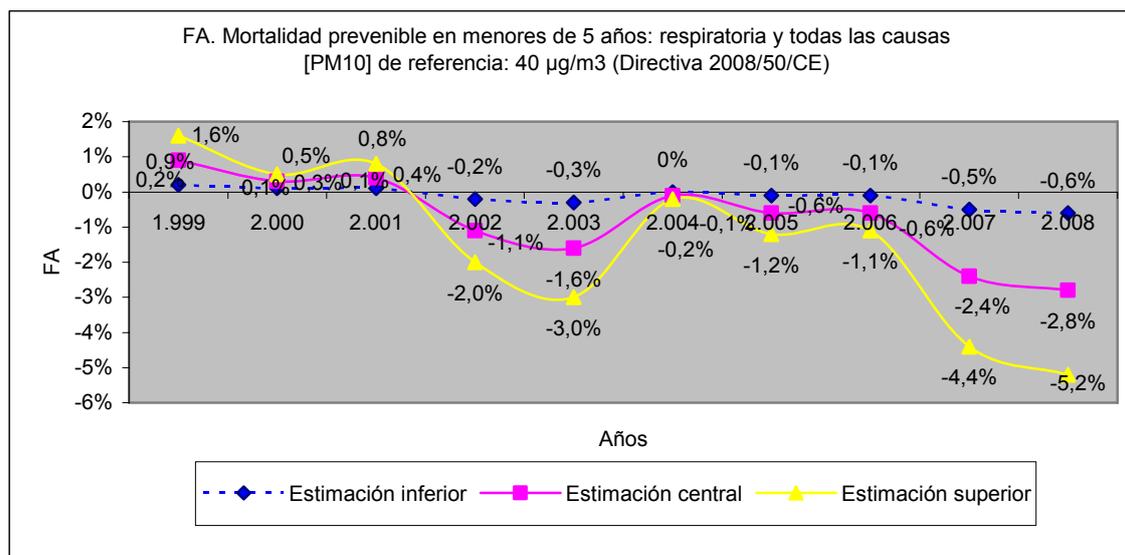
El modelo proporciona estimaciones nulas en la mortalidad prevenible (concentraciones de comparación de 40 y 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) y atribuible (10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ como valor natural de “fondo”) en el caso de la exposición a corto plazo a la PM_{10} para la mortalidad respiratoria. Por tanto en estos casos, posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por PM_{10} a 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ o a 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ no se habrían podido prevenir fallecimientos anuales por causa respiratoria en menores de 5 años en la ciudad de Valladolid. Es posible, asimismo, que si se considerase el escenario con un valor natural de “fondo” de exposición a la PM_{10} de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ durante el periodo de estudio, no se hubieran podido atribuir al nivel de exposición anual observado a la PM_{10} fallecimientos por causa respiratoria en menores de 5 años en la ciudad de Valladolid.

Mortalidad prevenible para una [PM_{10}] de referencia de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Indicador: FA de la mortalidad prevenible respiratoria y por todas las causas (salvo las externas) en menores de 5 años.

Gráfico 13



Descripción: estimación del impacto o contribución de la exposición a la PM₁₀ a la mortalidad anual respiratoria y por todas las causas (salvo las externas) en menores de 5 años mediante la proporción de dichas causas de mortalidad que podría disminuirse si la exposición al factor de riesgo se redujera a la de un escenario de exposición ideal alternativo y factible.

Magnitud: las estimaciones de los tres primeros años del periodo alcanzan valores mínimamente positivos, mayores que los obtenidos para la mortalidad por todas las causas (salvo las externas) en todas las edades. El resto del periodo las estimaciones son nulas o negativas, que deberían considerarse nulas.

Evolución: las estimaciones positivas siguen el patrón anual de cambios mostrado por la curva de las concentraciones observadas de PM₁₀. Los valores positivos dibujan una tendencia descendente, más aplanada en la estimación inferior.

Interpretación: posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición a la PM₁₀ durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por PM₁₀ a 40 µg/m³, entre 1999 y 2001 se habría podido prevenir una mínima proporción de la mortalidad anual respiratoria y por todas las causas (excepto las externas) en menores de 5 años en la ciudad de Valladolid (superior a la estimada para la mortalidad por todas las causas, salvo externas, en todas las edades en un escenario de exposición similar) mientras que a partir del año 2002 probablemente no se hubiera podido prevenir ninguna proporción de estas causas de mortalidad.

Indicador: mortalidad prevenible respiratoria y por todas las causas (salvo las externas) en menores de 5 años.

Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales por enfermedad respiratoria y por todas las causas, excepto las externas, en menores de 5 años en la ciudad de

Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles observados de PM_{10} con una concentración objetivo o “diana” superior a la concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad asociada a la exposición a la PM_{10} y que podría evitarse si se asumiera esa concentración objetivo o “diana”.

Magnitud: el modelo proporciona para las dos causas de mortalidad estimaciones nulas a lo largo de todo el periodo de estudio.

Evolución: no se sigue el patrón anual de cambios señalado por la curva de las concentraciones observadas de PM_{10} .

Interpretación: posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por PM_{10} a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, no se habrían podido prevenir fallecimientos anuales por causa respiratoria y por todas las causas (salvo las externas) en menores de 5 años en la ciudad de Valladolid.

Indicador: mortalidad prevenible respiratoria y por todas las causas (salvo las externas) según el sexo en menores de 5 años.

Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales según el sexo por enfermedad respiratoria y por todas las causas, excepto las externas, en menores de 5 años en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles observados de PM_{10} con una concentración objetivo o “diana” superior a la concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad asociada a la exposición a la PM_{10} y que podría evitarse si se asumiera esa concentración objetivo o “diana”.

Magnitud: el modelo proporciona estimaciones nulas para las dos causas de mortalidad en los dos sexos a lo largo de todo el periodo de estudio.

Evolución: no se sigue el patrón anual de cambios que muestra la curva de las concentraciones observadas de PM_{10} .

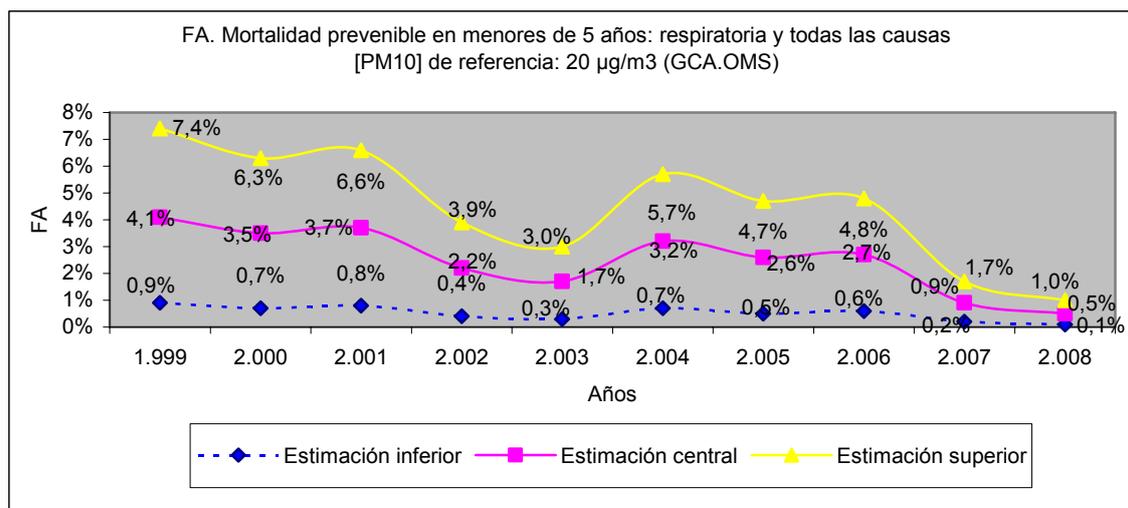
Interpretación: posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por PM_{10} a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, no se habrían podido prevenir fallecimientos anuales en ambos sexos por causa respiratoria y por todas las causas (salvo las externas) en menores de 5 años en la ciudad de Valladolid.

Mortalidad prevenible para una [PM_{10}] de referencia de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Indicador: FA de la mortalidad prevenible respiratoria y por todas las causas (salvo las externas) en menores de 5 años.

Gráfico 14



Descripción: estimación del impacto o contribución de la exposición a la PM₁₀ a la mortalidad anual respiratoria y por todas las causas (salvo las externas) en menores de 5 años mediante la proporción de dichas causas de mortalidad que podría disminuirse si la exposición al factor de riesgo se redujera a la de un escenario de exposición ideal alternativo y factible.

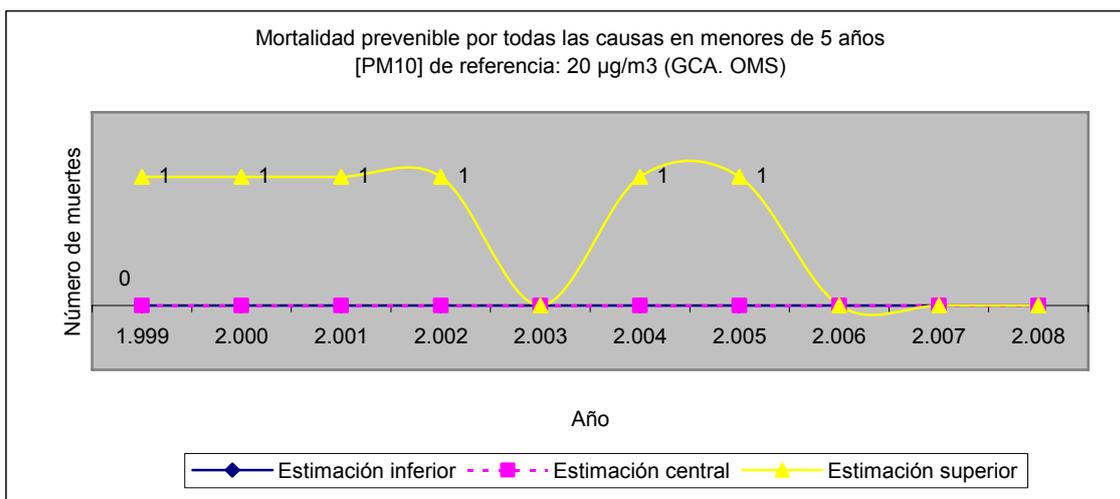
Magnitud: superior a la del escenario anterior, pudiendo alcanzar valores no despreciables, con todas las estimaciones positivas.

Evolución: semejante al patrón anual de cambios que señala el gráfico de concentraciones observadas de PM₁₀. Las curvas muestran una tendencia descendente, más aplanada para la estimación inferior.

Interpretación: posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición a la PM₁₀ durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por PM₁₀ a 20 µg/m³, se habría podido prevenir una proporción no despreciable de la mortalidad anual respiratoria y por todas las causas (excepto las externas) en menores de 5 años en la ciudad de Valladolid, mayor que la estimada en el escenario anterior (con un valor de referencia menos riguroso) y superior a la estimada para la mortalidad por todas las causas (salvo las externas) en todas las edades en un escenario de exposición similar.

Indicador: mortalidad prevenible respiratoria y por todas las causas (salvo las externas) en menores de 5 años.

Gráfico 15



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales por enfermedad respiratoria y por todas las causas, excepto las externas, en menores de 5 años en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles observados de PM_{10} con una concentración objetivo o “diana” superior a la concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad asociada a la exposición a la PM_{10} y que podría evitarse si se asumiera esa concentración objetivo o “diana”.

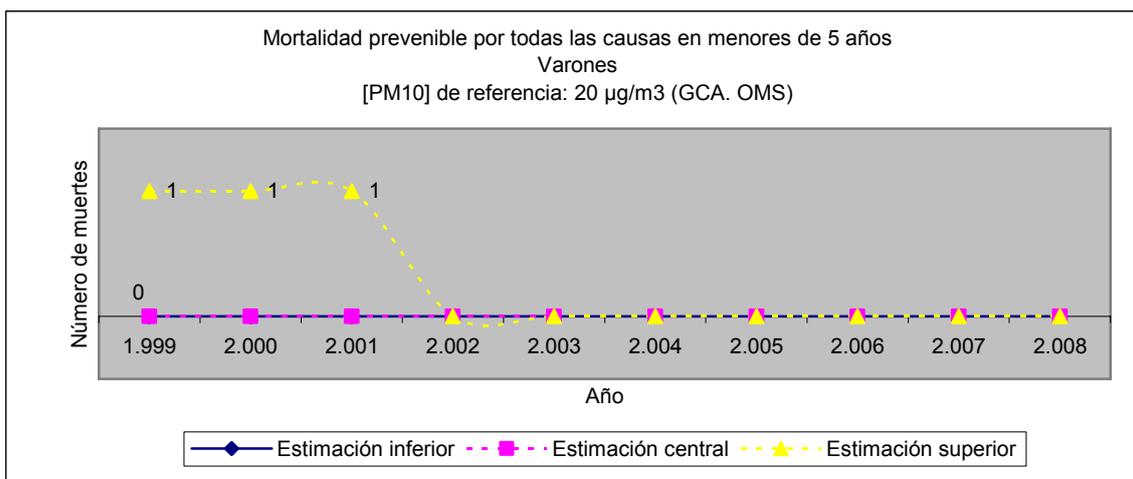
Magnitud: el modelo proporciona estimaciones nulas a lo largo de todo el periodo de estudio para la mortalidad respiratoria en menores de 5 años. En la mortalidad por todas las causas (salvo las externas) la estimación superior para los años 1999, 2000, 2001, 2002, 2004 y 2005 presenta valores mínimamente positivos, siendo nulos en las otras dos curvas para todo el periodo. Como se ha indicado, el redondeo en los cálculos podría afectar a la magnitud de las estimaciones.

Evolución: no se sigue el patrón anual de cambios señalado por la curva de las concentraciones observadas de PM_{10} .

Interpretación: posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por PM_{10} a $20 \mu g/m^3$, no se habrían podido prevenir fallecimientos anuales por causa respiratoria en menores de 5 años en la ciudad de Valladolid. Únicamente podría haber sido posible prevenir como máximo un ínfimo número de fallecimientos anuales por todas las causas (salvo las externas) en menores de 5 años en los años 1999, 2000, 2001, 2002, 2004 y 2005, aunque como indican las estimaciones central e inferior lo más probable es que no se hubiera podido prevenir ningún caso de esta mortalidad durante todo el periodo. La curva de mortalidad por todas las causas (salvo las externas) en menores de 5 años dibuja en los años 2003 y 2006 dos “valles” en los que disminuye su magnitud, circunstancia que podría influir en las estimaciones obtenidas.

Indicador: mortalidad prevenible respiratoria y por todas las causas (salvo las externas) según el sexo en menores de 5 años.

Gráfico 16



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales según el sexo por enfermedad respiratoria y por todas las causas, excepto las externas, en menores de 5 años en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles observados de PM_{10} con una concentración objetivo o “diana” superior a la concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad asociada a la exposición a la PM_{10} y que podría evitarse si se asumiera esa concentración objetivo o “diana”.

Magnitud: el modelo proporciona estimaciones nulas a lo largo de todo el periodo de estudio para la mortalidad respiratoria en los dos sexos en menores de 5 años. Para la población femenina en la mortalidad por todas las causas (salvo las externas) todas las estimaciones del modelo resultaron nulas durante el periodo de análisis. En varones, la estimación superior para los años 1999, 2000 y 2001 en la mortalidad por todas las causas (salvo las externas) indica un mínimo valor positivo, siendo nulas las estimaciones el resto del periodo. La estimación central y la inferior muestran valores nulos durante todo el periodo. El redondeo de los cálculos podría afectar a la magnitud de las estimaciones.

Evolución: no se sigue el patrón anual de cambios que muestra la curva con las concentraciones observadas de PM_{10} .

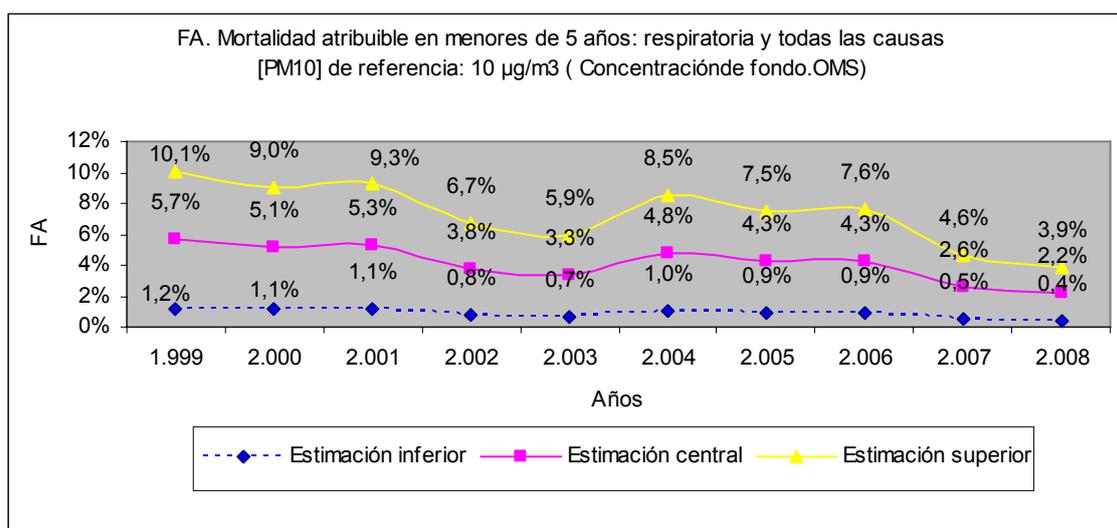
Interpretación: posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por PM_{10} a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, no se habrían podido prevenir fallecimientos anuales en ambos sexos por causa respiratoria en menores de 5 años en la ciudad de Valladolid, así como tampoco en mujeres por todas las causas (salvo las externas). Únicamente podría haber sido posible prevenir como máximo un número mínimo de fallecimientos anuales en varones por todas las causas (salvo las externas) menores de 5 años en los años 1999, 2000 y 2001 aunque como indican las estimaciones central e inferior lo más probable es que no se hubiera podido prevenir ningún caso de esta mortalidad durante todo el periodo.

Mortalidad atribuible para una $[PM_{10}]$ de referencia de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Indicador: FA de la mortalidad atribuible respiratoria y por todas las causas (salvo las externas) en menores de 5 años.

Gráfico 17



Descripción: estimación del impacto o contribución de la exposición observada a la PM_{10} a la mortalidad anual respiratoria y por todas las causas (salvo las externas) en menores de 5 años mediante la proporción de dichas causas de mortalidad que podría atribuirse a la exposición observada a la PM_{10} respecto a un determinado valor natural de “fondo” asumido.

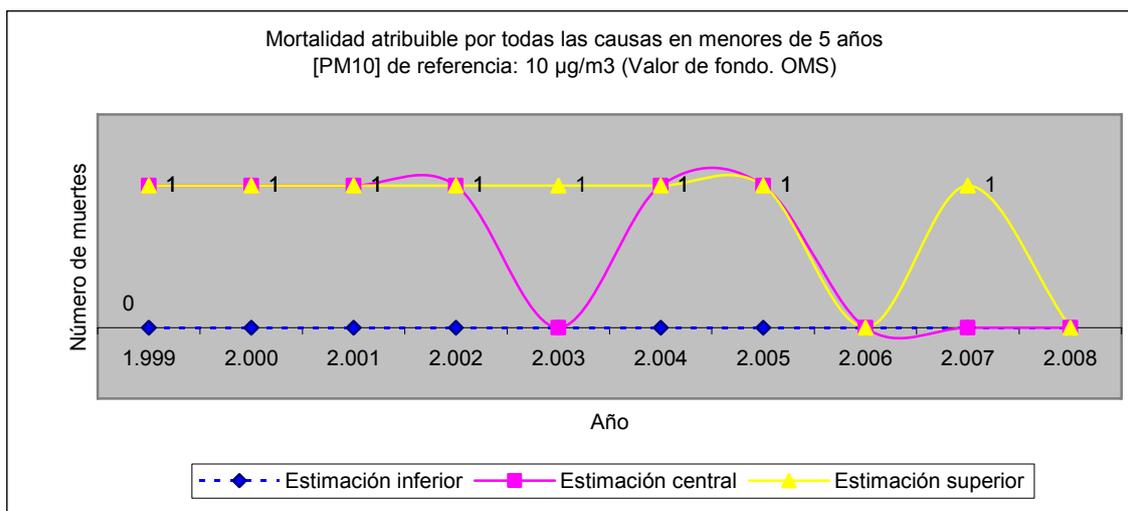
Magnitud: los porcentajes obtenidos, todos positivos, no pueden considerarse desdeñables.

Evolución: las estimaciones muestran un patrón similar a la pauta anual de cambios observada en la curva de concentraciones monitorizadas de PM_{10} . La tendencia que señalan las curvas es descendente, más aplanada en la estimación inferior. Los porcentajes para la mortalidad por todas las causas (salvo las externas) son superiores en este grupo de edad a los estimados para la misma mortalidad en todas las edades, excepto en la estimación inferior.

Interpretación: posiblemente, si se considerase este escenario con un valor natural de “fondo” de exposición a la PM_{10} de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ durante el periodo de estudio, se podrían haber atribuido al nivel de exposición anual observado a la PM_{10} una proporción no despreciable de la mortalidad anual respiratoria y por todas las causas (excepto las externas) en menores de 5 años en la ciudad de Valladolid, que para la mortalidad por todas las causas (salvo las externas) podría haber sido mayor que el resultado obtenido para el grupo de todas las edades anteriormente evaluado.

Indicador: mortalidad atribuible respiratoria y por todas las causas (salvo las externas) en menores de 5 años.

Gráfico 18



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales por enfermedad respiratoria y por todas las causas, excepto las externas, en menores de 5 años en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles observados de PM_{10} con una determinada concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad que podría atribuirse al nivel de contaminación observado de PM_{10} respecto a ese valor natural de “fondo” asumido.

Magnitud: se obtienen valores nulos en todas las estimaciones para la mortalidad respiratoria. Para la mortalidad por todas las causas (salvo las externas) la estimación inferior es nula, mientras que para la estimación central el modelo considera una muerte anual en los años 1999, 2000, 2001, 2002, 2004 y 2005, en tanto que en la estimación superior el modelo ha calculado un fallecimiento anual para todos los años de la serie excepto 2006 y 2008 en que las estimaciones son nulas.

Evolución: no se mantiene el patrón anual de cambios señalado por las concentraciones observadas de PM_{10} .

Interpretación: posiblemente, si se considerase el escenario con un valor natural de “fondo” de exposición a la PM_{10} de $10 \mu g/m^3$ durante el periodo de estudio, no se podrían haber atribuido al nivel de exposición anual observado a la PM_{10} fallecimientos anuales por enfermedad respiratoria ni por todas las causas en menores de 5 años en la ciudad de Valladolid, aunque también habría sido posible atribuir al nivel de exposición anual observado a la PM_{10} como máximo un fallecimiento anual por todas las causas en este grupo de edad durante el periodo de estudio (excepto los años 2006 y 2008).

Indicador: mortalidad atribuible respiratoria y por todas las causas (salvo las externas) según el sexo en menores de 5 años.

Gráfico 19

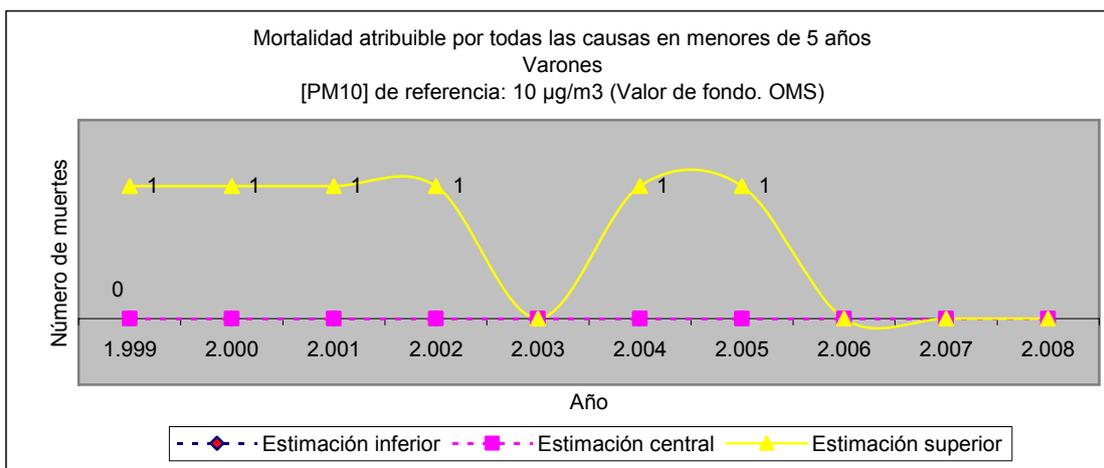
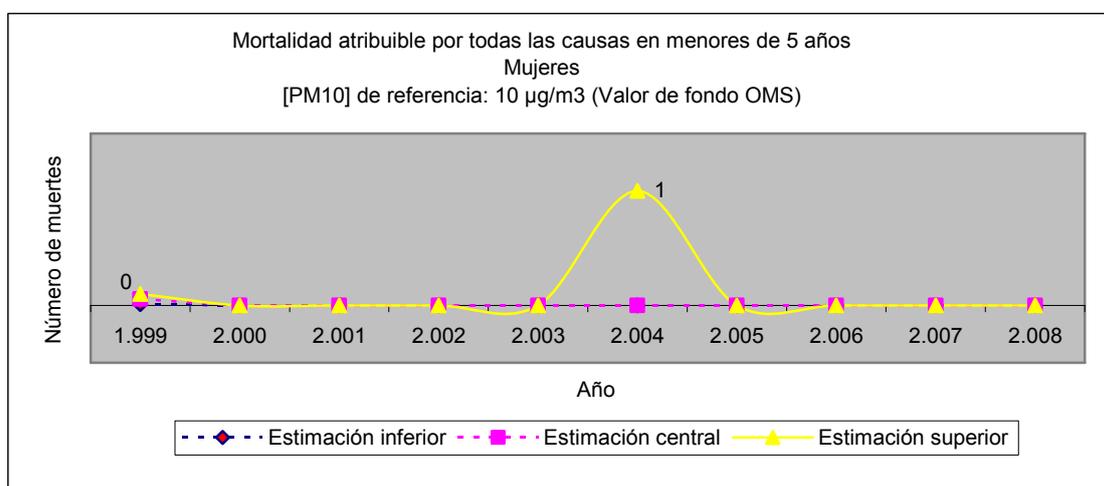


Gráfico 20



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales según el sexo por enfermedad respiratoria y por todas las causas, excepto las externas, en menores de 5 años en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles observados de PM₁₀ con una determinada concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad que podría atribuirse al nivel de contaminación observado de PM₁₀ respecto a ese valor natural de “fondo” asumido.

Magnitud: los valores obtenidos son nulos en ambos sexos en la mortalidad respiratoria. En el caso de la mortalidad por todas las causas, en varones la estimación superior muestra mínimos valores positivos en todos los años salvo 2003 y de 2006 a 2008. La estimación central y la inferior presentan valores nulos todo el periodo. En mujeres todas las estimaciones son nulas excepto la estimación superior del año 2004, con un valor positivo mínimo.

Evolución: no se mantiene el patrón anual de cambios observado en la curva de las concentraciones monitorizadas de PM₁₀.

Interpretación: posiblemente, si se considerase el escenario con un valor natural de “fondo” de exposición a la PM₁₀ de 10 µg/m³ durante el periodo de estudio, no se podrían haber atribuido al nivel de exposición anual observado a la PM₁₀ fallecimientos anuales en ambos sexos por enfermedad respiratoria ni por todas las causas (excepto las externas) en menores de 5 años en la ciudad de Valladolid, aunque para la mortalidad por todas las causas en varones se podría haber podido atribuir un fallecimiento anual en todos los años del periodo salvo 2003 y de 2006 a 2008 y en mujeres se podría haber atribuido un fallecimiento anual en el año 2004.

IV.2. PM_{2,5}: mortalidad relacionada con exposición a largo plazo

IV.2.1. Mortalidad cardiopulmonar en adultos mayores de 30 años

En este apartado se van a diferenciar los resultados estimados según las dos opciones propuestas por la OMS respecto a la forma de la FCR: la asunción de una relación log-lineal o bien lineal de la mortalidad cardiopulmonar con la concentración del contaminante, recomendando la OMS una relación log-lineal aunque señala a su vez la utilidad de emplear una relación lineal alternativa para comparar los resultados entre ambas ⁴. Asimismo, entre los diferentes escenarios de exposición frente a los que compararemos los niveles de PM_{2,5} para estimar la mortalidad prevenible se encuentran como ya se ha mencionado los valores recogidos en la legislación europea actual sobre calidad del aire y los valores límite que recomienda la OMS. Igualmente se tomarán como referencia diferentes niveles de concentración de “fondo” que la OMS recomienda considerar para estimar la mortalidad atribuible.

Las cifras observadas en la población de mortalidad cardiopulmonar en mayores de 30 años son mayores en varones que en mujeres, lo que influirá en la magnitud de las estimaciones de mortalidad que nos proporcione finalmente el modelo. La evolución anual de la concentración estimada de PM_{2,5} tiende a disminuir a lo largo del periodo de estudio.

Como ya se ha explicado, el modelo puede proporcionar valores positivos, negativos o nulos, dependiendo de los parámetros que hemos introducido en las diferentes funciones de cálculo que llevan finalmente a las estimaciones de mortalidad prevenible o atribuible, de manera que al estimarse valores nulos es posible que no se hubieran podido evitar o atribuir fallecimientos anuales por las diferentes causas de muerte evaluadas respecto al escenario de exposición al contaminante.

La magnitud de las estimaciones de FA y mortalidad (prevenible o atribuible) que se observan es distinta según se considere un modelo log-lineal o lineal. Para la mortalidad prevenible, al comparar con la concentración de 25 µg/m³ son menores las estimaciones que ofrece el modelo log-lineal frente al lineal en todos los años analizados. Con la referencia de 10 µg/m³ que

recomienda la OMS las estimaciones del modelo log-lineal son mayores que las del lineal en los años 2002, 2003, 2007 y 2008.

En el caso de la mortalidad atribuible, con la concentración de referencia de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, el modelo log-lineal presenta estimaciones superiores a las del lineal a partir del año 2002. Para los valores de comparación de 5 y $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, el modelo log-lineal ofrece unas estimaciones mayores que el modelo lineal en todos los años del periodo. Las estimaciones superior y central suelen presentar una forma más marcada que la estimación inferior cuyo perfil parece más suave que los de las otras dos, con una menor variación de las estimaciones en este caso.

La evolución de las estimaciones de la FA y de la mortalidad permite apreciar una ligera tendencia descendente, que se corresponde con la tendencia de la evolución anual de las concentraciones de estimadas para la $\text{PM}_{2,5}$. En general, la forma de las curvas de las estimaciones superior y central es más marcada y cercana al patrón que perfila la curva de concentraciones anuales estimadas de $\text{PM}_{2,5}$, mientras que la curva de la estimación inferior tiende a ser más aplanada.

Los gráficos que dibujan la evolución de la FA para la mortalidad cardiopulmonar en los diferentes escenarios de exposición que se analizan siguen año a año la forma de la curva de las concentraciones medias anuales estimadas de $\text{PM}_{2,5}$. Como era de esperar, la magnitud de la FA es mayor conforme aumenta la diferencia entre la concentración anual estimada de $\text{PM}_{2,5}$ y el valor de referencia de cada escenario.

Sin embargo, se puede observar que en ciertos casos según el escenario de exposición, el modelo de relación (log-lineal o lineal) y el grupo de población (general y según el sexo) la forma de las curvas de las estimaciones de mortalidad en los años 2000 y 2005 no sigue el patrón anual de cambios que muestra la evolución de las concentraciones anuales estimadas de $\text{PM}_{2,5}$, años estos dos en los que la concentración anual estimada de $\text{PM}_{2,5}$ disminuye respecto al año precedente mientras que la estimación de mortalidad que obtenemos en lugar de disminuir se incrementa respecto al año anterior. Se puede apreciar que el modelo log-lineal es más sensible a esta variación, especialmente al diferenciar la población por sexos, diluyéndose esta desviación del patrón en la población general.

Podemos preguntarnos que variable de las introducidas en las funciones de cálculo provoca esta variación del patrón de las curvas de las estimaciones en unos escenarios de exposición y años concretos y no en otros. Asimismo nos podemos plantear si podría influir en esta desviación del patrón la magnitud de la diferencia interanual entre las concentraciones del contaminante. Igualmente podemos cuestionarnos si la mortalidad cardiopulmonar observada en la población puede empujar al modelo a mostrar esta desviación del patrón. Cabe preguntarse también si se presentaría esta variación de contar con mediciones directas de $\text{PM}_{2,5}$ y no de estimaciones

derivadas a partir de las mediciones de PM_{10} . De igual forma, el redondeo de las estimaciones de mortalidad podría intervenir en la aparición de estas desviaciones respecto del patrón de cambios de las concentraciones anuales estimadas de $PM_{2,5}$.

Según se observa en los gráficos que figuran en el anexo, en la población general aumenta la mortalidad cardiopulmonar observada en los años 2000 y 2005 respecto a los años 1999 y 2004. En varones aumenta en el 2000 respecto a 1999 y disminuye en 2005 respecto a 2004. En la población femenina disminuye en 2000 respecto a 1999 y aumenta en 2005 respecto a 2004. La tendencia general de la mortalidad cardiopulmonar en mayores de 30 años en todos los subgrupos de población examinados es ligeramente ascendente a lo largo de todo el periodo de tiempo analizado. Por otra parte se observa que el descenso de la concentración anual del contaminante respecto al año precedente es menor en 2000 y 2005 que en 2002 y 2007.

No se advierte esta variación en la curva de estimaciones de la FA, cuyo valor no depende de la mortalidad observada en la población. Si observamos la distribución de la mortalidad cardiopulmonar en 2000 y 2005 podemos apreciar entonces que en el año 2000 para los varones y en el 2005 para las mujeres se percibe un pico de mortalidad cardiopulmonar, lo que podría impulsar al modelo a presentar esta desviación del patrón. Por otro lado la proporción de la mortalidad por todas las causas (salvo las externas) que supone la mortalidad cardiopulmonar en mayores de 30 años no parece variar considerablemente a lo largo del periodo de estudio.

En el año 2003, en el que Europa occidental sufrió una ola de calor extremo que en nuestro país supuso un exceso de mortalidad exclusivamente en mayores de 65 años ¹³³, nuestro modelo no refleja ninguna variación del patrón de evolución de las estimaciones de mortalidad respecto de la concentración anual del contaminante. En 2003 la concentración de $PM_{2,5}$ descendió respecto a 2002. La mortalidad cardiopulmonar en mayores de 30 años en población general fue mayor que en los años 2002 y 2004, especialmente a expensas de la mortalidad cardiopulmonar en la población femenina.

El aplanamiento de las curvas de las estimaciones que se observa en algunos casos, especialmente para la estimación inferior, podría deberse a la escala de representación (una menor escala podría acentuar los cambios anuales de las estimaciones), a la magnitud de la variabilidad anual de las estimaciones o bien al tipo de modelo asumido a priori (log-lineal o lineal).

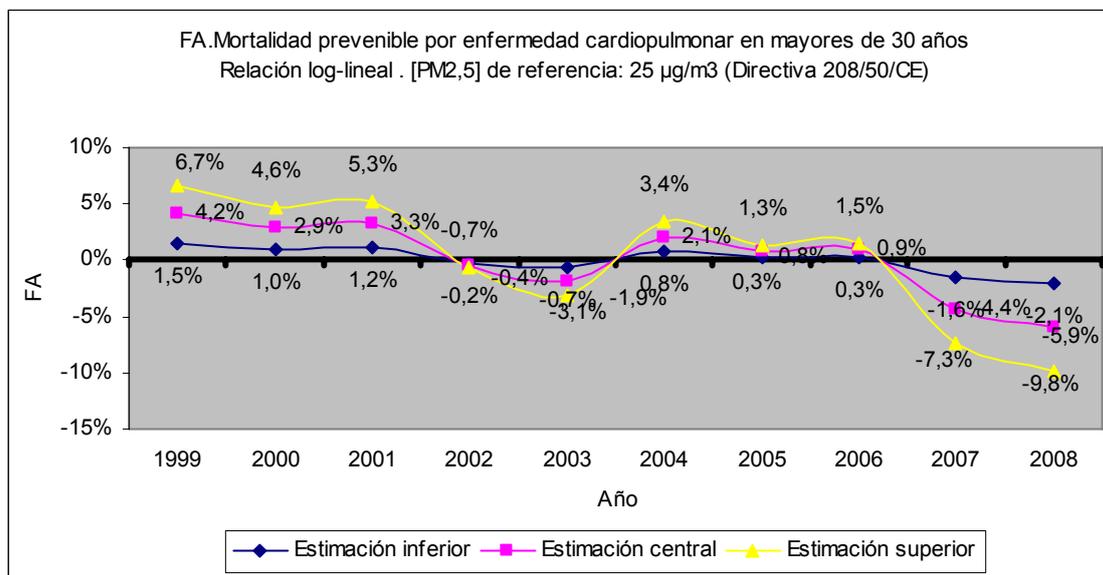
A continuación se presentan los gráficos con las estimaciones obtenidas según los distintos escenarios de exposición con que comparamos las concentraciones anuales estimadas de $PM_{2,5}$ ante las que suponemos ha estado expuesta la población de la ciudad de Valladolid.

Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 25 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 25 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Indicador: FA de la mortalidad prevenible por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años (modelo log-lineal).

Gráfico 21



Descripción: estimación del impacto o contribución de la exposición a la PM_{2,5} a la mortalidad anual por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años mediante la proporción de dicha mortalidad que podría disminuirse si la exposición al factor de riesgo se redujera a la de un escenario de exposición ideal alternativo y factible.

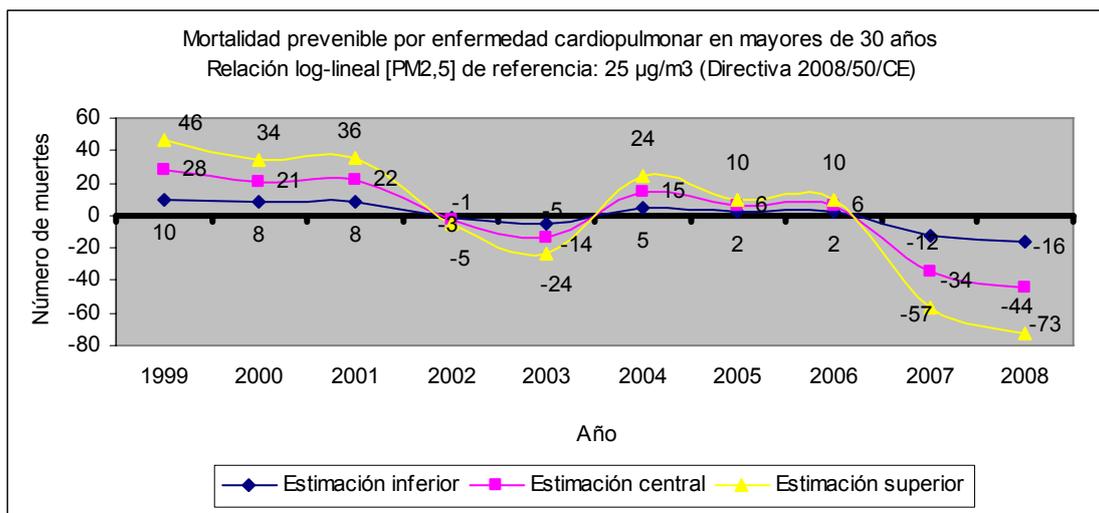
Magnitud: las estimaciones son positivas entre 1999 y 2001 así como entre 2004 y 2006, pudiendo alcanzar la estimación superior unos valores no desdeñables. El resto de años son negativas, que deberían considerarse nulas.

Evolución: en las estimaciones positivas se continúa el patrón anual de cambios que dibuja la curva de concentraciones estimadas de PM_{2,5}. La tendencia de las estimaciones positivas es decreciente, siendo más aplanada en la estimación inferior.

Interpretación: posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición a la PM_{2,5} durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por PM_{2,5} a 25 µg/m³, entre 1999 y 2001 así como entre 2004 y 2006 se habría podido prevenir una proporción no desdeñable de la mortalidad anual por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid mientras que el resto de años probablemente no se hubiera podido prevenir ninguna proporción de esta causa de mortalidad.

Indicador: mortalidad prevenible por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años (modelo log-lineal).

Gráfico 22



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles estimados de $PM_{2,5}$ con una concentración objetivo o “diana” superior a la concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad asociada a la exposición a la $PM_{2,5}$ y que podría evitarse si se asumiera esa concentración objetivo o “diana”.

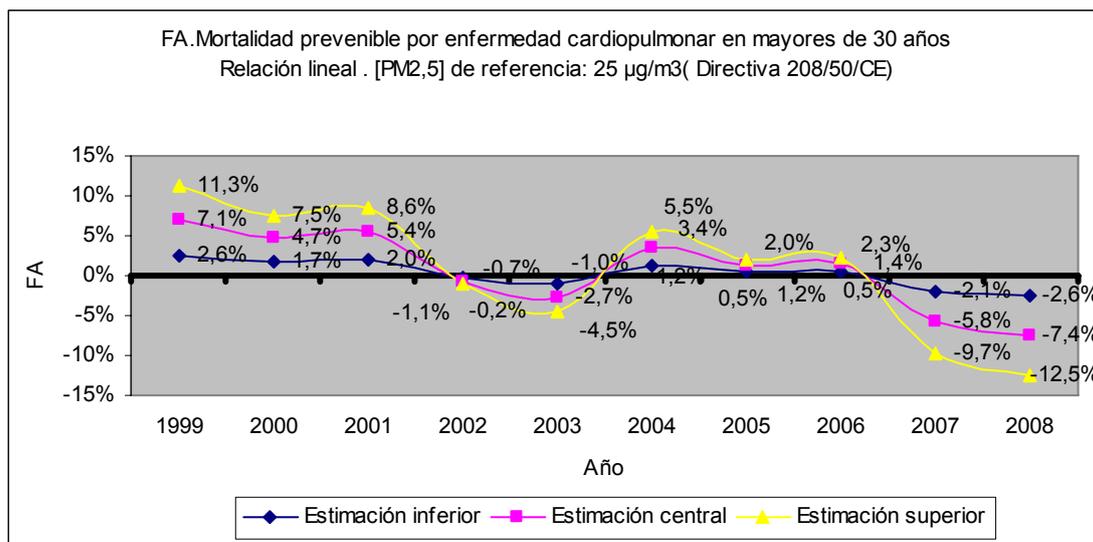
Magnitud: las estimaciones son positivas entre 1999 y 2001 así como entre 2004 y 2006, pudiendo alcanzar la estimación superior unos valores no desdeñables. El resto de años son negativas, que deberían considerarse nulas.

Evolución: las estimaciones positivas siguen el patrón anual de cambios observado en las concentraciones estimadas de $PM_{2,5}$. La tendencia de los valores positivos es decreciente, algo más aplanada en la estimación inferior.

Interpretación: posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por $PM_{2,5}$ a $25 \mu g/m^3$, entre 1999 y 2001 así como entre 2004 y 2006 se habría podido evitar un número no desdeñable de fallecimientos anuales por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid, mientras que el resto de años del periodo esta reducción de mortalidad probablemente no habría sido posible.

Indicador: FA de la mortalidad prevenible por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años (modelo lineal).

Gráfico 23



Descripción: estimación del impacto o contribución de la exposición a la $PM_{2,5}$ a la mortalidad anual por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años mediante la proporción de dicha mortalidad que podría disminuirse si la exposición al factor de riesgo se redujera a la de un escenario de exposición ideal alternativo y factible.

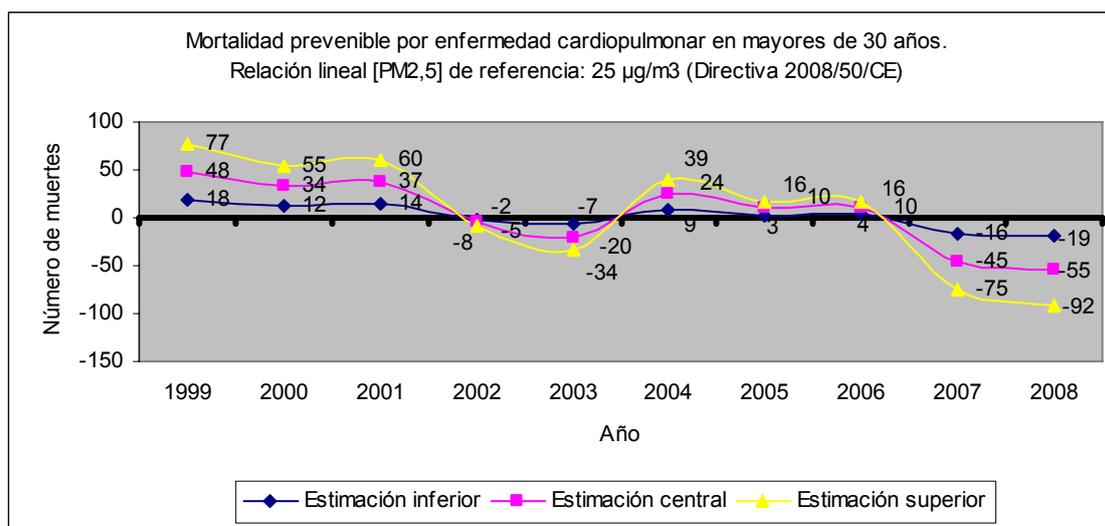
Magnitud: las estimaciones son positivas entre 1999 y 2001 así como entre 2004 y 2006, mayores que las obtenidas en el modelo log-lineal, pudiendo alcanzar la estimación superior unos valores apreciables. El resto de años son negativas, que deberían considerarse nulas.

Evolución: las estimaciones positivas siguen la pauta anual de cambios que dibujan las concentraciones estimadas de $PM_{2,5}$. La tendencia de las estimaciones positivas es decreciente, más aplanada para la estimación inferior.

Interpretación: posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición a la $PM_{2,5}$ durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por $PM_{2,5}$ a $25 \mu g/m^3$, entre 1999 y 2001 así como entre 2004 y 2006 se habría podido prevenir una proporción apreciable (superior a la estimada en el modelo log-lineal) de la mortalidad anual por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid mientras que en el resto de años probablemente no se hubiera podido prevenir ninguna proporción de esta causa de mortalidad.

Indicador: mortalidad prevenible por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años (modelo lineal).

Gráfico 24



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles estimados de PM_{2,5} con una concentración objetivo o “diana” superior a la concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad asociada a la exposición a la PM_{2,5} y que podría evitarse si se asumiera esa concentración objetivo o “diana”.

Magnitud: las estimaciones son positivas entre 1999 y 2001 así como entre 2004 y 2006, mayores que las del modelo log-lineal, pudiendo alcanzar la estimación superior unos valores no desdeñables. El resto de años son negativas, que deberían considerarse nulas.

Evolución: las estimaciones positivas siguen el patrón anual de cambios que dibuja la curva de concentraciones estimadas de PM_{2,5}. La tendencia de las estimaciones positivas es decreciente, más aplanada en la estimación inferior.

Interpretación: posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por PM_{2,5} a 25 µg/m³, entre 1999 y 2001 así como entre 2004 y 2006 se habría podido evitar un número no desdeñable (superior al estimado en el modelo log-lineal) de fallecimientos anuales por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid, mientras que en el resto de años del periodo esta reducción de mortalidad probablemente no habría sido posible.

Indicador: mortalidad prevenible según el sexo por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años (modelos log-lineal y lineal).

Gráfico 25

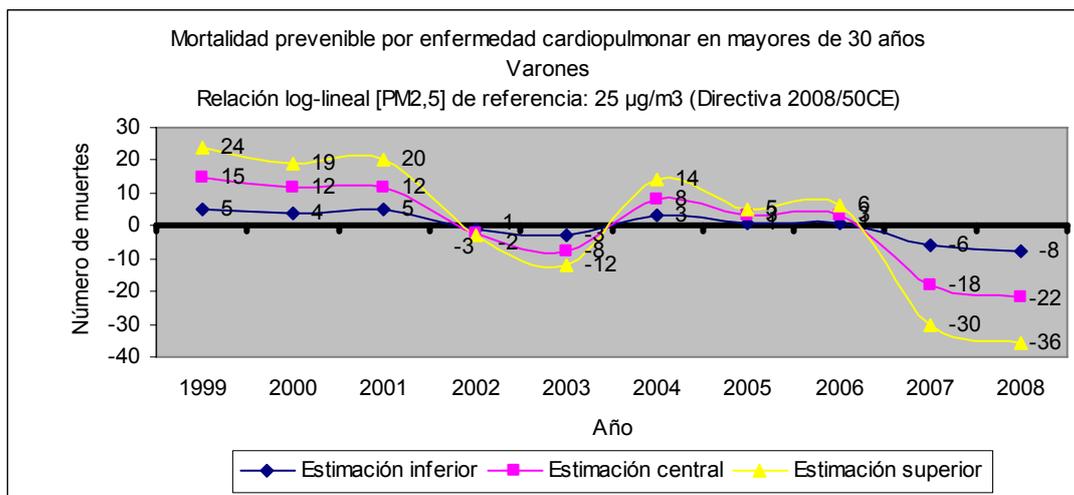


Gráfico 26

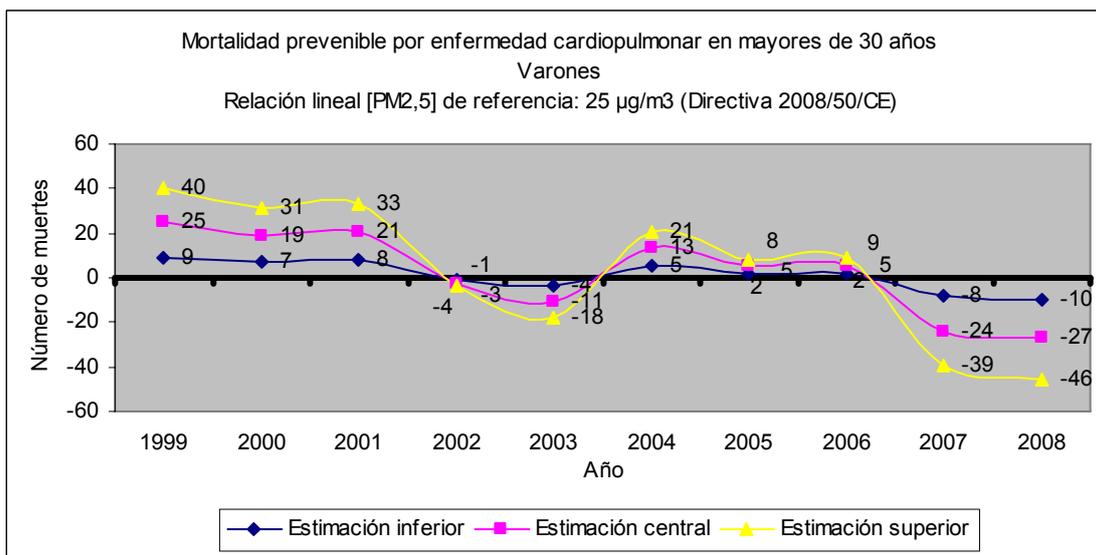


Gráfico 27

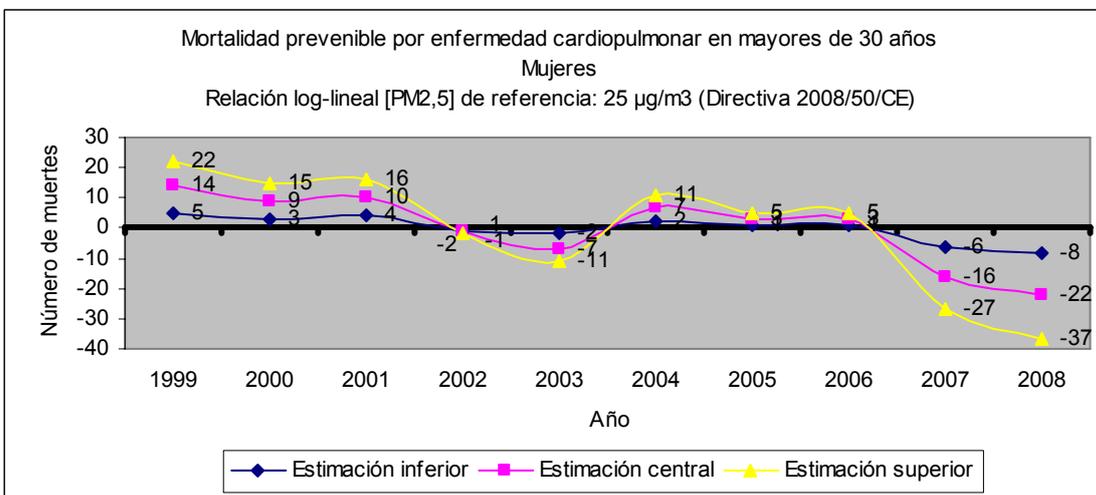
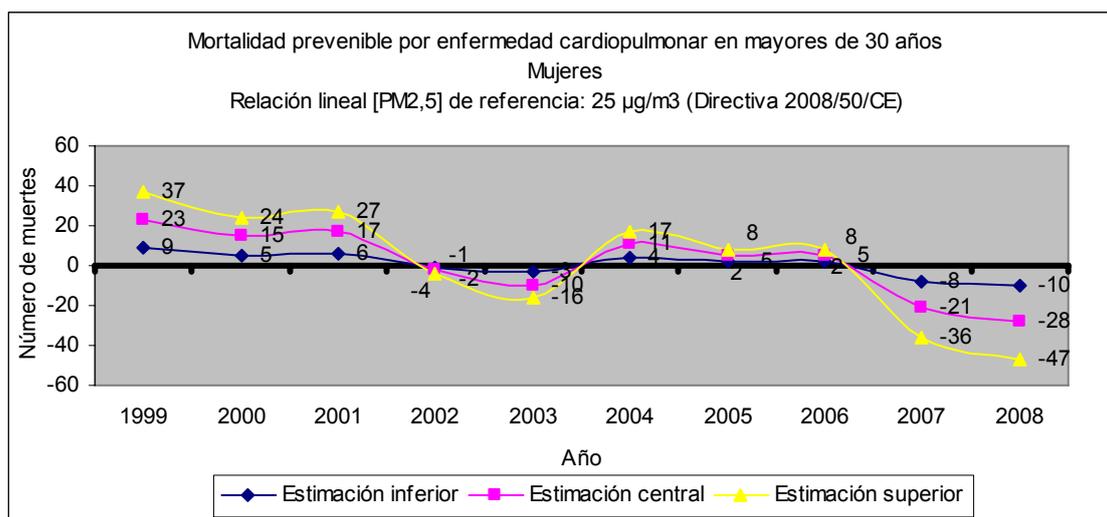


Gráfico 28



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales según el sexo por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles estimados de PM_{2,5} con una concentración objetivo o “diana” superior a la concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad asociada a la exposición a la PM_{2,5} y que podría evitarse si se asumiera esa concentración objetivo o “diana”.

Magnitud: las estimaciones son positivas entre 1999 y 2001 así como entre 2004 y 2006, más elevadas en varones y en los modelos lineales respecto a las mujeres y a los modelos log-lineales, pudiendo alcanzar la estimación superior unos valores no desdeñables. El resto de años son negativas, que deberían considerarse nulas.

Evolución: los valores positivos siguen el patrón anual de cambios que dibuja la curva de concentraciones estimadas de PM_{2,5}. La tendencia es descendente, mas aplanada en el caso de la estimación inferior.

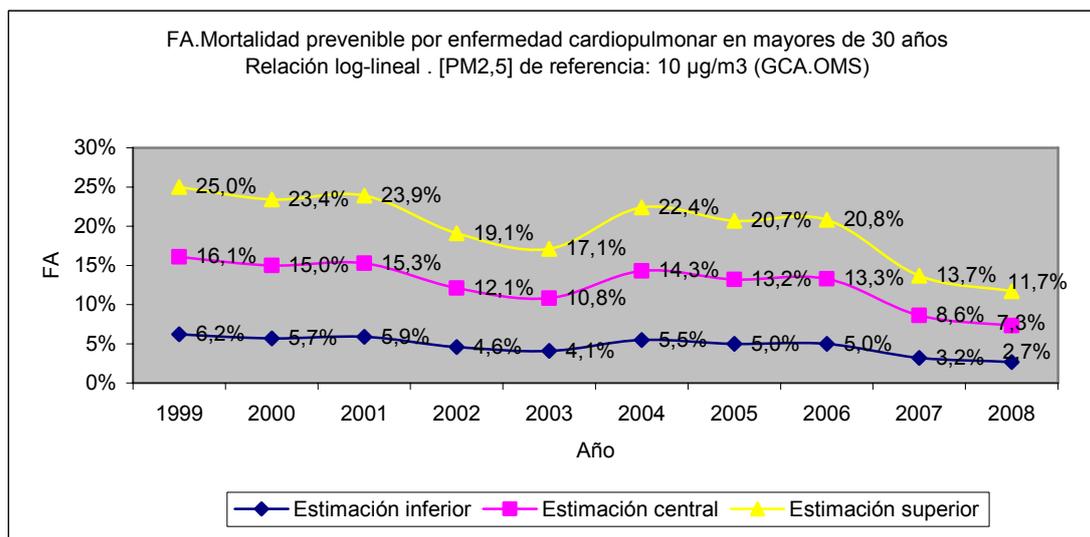
Interpretación: posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por PM_{2,5} a 25 µg/m³, entre 1999 y 2001 así como entre 2004 y 2006 se habría podido evitar un número no desdeñable de fallecimientos anuales en ambos sexos por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid, mientras que en el resto de años del periodo esta reducción de mortalidad probablemente no habría sido posible.

Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 10 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Indicador: FA de la mortalidad prevenible por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años (modelo log-lineal).

Gráfico 29



Descripción: estimación del impacto o contribución de la exposición a la PM_{2,5} a la mortalidad anual por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años mediante la proporción de dicha mortalidad que podría disminuirse si la exposición al factor de riesgo se redujera a la de un escenario de exposición ideal alternativo y factible.

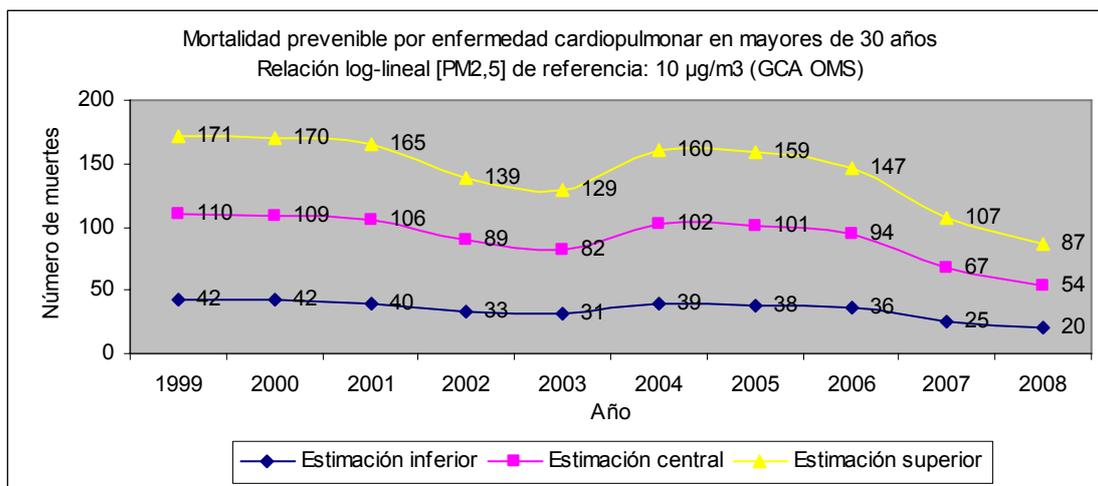
Magnitud: las estimaciones son positivas durante todo el periodo, mayores que las obtenidas en el escenario anterior (menos riguroso), pudiendo alcanzar la estimación superior unos valores considerables.

Evolución: similar al patrón anual de cambios que dibuja la curva de concentraciones estimadas de PM_{2,5}. La tendencia va en descenso, siendo más aplanada la estimación inferior.

Interpretación: posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición a la PM_{2,5} durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por PM_{2,5} a 10 µg/m³ como recomienda la OMS, se habría podido prevenir una proporción considerable de la mortalidad anual por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid, superior a la estimada en el escenario anterior (con un valor de referencia menos riguroso).

Indicador: mortalidad prevenible por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años (modelo log-lineal).

Gráfico 30



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles estimados de $PM_{2,5}$ con una concentración objetivo o “diana” superior a la concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad asociada a la exposición a la $PM_{2,5}$ y que podría evitarse si se asumiera esa concentración objetivo o “diana”.

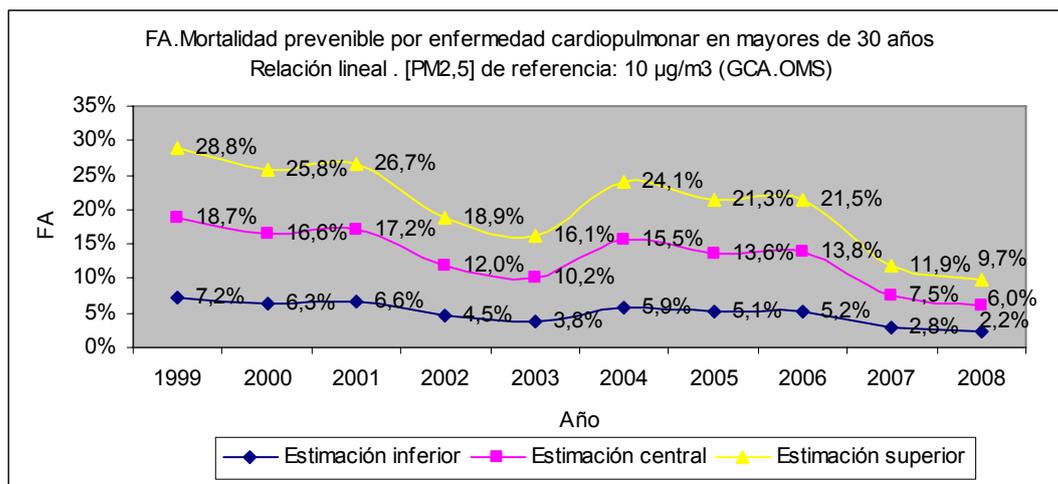
Magnitud: las estimaciones son positivas en todo el periodo, mayores que las obtenidas en el escenario previo (menos riguroso), pudiendo alcanzar la estimación superior unos valores considerables.

Evolución: semejante al patrón anual de cambios que dibuja la curva de concentraciones estimadas de $PM_{2,5}$. La tendencia es decreciente, más aplanada en la estimación inferior. Podemos apreciar ya en este escenario para los años 2000 y 2005 como el descenso en la concentración anual de $PM_{2,5}$ apenas se refleja en un descenso de la estimación de mortalidad para estos dos años.

Interpretación: posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por $PM_{2,5}$ a $10 \mu g/m^3$ como recomienda la OMS, se habría podido evitar un número considerable de fallecimientos anuales por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid, superior al obtenido en el escenario anterior (con un valor de referencia menos riguroso).

Indicador: FA de la mortalidad prevenible por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años (modelo lineal).

Gráfico 31



Descripción: estimación del impacto o contribución de la exposición a la $PM_{2,5}$ a la mortalidad anual por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años mediante la proporción de dicha mortalidad que podría disminuirse si la exposición al factor de riesgo se redujera a la de un escenario de exposición ideal alternativo y factible.

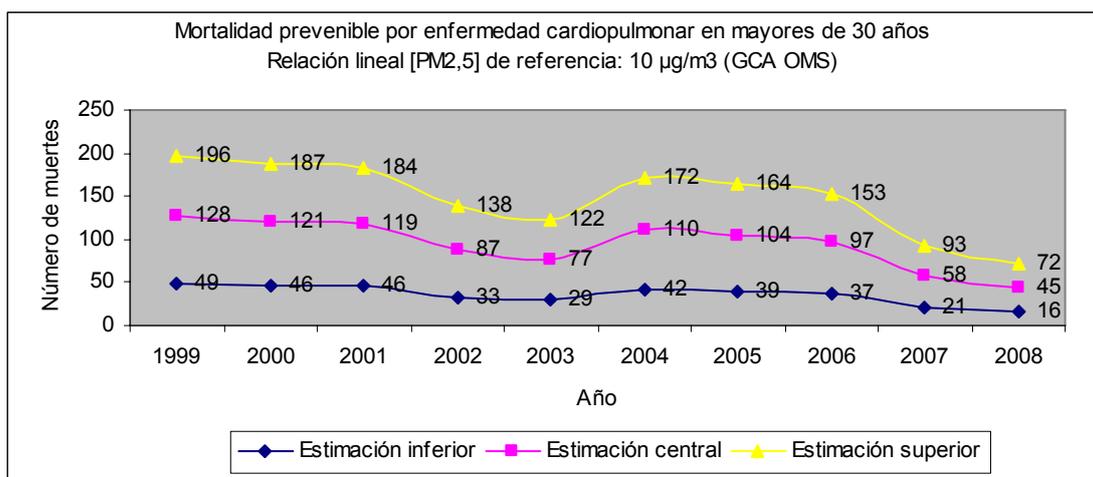
Magnitud: las estimaciones son positivas durante todo el periodo, mayores que las obtenidas en el escenario anterior (menos exigente), más elevadas que las del modelo log-lineal (salvo en los años 2002, 2003, 2007 y 2008), pudiendo alcanzar la estimación superior unos valores considerables.

Evolución: se sigue el patrón anual de cambios que dibuja la curva de concentraciones estimadas de $PM_{2,5}$. La tendencia es decreciente, más aplanada en la estimación inferior.

Interpretación: posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición a la $PM_{2,5}$ durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por $PM_{2,5}$ a $10 \mu g/m^3$ como recomienda la OMS, se habría podido prevenir una proporción considerable de la mortalidad anual por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid, superior a la estimada en el escenario anterior (con un valor de referencia menos riguroso).

Indicador: mortalidad prevenible por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años (modelo lineal).

Gráfico 32



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles estimados de $PM_{2,5}$ con una concentración objetivo o “diana” superior a la concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad asociada a la exposición a la $PM_{2,5}$ y que podría evitarse si se asumiera esa concentración objetivo o “diana”.

Magnitud: las estimaciones son positivas en todo el periodo, mayores que las obtenidas en el escenario previo (menos exigente), pudiendo alcanzar la estimación superior unos valores considerables. Los valores son más elevados que en el modelo log-lineal salvo en los años 2002, 2003, 2007 y 2008.

Evolución: las curvas de las estimaciones reproducen el patrón anual de cambios que dibuja la curva de concentraciones estimadas de $PM_{2,5}$ (de forma más clara en los años 2000 y 2005 que en el modelo log-lineal). La tendencia es decreciente, más aplanada en la estimación inferior.

Interpretación: posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por $PM_{2,5}$ a $10 \mu g/m^3$ como recomienda la OMS, se habría podido evitar un número considerable de fallecimientos anuales por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid, superior al obtenido en el escenario anterior (con un valor de referencia menos riguroso).

Indicador: mortalidad prevenible según el sexo por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años (modelos log-lineal y lineal).

Gráfico 33

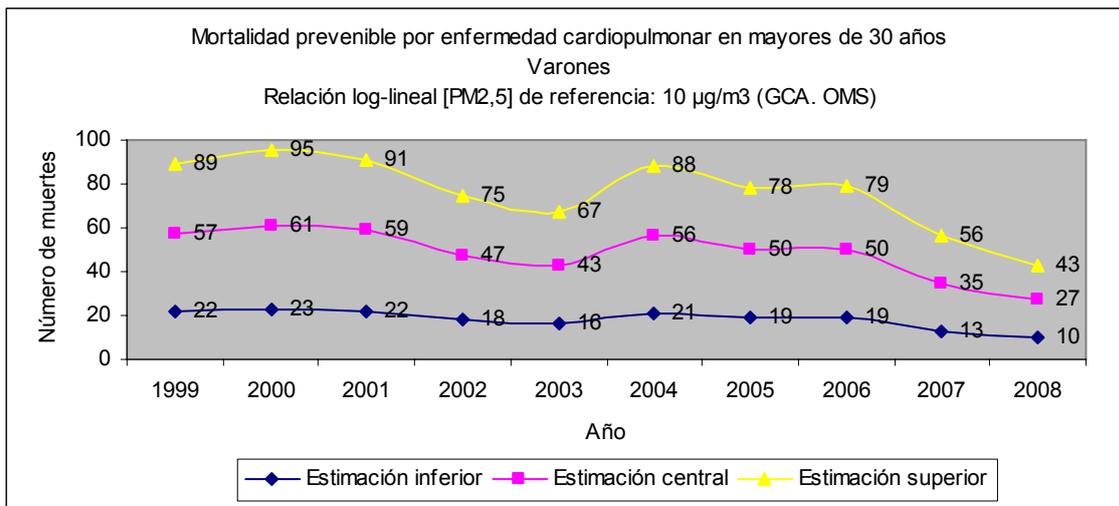


Gráfico 34

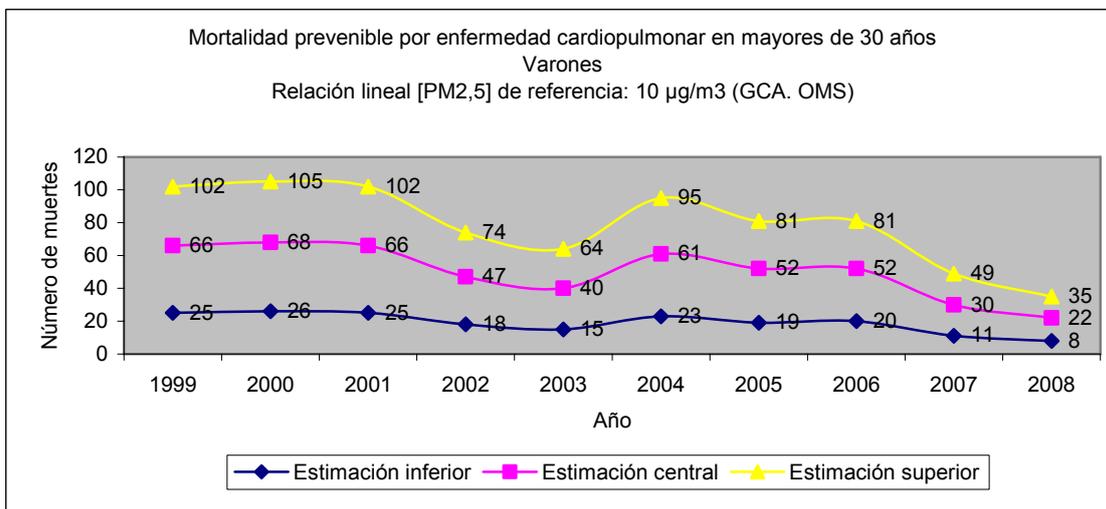


Gráfico 35

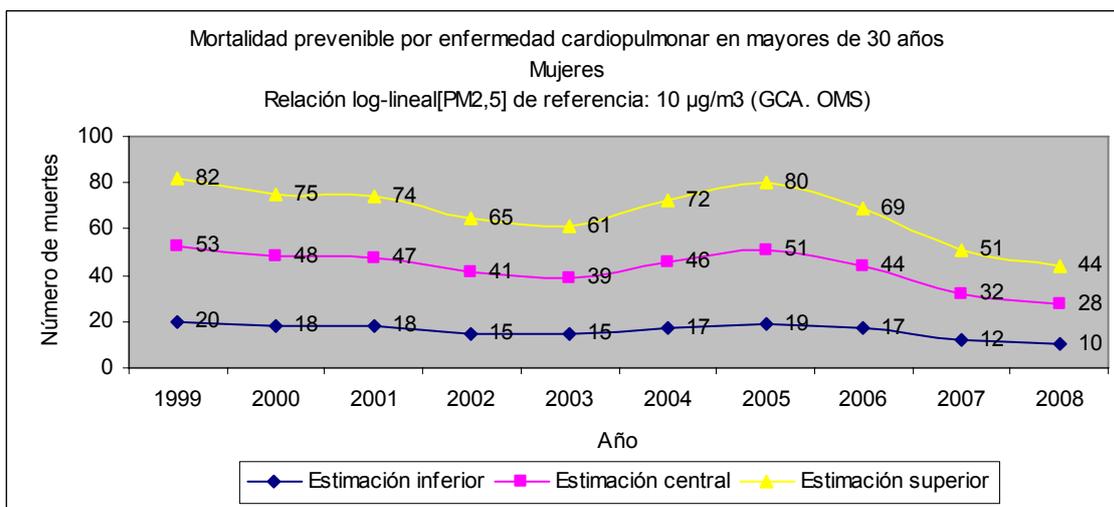
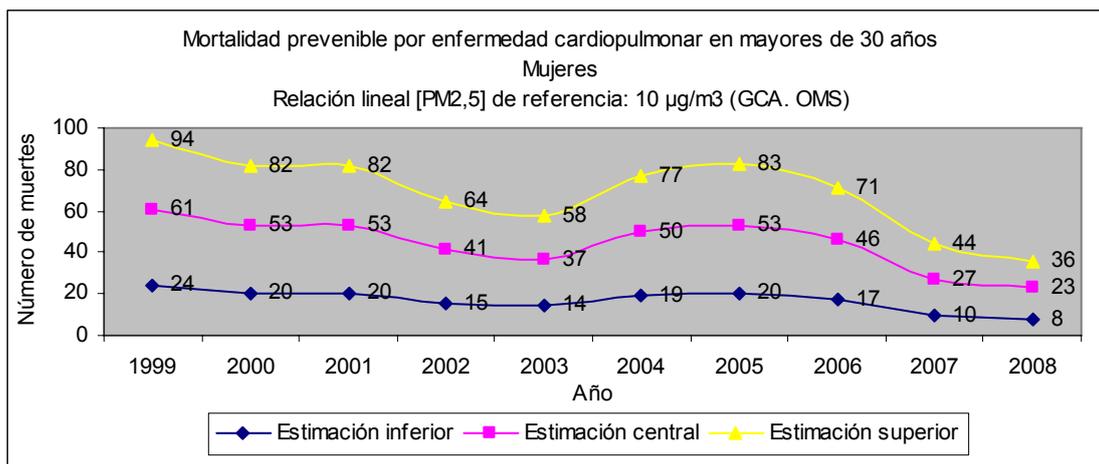


Gráfico 36



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales según el sexo por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles estimados de PM_{2,5} con una concentración objetivo o “diana” superior a la concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad asociada a la exposición a la PM_{2,5} y que podría evitarse si se asumiera esa concentración objetivo o “diana”.

Magnitud: las estimaciones son positivas en todo el periodo, mayores en los varones respecto a las mujeres y más elevadas que las obtenidas en el escenario previo (menos exigente), pudiendo alcanzar la estimación superior unos valores considerables. Los valores son mayores en el modelo log-lineal salvo en los años 2002, 2003, 2007 y 2008.

Evolución: se aprecia la variación respecto a la pauta anual de cambios que marca la curva con las concentraciones estimadas de PM_{2,5}, en varones para el año 2000 y en mujeres en 2005, y de forma más clara en el modelo log-lineal. Recordamos que esta circunstancia parecía intuirse en el gráfico de mortalidad prevenible del modelo log-lineal en población general antes descrito. En el resto de años, las curvas de las estimaciones se asemejan al patrón anual de cambios en las concentraciones estimadas de PM_{2,5}. La tendencia es descendente, más aplanada en el caso de la estimación inferior.

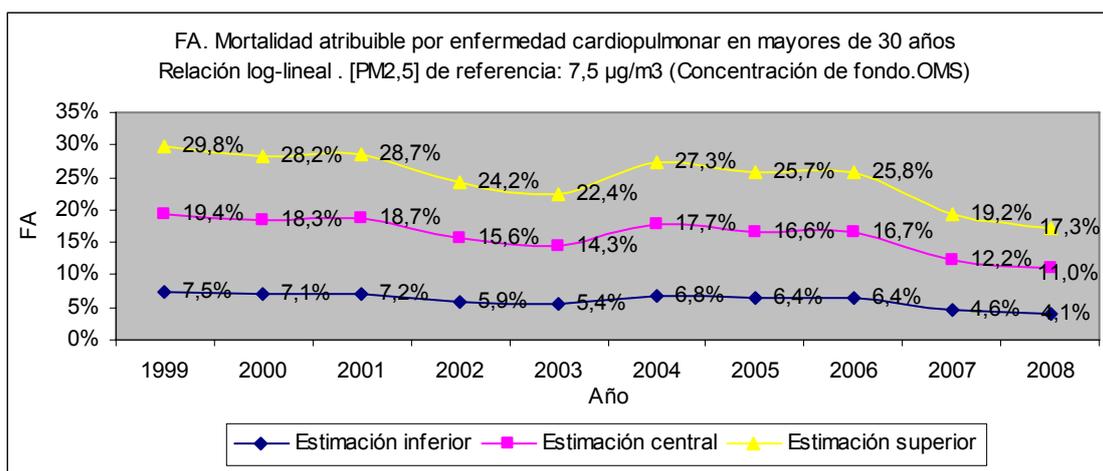
Interpretación: posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por PM_{2,5} a 10 µg/m³ como recomienda la OMS, se habría podido evitar un número apreciable de fallecimientos anuales en ambos sexos por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid, superior al obtenido en el escenario anterior (con un valor de referencia menos riguroso).

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Indicador: FA de la mortalidad atribuible por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años (modelo log-lineal).

Gráfico 37



Descripción: estimación del impacto o contribución de la exposición estimada a la $PM_{2,5}$ a la mortalidad anual por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años mediante la proporción de dicha mortalidad que podría atribuirse a la exposición estimada a la $PM_{2,5}$ respecto a un determinado valor natural de “fondo” asumido a priori.

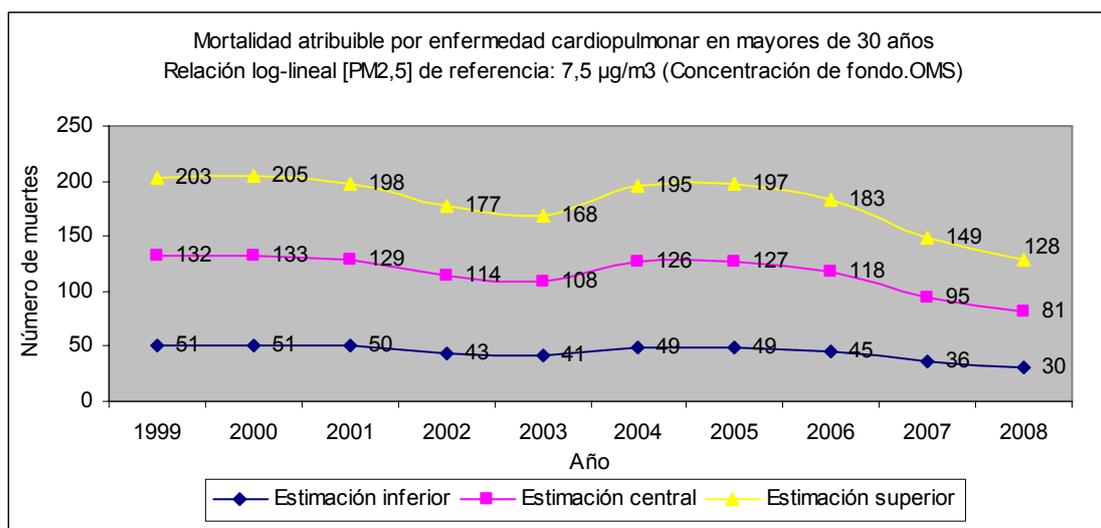
Magnitud: los porcentajes obtenidos, todos positivos, pueden calificarse de considerables.

Evolución: se sigue la pauta anual de cambios observada en la curva de las concentraciones estimadas de $PM_{2,5}$, sin observarse variación en los años 2000 y 2005. La tendencia es descendente a lo largo del periodo. La estimación inferior presenta una forma más aplanada.

Interpretación: posiblemente, si se considerase este escenario con un valor natural de “fondo” de exposición a la $PM_{2,5}$ de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ durante el periodo de estudio, se podría haber atribuido al nivel de exposición anual estimado a la $PM_{2,5}$ una proporción considerable de la mortalidad anual por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid.

Indicador: mortalidad atribuible por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años (modelo log-lineal).

Gráfico 38



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles estimados de PM_{2,5} con una determinada concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad que podría atribuirse al nivel de contaminación estimado de PM_{2,5} respecto a ese valor natural de “fondo” asumido a priori.

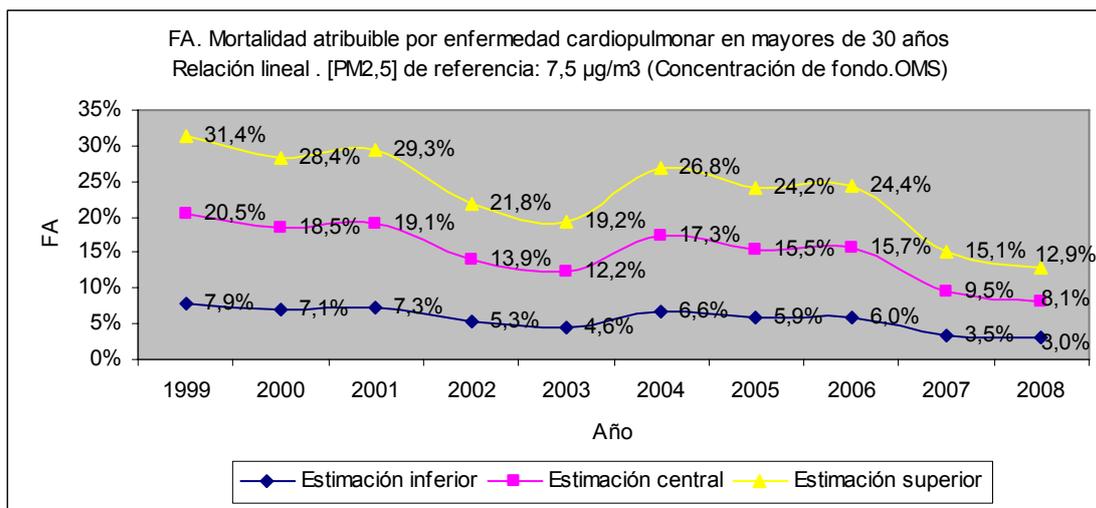
Magnitud: los valores obtenidos, todos positivos, pueden calificarse como considerables.

Evolución: las estimaciones siguen el patrón anual de cambios que presenta la curva de las concentraciones estimadas de PM_{2,5}, salvo en los años 2000 y 2005, que muestran la desviación antes señalada de ese patrón e indican un muy leve incremento de la mortalidad atribuible estimada en esos dos años. La tendencia de las estimaciones a lo largo del periodo es decreciente. La estimación inferior presenta una forma más aplanada.

Interpretación: posiblemente, si se considerase el escenario con un valor natural de “fondo” de exposición a la PM_{2,5} de 7,5 µg/m³ durante el periodo de estudio, se podrían haber atribuido al nivel de exposición anual estimado a la PM_{2,5} un número considerable de fallecimientos anuales por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid.

Indicador: FA de la mortalidad atribuible por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años (modelo lineal).

Gráfico 39



Descripción: estimación del impacto o contribución de la exposición estimada a la PM_{2,5} a la mortalidad anual por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años mediante la proporción de dicha mortalidad que podría atribuirse a la exposición estimada a la PM_{2,5} respecto a un determinado valor natural de “fondo” asumido a priori.

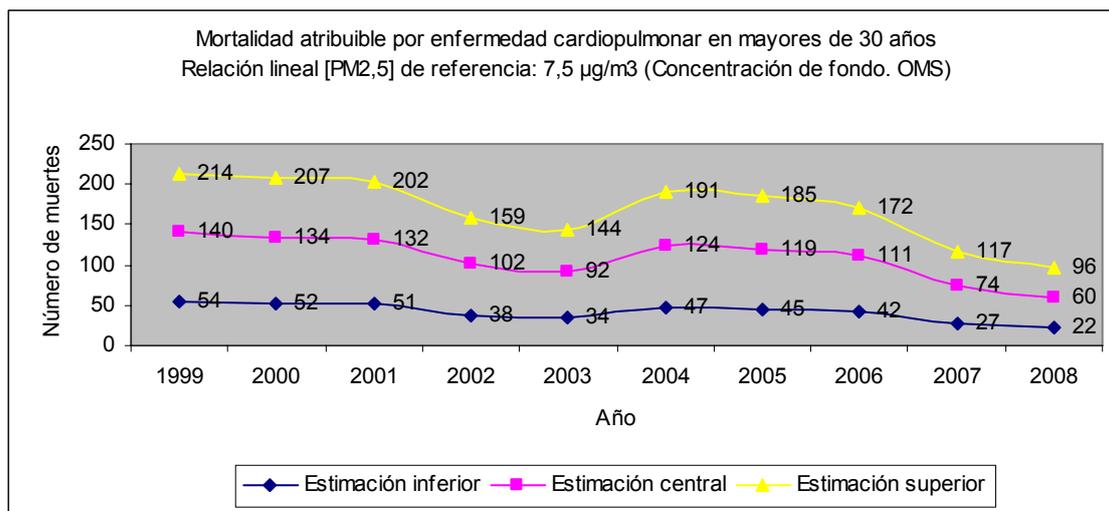
Magnitud: los porcentajes obtenidos, todos positivos, pueden calificarse como considerables. La magnitud de las estimaciones en los tres primeros años es ligeramente superior a las que ofrece el modelo log-lineal. A partir de 2003 sus estimaciones son inferiores a las del modelo log-lineal.

Evolución: las estimaciones reproducen la pauta anual de cambios que muestra la curva de concentraciones anuales estimadas de PM_{2,5}, quizá más marcada que en el caso log-lineal, sin observarse variación en los años 2000 y 2005. La tendencia es descendente a lo largo del periodo. La estimación inferior presenta una forma más aplanada.

Interpretación: posiblemente, si se considerase este escenario con un valor natural de “fondo” de exposición a la PM_{2,5} de 7,5 µg/m³ durante el periodo de estudio, se podría haber atribuido al nivel de exposición anual estimado a la PM_{2,5} una proporción considerable de la mortalidad anual por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid.

Indicador: mortalidad atribuible por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años (modelo lineal).

Gráfico 40



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles estimados de PM_{2,5} con una determinada concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad que podría atribuirse al nivel de contaminación estimado de PM_{2,5} respecto a ese valor natural de “fondo” asumido a priori.

Magnitud: los valores obtenidos, todos positivos, pueden calificarse como considerables. A partir del año 2002 las estimaciones son inferiores a las obtenidas en el modelo log-lineal.

Evolución: se sigue el patrón anual de cambios observado en la curva de las concentraciones estimadas de PM_{2,5}. La tendencia a lo largo del periodo es decreciente. La estimación inferior presenta una forma más aplanada. La forma de las curvas es quizá más acentuada que en el modelo log-lineal. El modelo lineal, al contrario que el log-lineal, no indica en los años 2000 y 2005 una desviación de la pauta que marca la curva de las concentraciones anuales estimadas de PM_{2,5}.

Interpretación: posiblemente, si se considerase el escenario con un valor natural de “fondo” de exposición a la PM_{2,5} de 7,5 µg/m³ durante el periodo de estudio, se podrían haber atribuido al nivel de exposición anual estimado a la PM_{2,5} un número considerable de fallecimientos anuales por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid.

Indicador: mortalidad atribuible según el sexo por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años (modelos log-lineal y lineal).

Gráfico 41

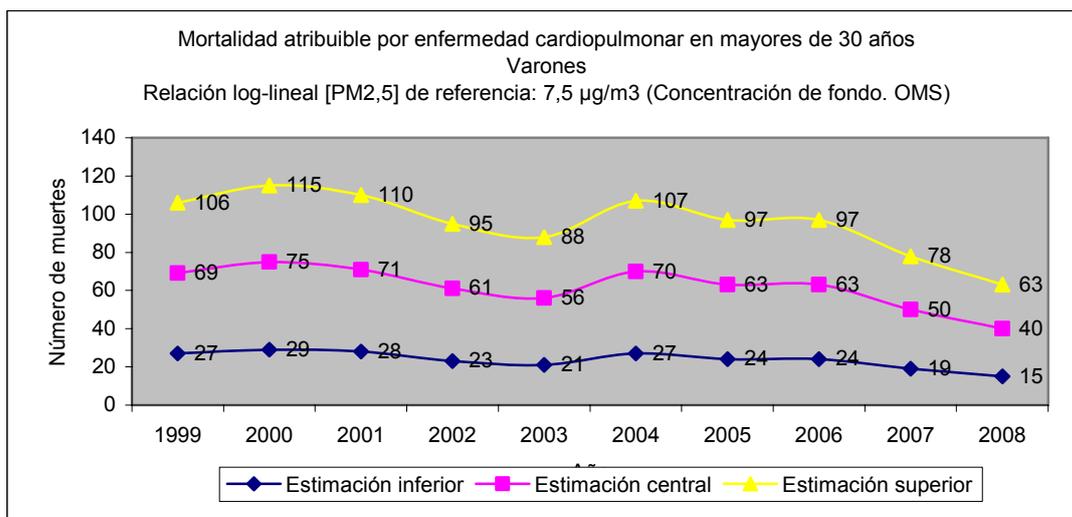


Gráfico 42

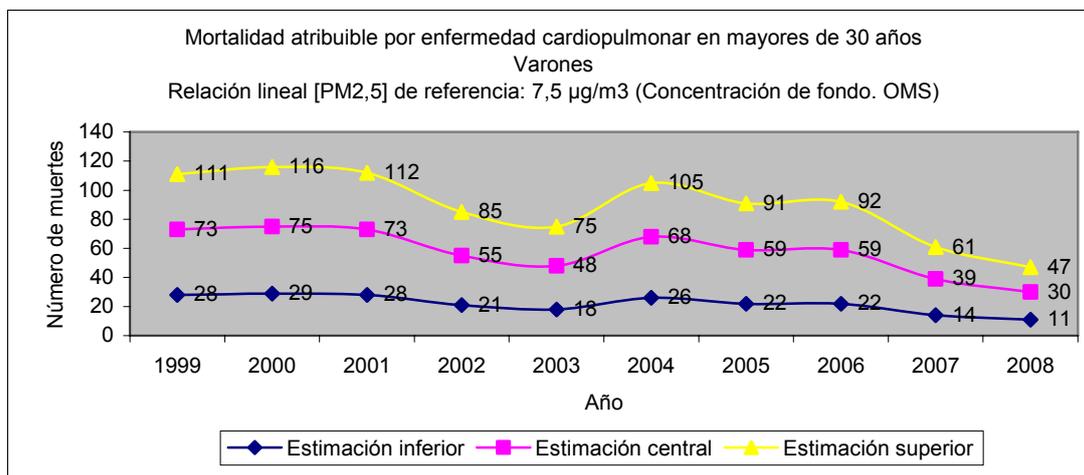


Gráfico 43

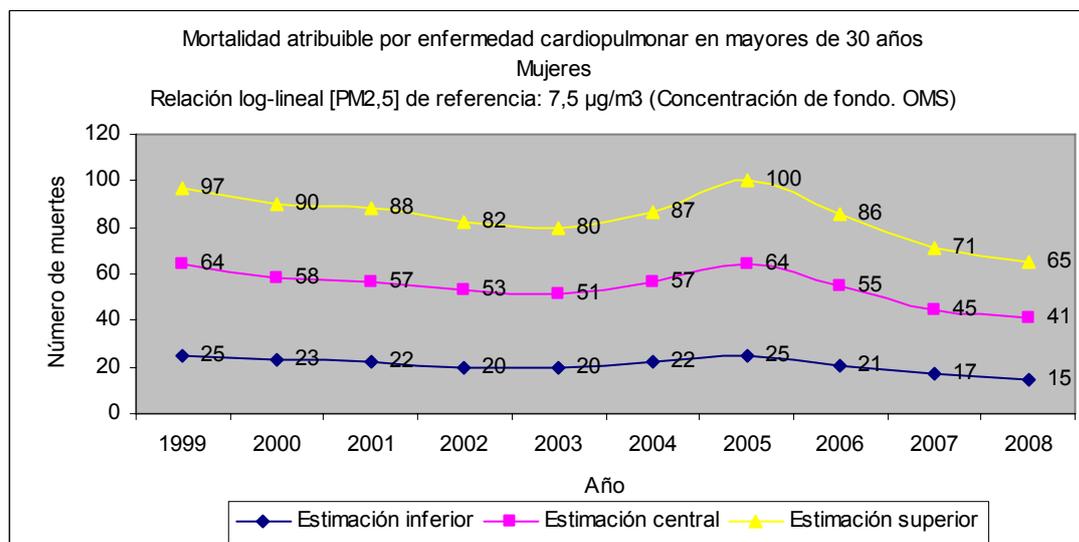
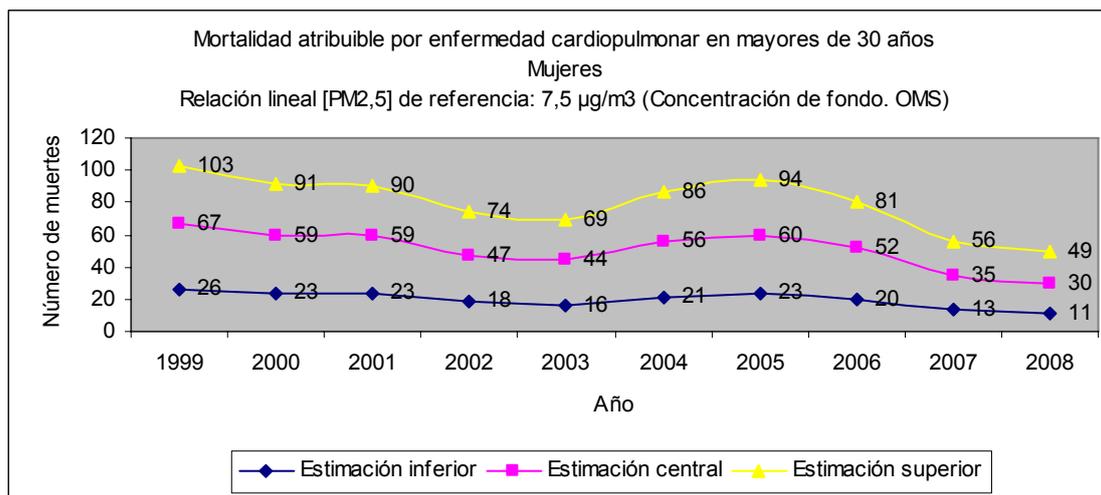


Gráfico 44



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales según el sexo por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles estimados de PM_{2,5} con una determinada concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad que podría atribuirse al nivel de contaminación estimado de PM_{2,5} respecto a ese valor natural de “fondo” asumido a priori.

Magnitud: los valores obtenidos, todos positivos, pueden calificarse de considerables. Las estimaciones en varones, en los dos modelos de relación, son en general mayores que las observadas en la población femenina (salvo en el año 2005). Asimismo, en ambos sexos, el modelo log-lineal muestra a partir del año 2002 valores más elevados que el modelo lineal.

Evolución: En el caso de los varones, el modelo log-lineal muestra en el año 2000 una desviación del patrón que dibuja la curva de concentraciones anuales del contaminante. El resto de años se sigue la pauta anual de cambios observada en la curva de concentraciones estimadas de PM_{2,5}. El modelo lineal muestra también esta variación del patrón. La estimación inferior en los dos modelos dibuja una curva más aplanada. Para la población femenina, ambos modelos indican en 2005 una desviación de la pauta decreciente que para ese año dibuja la curva de concentraciones anuales estimadas de PM_{2,5}. El resto de los años las curvas de las estimaciones siguen año a año los cambios observados en la curva de las concentraciones del contaminante. Como en los varones, la estimación inferior muestra un perfil más plano.

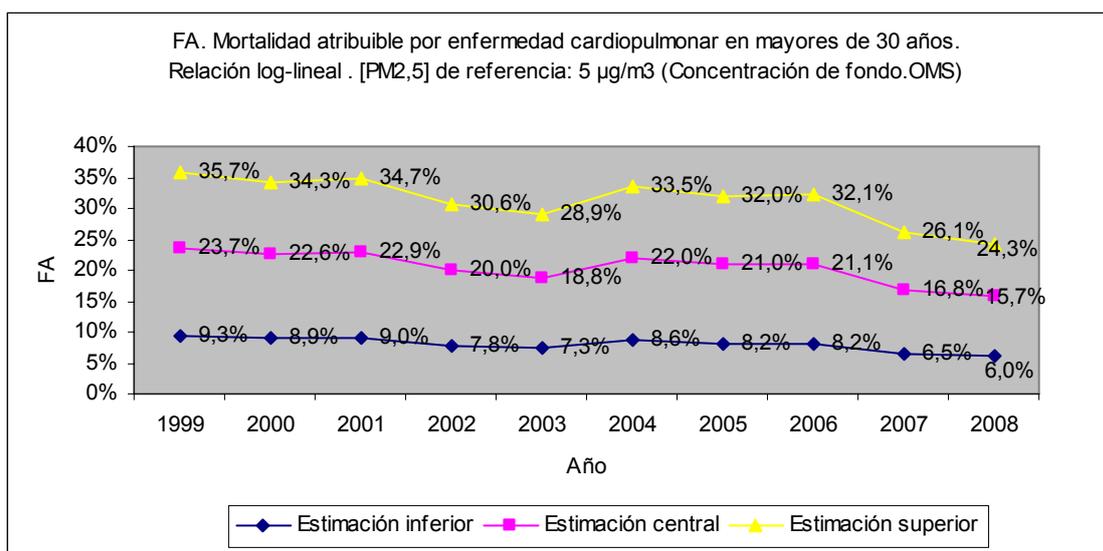
Interpretación: posiblemente, si se considerase el escenario con un valor natural de “fondo” de exposición a la PM_{2,5} de 7,5 µg/m³ durante el periodo de estudio, se podrían haber atribuido al nivel de exposición anual estimado a la PM_{2,5} un número considerable de fallecimientos anuales en ambos sexos por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid.

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 5 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 5 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Indicador: FA de la mortalidad atribuible por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años (modelo log-lineal).

Gráfico 45



Descripción: estimación del impacto o contribución de la exposición estimada a la PM_{2,5} a la mortalidad anual por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años mediante la proporción de dicha mortalidad que podría atribuirse a la exposición estimada a la PM_{2,5} respecto a un determinado valor natural de “fondo” asumido a priori.

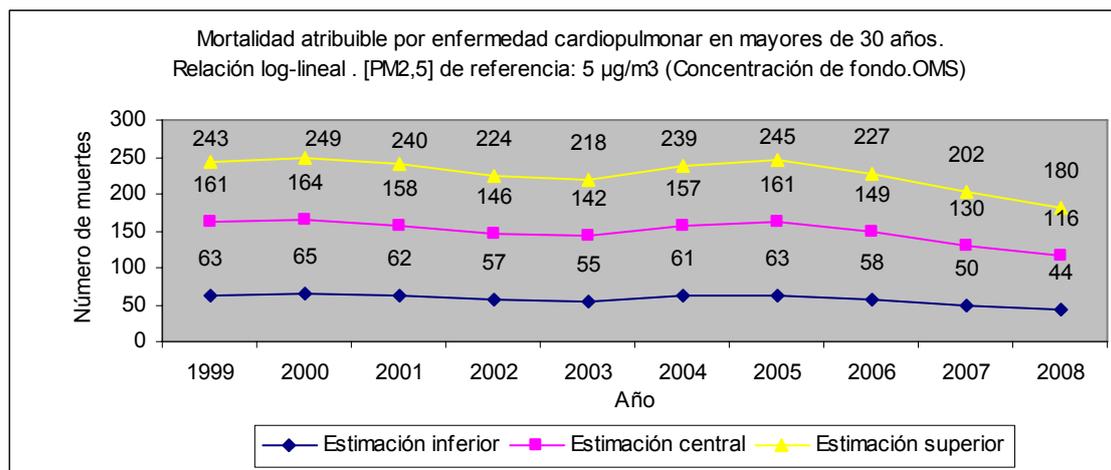
Magnitud: los porcentajes obtenidos, todos positivos, pueden considerarse notables, superiores como era de esperar a los del mismo modelo en el escenario anterior que asume un nivel de referencia más elevado. Asimismo son mayores que los valores proporcionados por el modelo lineal.

Evolución: se sigue la pauta anual de cambios que dibuja la curva de concentraciones estimadas de PM_{2,5}, sin observarse variación en los años 2000 y 2005. La tendencia es decreciente. Las estimaciones central y superior muestran un perfil más aplanado que en el modelo lineal. Asimismo la estimación inferior sigue presentando igualmente una forma más plana que las otras estimaciones.

Interpretación: posiblemente, si se considerase este escenario con un valor natural de “fondo” de exposición a la PM_{2,5} de 5 µg/m³ durante el periodo de estudio, se podría haber atribuido al nivel de exposición anual estimado a la PM_{2,5} una proporción notable de la mortalidad anual por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid.

Indicador: mortalidad atribuible por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años (modelo log-lineal).

Gráfico 46



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles estimados de PM_{2,5} con una determinada concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad que podría atribuirse al nivel de contaminación estimado de PM_{2,5} respecto a ese valor natural de “fondo” asumido a priori.

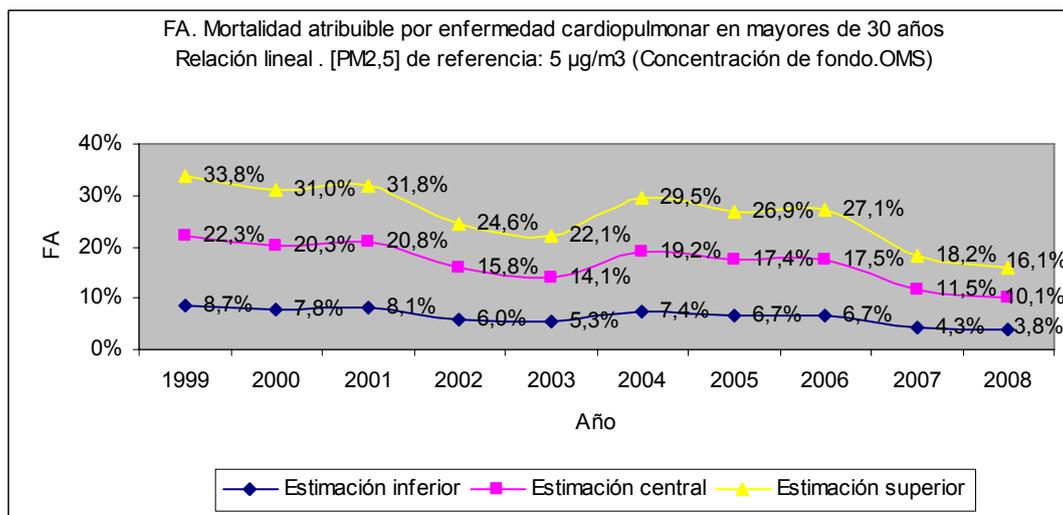
Magnitud: los valores obtenidos, todos positivos, pueden calificarse de notables, mayores que los del escenario anterior para este mismo modelo. Asimismo son más elevados que los que se observan para un modelo lineal.

Evolución: las estimaciones siguen el patrón anual de cambios mostrado por la curva con las concentraciones estimadas de PM_{2,5}, salvo en los años 2000 y 2005, que muestran la desviación del patrón e indican un leve aumento de la mortalidad atribuible estimada en esos dos años. La tendencia a lo largo del periodo es decreciente. Las curvas de las estimaciones superior y central muestran una forma más aplanada que en el modelo lineal. Asimismo la estimación inferior sigue mostrando un perfil más plano que las otras estimaciones.

Interpretación: posiblemente, si se considerase el escenario con un valor natural de “fondo” de exposición a la PM_{2,5} de 5 µg/m³ durante el periodo de estudio, se podrían haber atribuido al nivel de exposición anual estimado a la PM_{2,5} un número notable de fallecimientos anuales por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid.

Indicador: FA de la mortalidad atribuible por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años (modelo lineal).

Gráfico 47



Descripción: estimación del impacto o contribución de la exposición estimada a la $PM_{2,5}$ a la mortalidad anual por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años mediante la proporción de dicha mortalidad que podría atribuirse a la exposición estimada a la $PM_{2,5}$ respecto a un determinado valor natural de “fondo” asumido a priori.

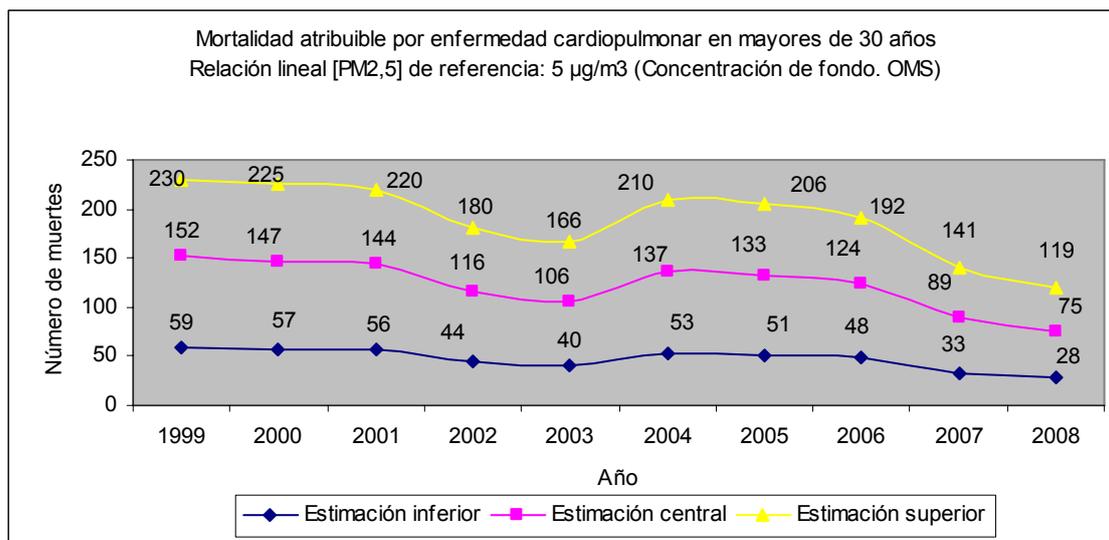
Magnitud: los porcentajes obtenidos, todos positivos, pueden considerarse notables, superiores como era de esperar a los del mismo modelo en el escenario anterior que asume un nivel de referencia más elevado. Asimismo son ligeramente inferiores a los que muestra el modelo log-lineal previo

Evolución: se observa la pauta anual de cambios que presenta la curva de concentraciones estimadas de $PM_{2,5}$, sin cambios en los años 2000 y 2005. La estimación inferior presenta una forma más aplanada. La tendencia es descendente.

Interpretación: posiblemente, si se considerase este escenario con un valor natural de “fondo” de exposición a la $PM_{2,5}$ de $5 \mu g/m^3$ durante el periodo de estudio, se podría haber atribuido al nivel de exposición anual estimado a la $PM_{2,5}$ una proporción notable de la mortalidad anual por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid.

Indicador: mortalidad atribuible por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años (modelo lineal).

Gráfico 48



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles estimados de PM_{2,5} con una determinada concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad que podría atribuirse al nivel de contaminación estimado de PM_{2,5} respecto a ese valor natural de “fondo” asumido a priori.

Magnitud: los valores obtenidos, todos positivos, pueden calificarse de notables, superiores a los del escenario anterior para este mismo modelo e inferiores a los observados bajo este mismo escenario para un modelo log-lineal.

Evolución: se sigue el patrón anual de cambios observado en la curva de concentraciones estimadas de PM_{2,5}, sin variaciones en los años 2000 y 2005. La tendencia a lo largo del periodo es decreciente. La estimación inferior muestra una forma más aplanada.

Interpretación: posiblemente, si se considerase el escenario con un valor natural de “fondo” de exposición a la PM_{2,5} de 5 µg/m³ durante el periodo de estudio, se podrían haber atribuido al nivel de exposición anual estimado a la PM_{2,5} un número notable de fallecimientos anuales por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid.

Indicador: mortalidad atribuible según el sexo por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años (modelos log-lineal y lineal).

Gráfico 49

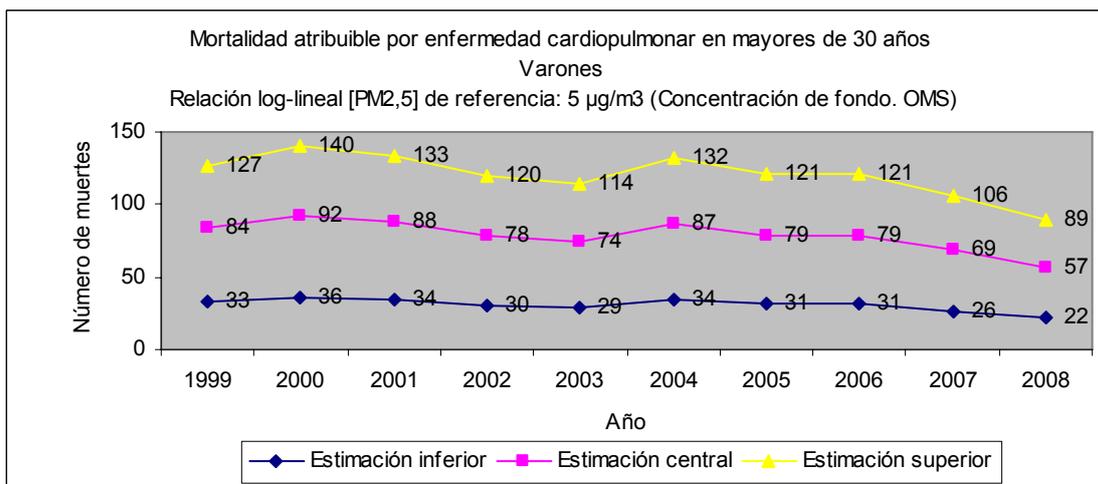


Gráfico 50

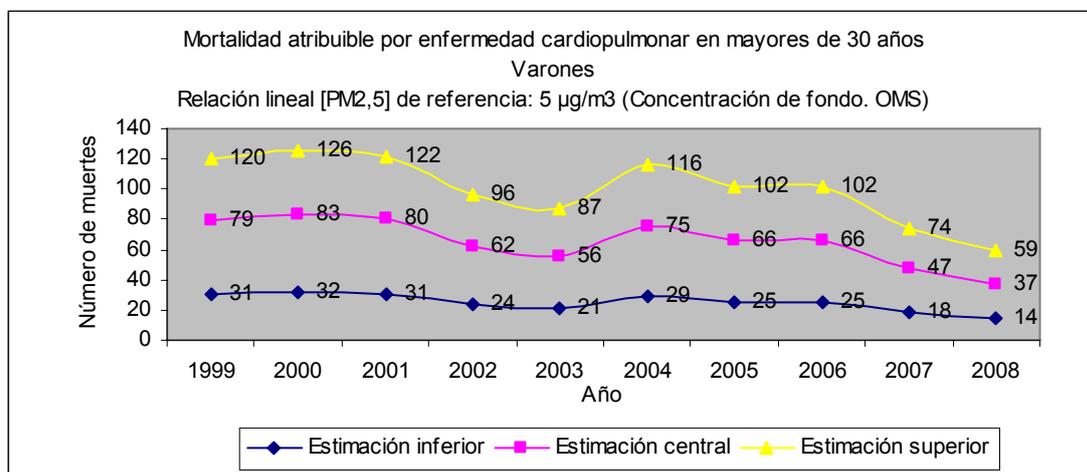


Gráfico 51

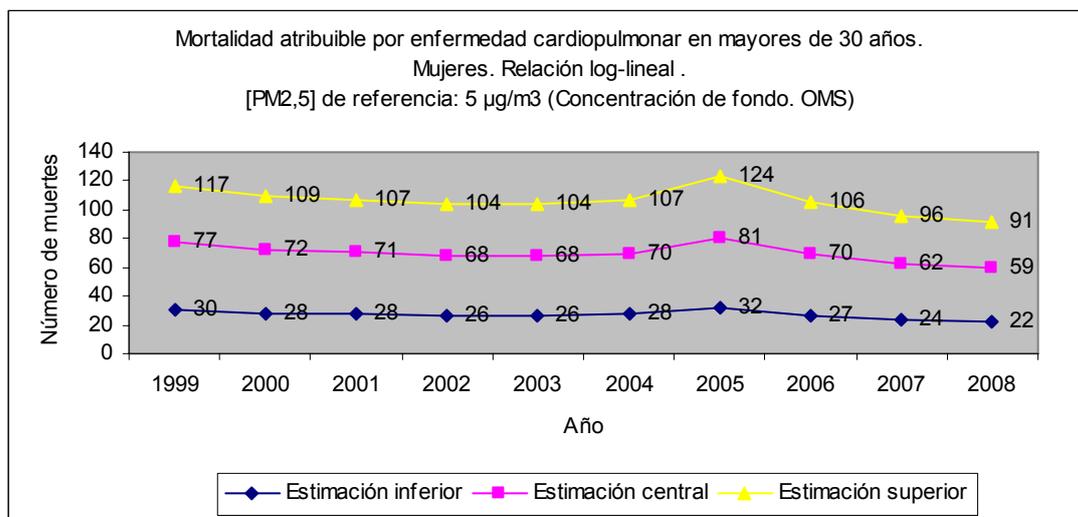
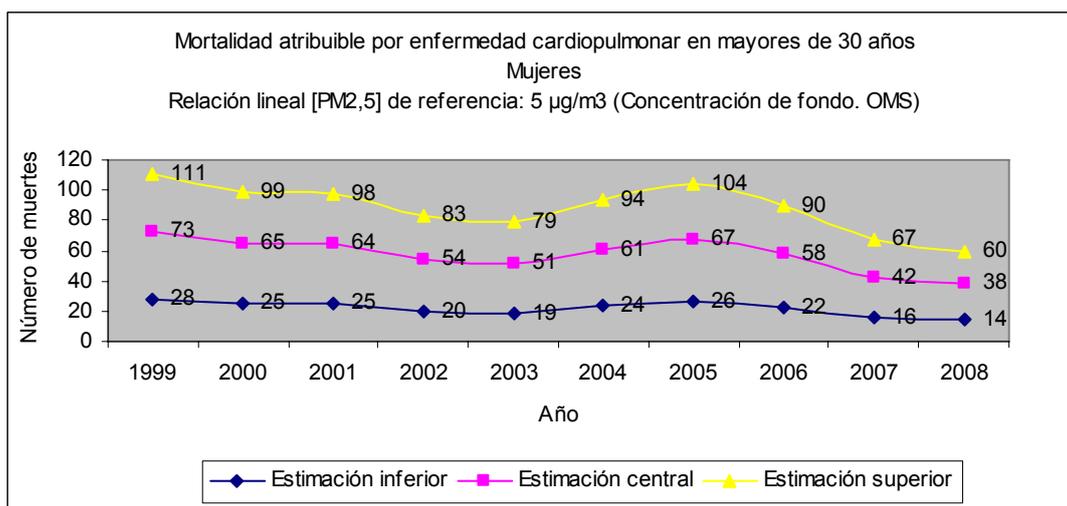


Gráfico 52



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales según el sexo por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles estimados de $PM_{2,5}$ con una determinada concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad que podría atribuirse al nivel de contaminación estimado de $PM_{2,5}$ respecto a ese valor natural de “fondo” asumido a priori.

Magnitud: los valores estimados, todos positivos, pueden calificarse de notables, superiores en ambos sexos a los obtenidos en el escenario anterior. Asimismo, en ambos sexos también son mayores los valores proporcionados por el modelo log-lineal que los del lineal. Excepto en el año 2005, las estimaciones en varones son superiores a las de las mujeres.

Evolución: en el caso de los varones, los dos modelos muestran en el año 2000 una desviación del patrón decreciente que dibuja la curva de concentraciones anuales del contaminante, siguiéndose el resto de años la pauta anual de cambios que marca la curva de concentraciones estimadas de la $PM_{2,5}$. Para la población femenina se observa una desviación del patrón en el año 2005 mientras que el resto de los años las curvas de las estimaciones siguen el sentido de las variaciones anuales de la concentración del contaminante. La tendencia general de las estimaciones en los dos sexos es decreciente. Asimismo en ambos sexos la estimación inferior muestra una forma más aplanada, pudiendo también apreciarse como en las mujeres el modelo log-lineal dibuja unas curvas más planas que en los otros casos.

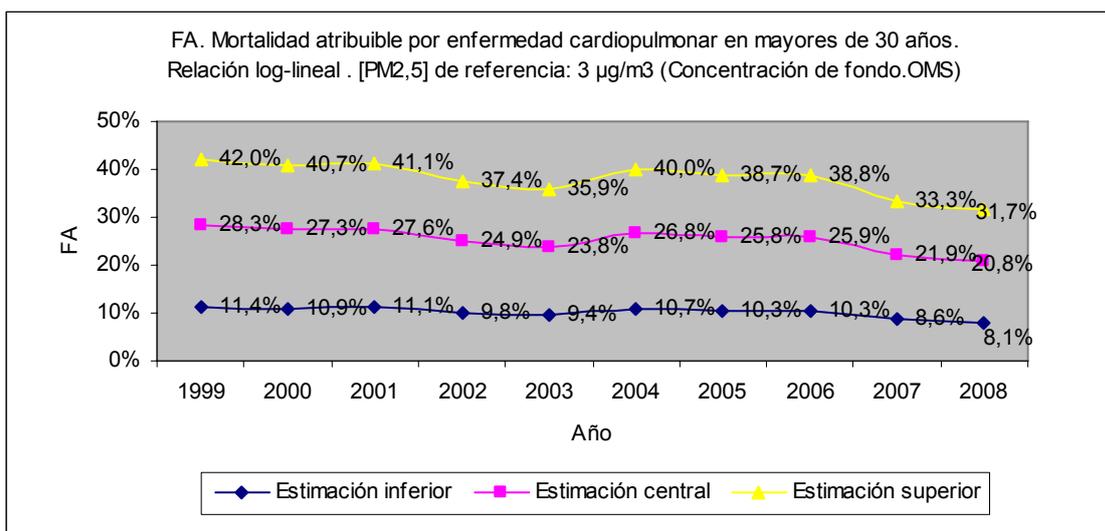
Interpretación: posiblemente, si se considerase el escenario con un valor natural de “fondo” de exposición a la $PM_{2,5}$ de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ durante el periodo de estudio, se podrían haber atribuido al nivel de exposición anual estimado a la $PM_{2,5}$ un número notable de fallecimientos anuales en ambos sexos por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid.

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 3 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 3 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Indicador: FA de la mortalidad atribuible por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años (modelo log-lineal).

Gráfico 53



Descripción: estimación del impacto o contribución de la exposición estimada a la PM_{2,5} a la mortalidad anual por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años mediante la proporción de dicha mortalidad que podría atribuirse a la exposición estimada a la PM_{2,5} respecto a un determinado valor natural de “fondo” asumido a priori.

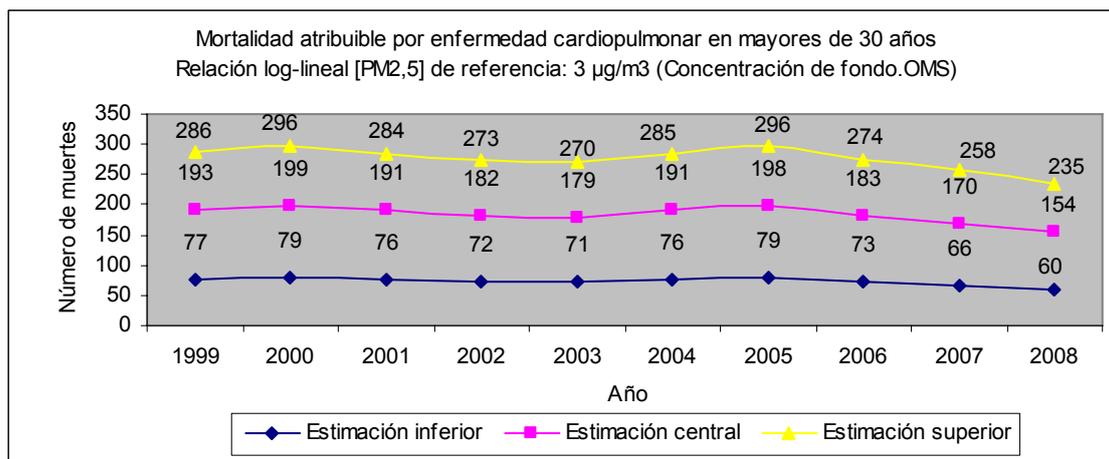
Magnitud: los porcentajes obtenidos, todos positivos, pueden considerarse muy notables, superiores como era de esperar a los del mismo modelo en los dos escenarios previos, que asumen niveles de referencia más elevados. Asimismo son mayores que los proporcionados por el modelo lineal.

Evolución: se sigue la pauta anual de cambios marcada por la curva con las concentraciones estimadas de PM_{2,5}, sin observarse variación en los años 2000 y 2005. El modelo log-lineal dibuja unas curvas más aplanadas que el lineal, especialmente para la estimación inferior. La tendencia es descendente.

Interpretación: posiblemente, si se considerase este escenario con un valor natural de “fondo” de exposición a la PM_{2,5} de 3 µg/m³ durante el periodo de estudio, se podría haber atribuido al nivel de exposición anual estimado a la PM_{2,5} una proporción muy notable de la mortalidad anual por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid.

Indicador: mortalidad atribuible por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años (modelo log-lineal).

Gráfico 54



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles estimados de $PM_{2,5}$ con una determinada concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad que podría atribuirse al nivel de contaminación estimado de $PM_{2,5}$ respecto a ese valor natural de “fondo” asumido a priori.

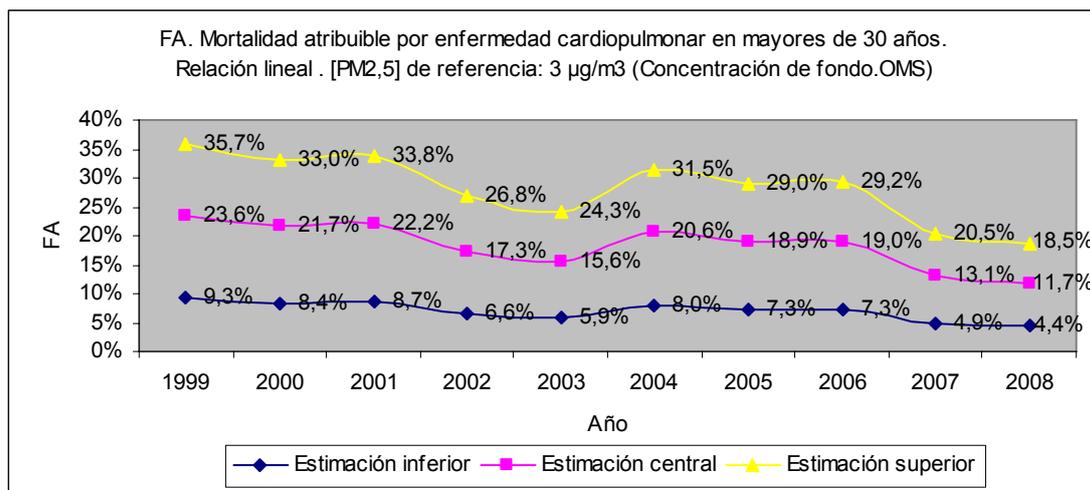
Magnitud: todos los resultados son positivos y pueden calificarse de muy notables, superiores a los obtenidos en los escenarios previos para este mismo modelo. Asimismo son mayores que los que se observan para un modelo lineal.

Evolución: se sigue el patrón anual de cambios observado en la curva de concentraciones estimadas de $PM_{2,5}$, excepto en los años 2000 y 2005, que muestran una desviación e indican un ligero aumento de la mortalidad atribuible estimada en esos dos años. La tendencia a lo largo del periodo es decreciente. El modelo log-lineal presenta unas curvas de formas más aplanadas que el modelo lineal, especialmente para la estimación inferior.

Interpretación: posiblemente, si se considerase el escenario con un valor natural de “fondo” de exposición a la $PM_{2,5}$ de $3 \mu g/m^3$ durante el periodo de estudio, se podrían haber atribuido al nivel de exposición anual estimado a la $PM_{2,5}$ un número muy notable de fallecimientos anuales por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid.

Indicador: FA de la mortalidad atribuible por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años (modelo lineal).

Gráfico 55



Descripción: estimación del impacto o contribución de la exposición estimada a la PM_{2,5} a la mortalidad anual por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años mediante la proporción de dicha mortalidad que podría atribuirse a la exposición estimada a la PM_{2,5} respecto a un determinado valor natural de “fondo” asumido a priori.

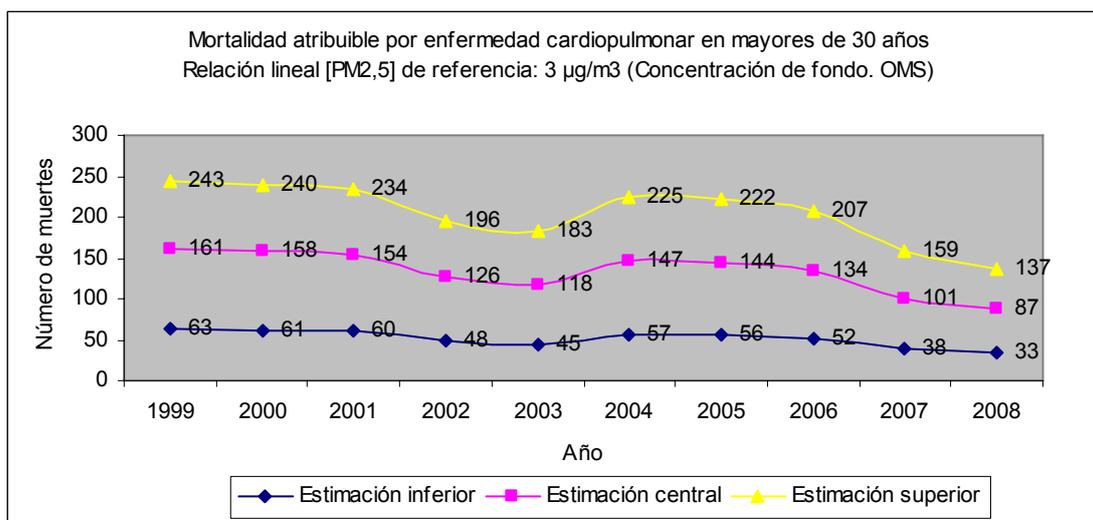
Magnitud: los porcentajes obtenidos, todos positivos, pueden considerarse muy notables, superiores a los obtenidos para este mismo modelo en los dos escenarios previos que asumen niveles de referencia más elevados. Asimismo son ligeramente inferiores a los que muestra el modelo log-lineal previo

Evolución: similar a la pauta anual de cambios que dibuja la curva de concentraciones estimadas de PM_{2,5}, sin cambios en los años 2000 y 2005. La estimación inferior presenta una forma más aplanada. La tendencia es descendente.

Interpretación: posiblemente, si se considerase este escenario con un valor natural de “fondo” de exposición a la PM_{2,5} de 3 µg/m³ durante el periodo de estudio, se podría haber atribuido al nivel de exposición anual estimado a la PM_{2,5} una proporción muy notable de la mortalidad anual por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid.

Indicador: mortalidad atribuible por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años (modelo lineal).

Gráfico 56



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles estimados de PM_{2,5} con una determinada concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad que podría atribuirse al nivel de contaminación estimado de PM_{2,5} respecto a ese valor natural de “fondo” asumido a priori.

Magnitud: los valores obtenidos, todos positivos, pueden calificarse de muy notables, superiores a los obtenidos en los dos escenarios previos para este mismo modelo e inferiores a los observados bajo este mismo escenario para un modelo log-lineal.

Evolución: a diferencia del modelo log-lineal, se sigue el patrón anual de cambios que marca la curva de concentraciones estimadas de PM_{2,5}, sin variaciones en los años 2000 y 2005. La tendencia a lo largo del periodo es decreciente. La estimación inferior presenta una forma más aplanada que las otras dos curvas.

Interpretación: posiblemente, si se considerase el escenario con un valor natural de “fondo” de exposición a la PM_{2,5} de 3 µg/m³ durante el periodo de estudio, se podrían haber atribuido al nivel de exposición anual estimado a la PM_{2,5} un número muy notable de fallecimientos anuales por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid.

Indicador: mortalidad atribuible según el sexo por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años (modelos log-lineal y lineal).

Gráfico 57

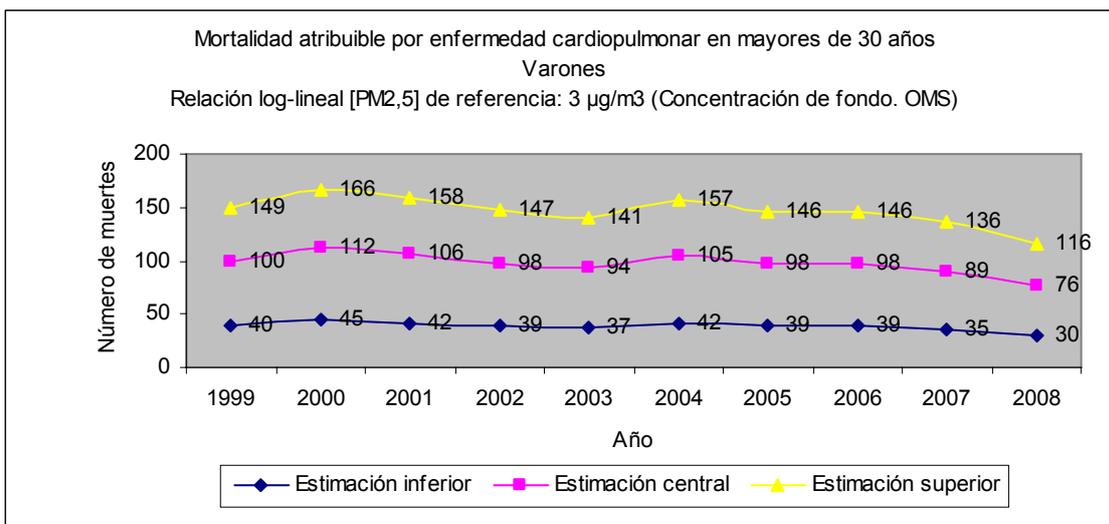


Gráfico 58

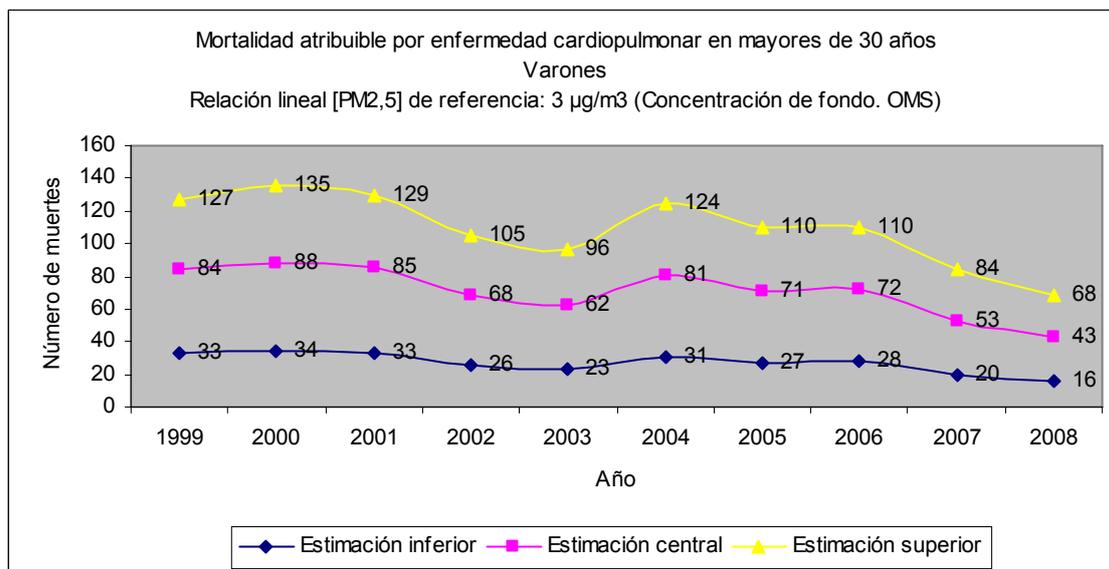


Gráfico 59

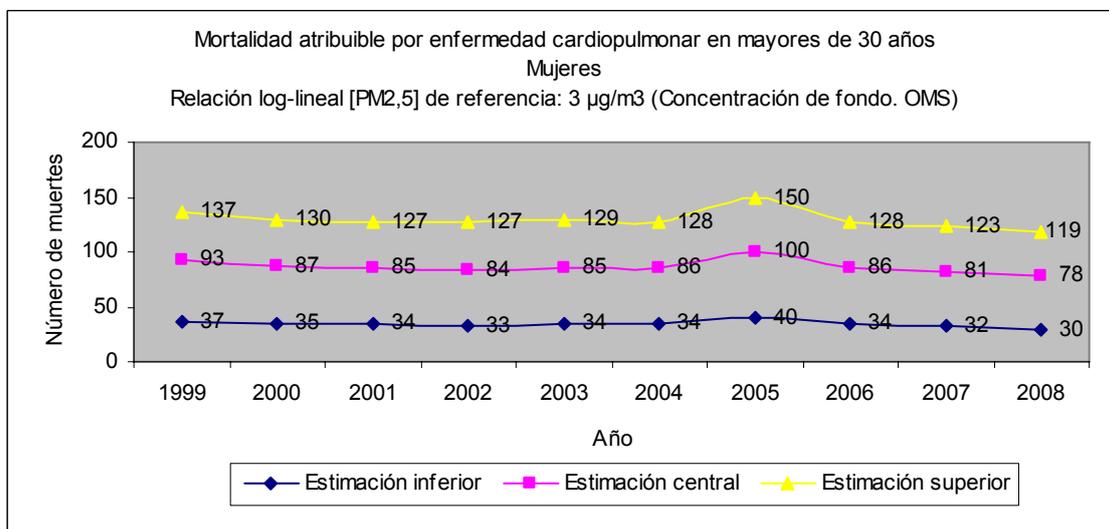
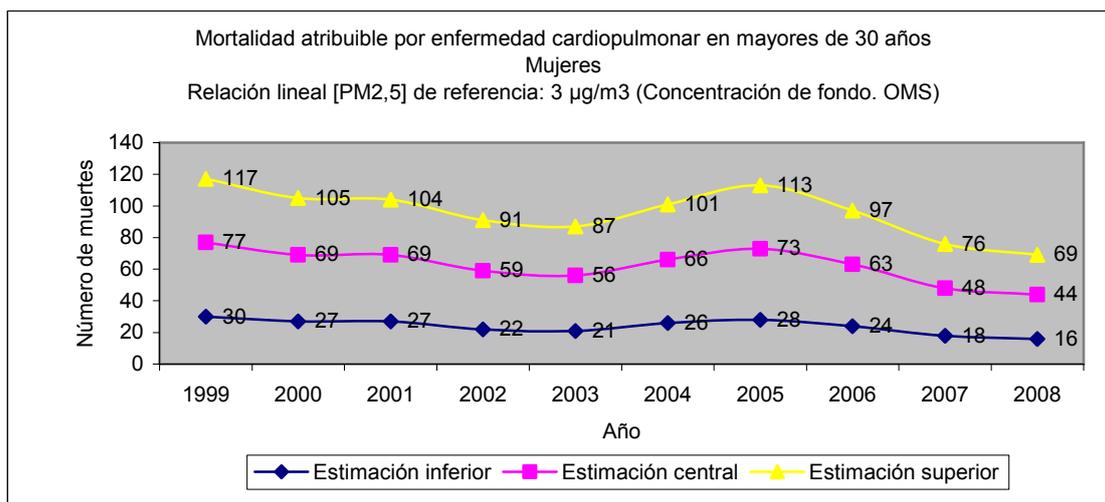


Gráfico 60



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales según el sexo por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles estimados de PM_{2,5} con una determinada concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad que podría atribuirse al nivel de contaminación estimado de PM_{2,5} respecto a ese valor natural de “fondo” asumido a priori.

Magnitud: los valores obtenidos, todos positivos, pueden calificarse de muy notables, superiores en ambos sexos a los obtenidos en los dos escenarios previos que asumían unos niveles de referencia de “fondo” más elevados. Asimismo, en los dos sexos también son mayores las estimaciones del modelo log-lineal que las del lineal. Excepto en el año 2005, las estimaciones en varones son superiores a las de las mujeres.

Evolución: en el caso de los varones, los dos modelos muestran en el año 2000 una desviación del patrón anual de cambios que dibuja la curva de concentraciones anuales del contaminante, siguiéndose el resto de años la pauta que marca la curva de concentraciones estimadas de la PM_{2,5}, con una tendencia descendente a lo largo del periodo. Para la población femenina en los dos modelos de relación se observa una desviación del patrón en el año 2005 mientras que el resto de los años las curvas de las estimaciones siguen el sentido de las variaciones anuales que muestra la curva con las concentraciones del contaminante. La trayectoria de las curvas también es descendente en las mujeres. En ambos sexos la estimación inferior muestra una forma más aplanada. Asimismo, el modelo log-lineal para la población femenina muestra unas curvas para las estimaciones central y superior más aplanadas que el modelo lineal.

Interpretación: posiblemente, si se considerase el escenario con un valor natural de “fondo” de exposición a la PM_{2,5} de 3 µg/m³ durante el periodo de estudio, se podrían haber atribuido al nivel de exposición anual estimado a la PM_{2,5} un número muy notable de fallecimientos anuales en ambos sexos por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid.

IV.2.2. Mortalidad por cáncer de pulmón en adultos mayores de 30 años

La OMS también propone reflejar las estimaciones que pueden calcularse de este indicador mediante los modelos log-lineal y lineal. La OMS recomienda el modelo log-lineal como el más adecuado para reflejar la relación entre la mortalidad y la concentración del contaminante, aunque también sugiere utilizar una relación lineal y poder así comparar las diferencias entre los dos modelos sobre las estimaciones de la mortalidad ⁴.

Se van a plantear los mismos escenarios de exposición que en el caso de la mortalidad cardiopulmonar para obtener las estimaciones de la FA y de la mortalidad (prevenible y atribuible) relacionadas con la exposición a largo plazo a la PM_{2,5} en adultos mayores de 30 años de edad en Valladolid capital para la población general y según la distribución por sexos.

Como en los casos anteriores, el modelo presenta también aquí tres estimaciones diferentes: superior, central e inferior. En cuanto a su magnitud, los valores que se obtienen son mayores conforme aumenta la diferencia entre la concentración anual estimada del contaminante y el valor de referencia en cada escenario. Igualmente, las estimaciones varían según el modelo, log-lineal o bien lineal. El modelo proporciona valores negativos para aquellos años en que la concentración anual estimada de PM_{2,5} fue inferior al valor de referencia y que se han de interpretar como valores nulos, como ya se ha explicado anteriormente. Al estimarse valores nulos es posible que no se hubieran podido evitar o atribuir fallecimientos anuales por las diferentes causas de muerte evaluadas respecto a la exposición al contaminante.

En el anexo I, el gráfico de la evolución de la mortalidad observada por cáncer de pulmón en la población general mayor de 30 años de edad muestra una tendencia ligeramente ascendente. Las cifras absolutas de mortalidad observadas en la población por esta causa son menores que para la enfermedad cardiopulmonar. En varones y mujeres los gráficos con la mortalidad observada también muestran una tendencia creciente de la mortalidad por cáncer de pulmón. Los varones presentan una mayor mortalidad por esta causa que las mujeres.

Con respecto a la magnitud de las estimaciones de FA y mortalidad, al comparar con la concentración de referencia de 25 µg/m³ el modelo lineal proporciona valores más altos que el modelo log-lineal en todos los años del periodo. Esto ocurre también en la distribución por sexos, donde la población masculina presenta estimaciones superiores a la femenina. Las magnitudes de las estimaciones en los dos modelos log-lineal y lineal no son muy diferentes entre sí.

En las condiciones de exposición ante un valor de referencia de 10 µg/m³ el modelo log-lineal presenta, en general, estimaciones inferiores al lineal en los tres primeros años del periodo de estudio, siendo superiores el resto de los años. La distribución por sexos reproduce el patrón de

la población general, con valores más elevados en varones que en mujeres. En cualquier caso, la diferencia entre la magnitud de los valores de un modelo y otro no es muy grande.

Al estimar la mortalidad atribuible frente a la referencia de concentración de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, los valores obtenidos para la FA y la mortalidad son superiores en todos los años del periodo (salvo muy ligeramente en el año 1999) en el modelo log-lineal frente al lineal, sin presentar una diferencia excesiva con los que proporciona el modelo lineal. Por sexos también se observa este patrón, en el que los varones presentan estimaciones superiores a las mujeres.

En el escenario con una concentración de “fondo” de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, el modelo log-lineal produce estimaciones superiores al lineal, con una pequeña diferencia entre los valores de ambos modelos que va aumentando a lo largo del periodo. En la distribución por sexos se observan estas mismas características. Una vez más las estimaciones en varones son mayores que las obtenidas en la población femenina. Para los varones en el modelo log-lineal en 2002 y 2003 se observa el mismo número de fallecimientos estimados.

En las condiciones de exposición con una concentración de “fondo” de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, el modelo log-lineal, tanto en población general como en la distribución por sexos, sigue proporcionando estimaciones de la FA y de la mortalidad atribuible superiores a las del modelo lineal durante todos los años del periodo. La magnitud de la diferencia entre las estimaciones de ambos modelos se va incrementando a lo largo del periodo examinado. En este escenario, la ligera desviación del patrón observado en 2003 en el escenario antes mencionado, se produce aquí en población general para el modelo log-lineal dibujando un aplanamiento de la trayectoria, también para los varones en el modelo log-lineal mostrando en 2003 un ascenso de la curva respecto al año precedente.

El modelo describe unas estimaciones que siguen en general el patrón anual de cambios marcado por la evolución de las concentraciones anuales estimadas de $\text{PM}_{2,5}$, salvo la mínima variación para el modelo log-lineal en el año 2003 señalada en ciertos escenarios de exposición, de forma que las estimaciones aumentan o disminuyen según lo hagan las concentraciones anuales estimadas del contaminante. El seguimiento de este patrón es más claro en las estimaciones superior y central, mientras que la inferior tiende a mostrar un perfil más aplanado debido quizás a una menor magnitud de la variabilidad interanual de las estimaciones. Este aplanamiento podría ser menos marcado disminuyendo la escala en que se presentan los resultados, lo que acentuaría los cambios anuales de las estimaciones. Para esta causa de muerte, el modelo no señala desviaciones del patrón anual de cambios en los años 2000 y 2005 como sí ocurría para la mortalidad cardiopulmonar.

Las desviaciones observadas para el año 2003 de la pauta para el modelo log-lineal podrían deberse a factores similares a la variación en el patrón de evolución que se ha señalado para la mortalidad por enfermedad cardiopulmonar. En este sentido, podemos señalar que en 2003 para los mayores de 30 años tanto en la población general como en la distribución por sexos no se observa un cambio brusco en la mortalidad observada, que presenta una tendencia ascendente, salvo para las mujeres en 2003 en que disminuye respecto al año precedente. Así pues, quizás el redondeo de las estimaciones puede influir en la aparición de este cambio en la pauta que muestran las curvas de las estimaciones respecto a las concentraciones anuales de $PM_{2,5}$.

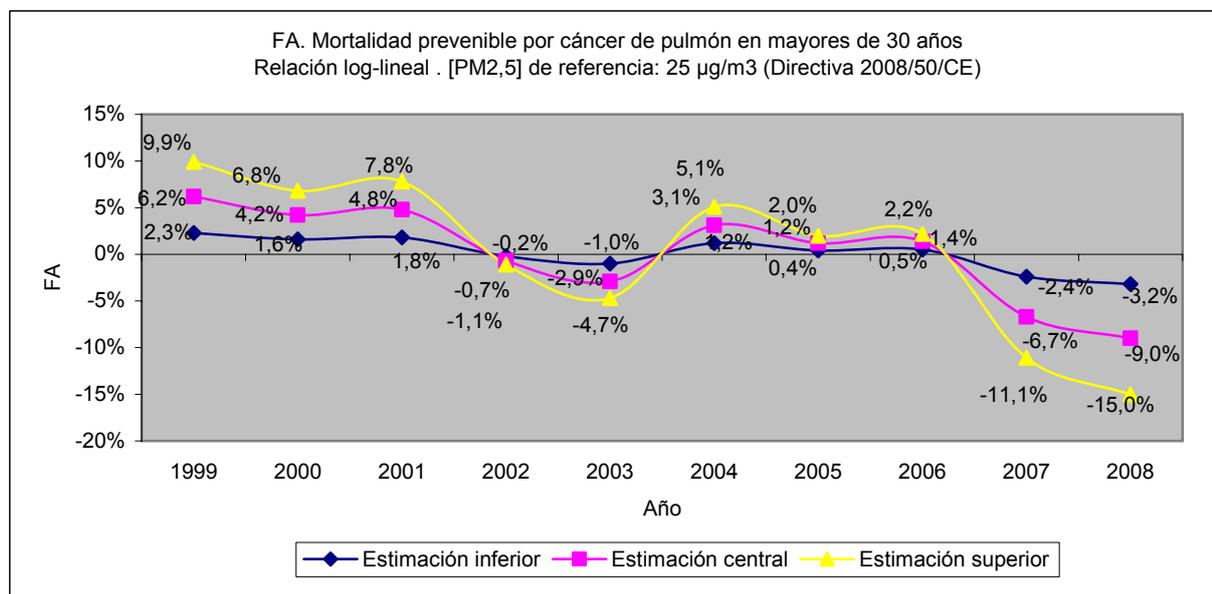
A continuación se presentan los gráficos con las estimaciones obtenidas según las distintas condiciones de exposición con que comparamos las concentraciones anuales estimadas de $PM_{2,5}$ a las que suponemos ha estado expuesta la población de la ciudad de Valladolid.

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $25 \mu g/m^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $25 \mu g/m^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Indicador: FA de la mortalidad prevenible por cáncer de pulmón en mayores de 30 años (modelo log-lineal).

Gráfico 61



Descripción: estimación del impacto o contribución de la exposición a la $PM_{2,5}$ a la mortalidad anual por cáncer de pulmón en mayores de 30 años mediante la proporción de dicha mortalidad que podría disminuirse si la exposición al factor de riesgo se redujera a la de un escenario de exposición ideal alternativo y factible.

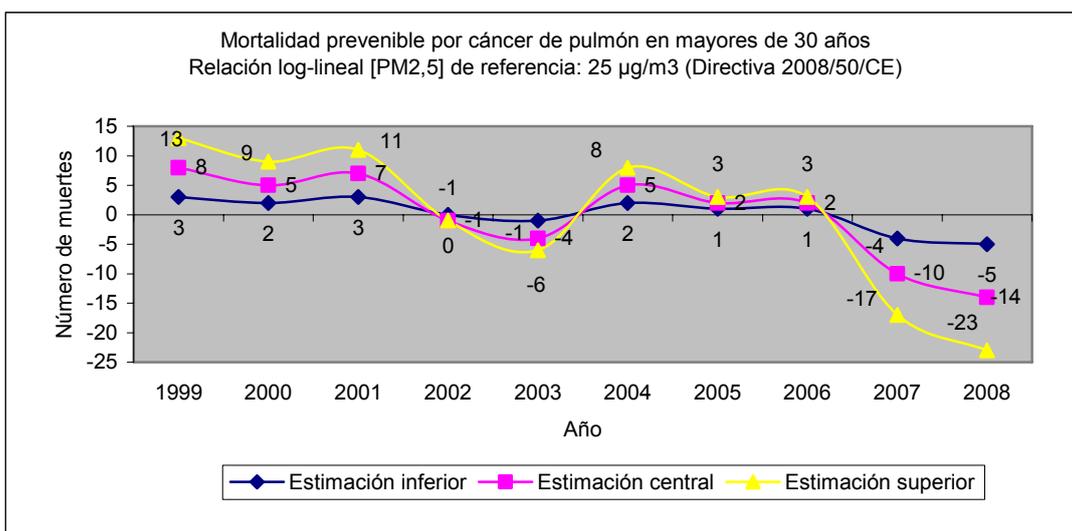
Magnitud: las estimaciones son positivas entre 1999 y 2001 así como entre 2004 y 2006, pudiendo alcanzar la estimación superior unos valores no desdeñables. El resto de años son negativas, que deberían considerarse nulas.

Evolución: las estimaciones positivas siguen el patrón anual de cambios que muestra la curva de concentraciones estimadas de PM_{2,5}. La tendencia de las estimaciones positivas es decreciente, dibujando una línea más aplanada la estimación inferior.

Interpretación: posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición a la PM_{2,5} durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por PM_{2,5} a 25 µg/m³, entre 1999 y 2001 así como entre 2004 y 2006 se habría podido prevenir una proporción no desdeñable de la mortalidad anual por cáncer de pulmón en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid mientras que el resto de años probablemente no se hubiera podido prevenir ninguna proporción de esta causa de mortalidad. En comparación con el mismo escenario de exposición para la mortalidad por enfermedad cardiopulmonar, las estimaciones de la FA de la mortalidad prevenible por cáncer de pulmón son más elevadas, por lo que entre 1999 y 2001 así como entre 2004 y 2006 en teoría habría sido posible prevenir una mayor proporción de la mortalidad anual por cáncer de pulmón que por enfermedad cardiopulmonar si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición a la PM_{2,5} durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por PM_{2,5} a 25 µg/m³.

Indicador: mortalidad prevenible por cáncer de pulmón en mayores de 30 años (modelo log-lineal).

Gráfico 62



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales por cáncer de pulmón en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles estimados de PM_{2,5} con una concentración objetivo o “diana” superior

a la concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad asociada a la exposición a la PM_{2,5} y que podría evitarse si se asumiera esa concentración objetivo o “diana”.

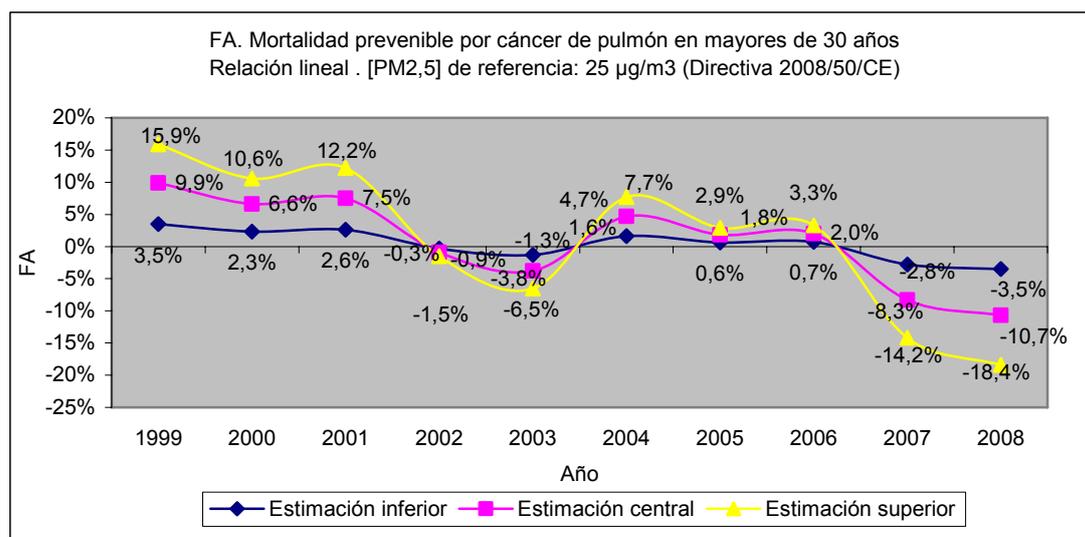
Magnitud: las estimaciones son positivas entre 1999 y 2001 así como entre 2004 y 2006, pudiendo alcanzar la estimación superior unos valores no desdeñables. El resto de años son negativas, que deberían considerarse nulas.

Evolución: las estimaciones positivas adoptan el patrón de cambios anuales que dibuja la curva de concentraciones estimadas de PM_{2,5}. La tendencia es descendente, siendo más aplanada la estimación inferior.

Interpretación: posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por PM_{2,5} a 25 µg/m³, entre 1999 y 2001 así como entre 2004 y 2006 se habría podido evitar un número no desdeñable de fallecimientos anuales por cáncer de pulmón en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid, mientras que el resto de años del periodo esta reducción de mortalidad probablemente no habría sido posible. En comparación con el mismo escenario de exposición para la mortalidad por enfermedad cardiopulmonar, las estimaciones de mortalidad anual por cáncer de pulmón son menores, reflejo de la inferior mortalidad por cáncer de pulmón observada en la población, por lo que entre 1999 y 2001 así como entre 2004 y 2006 en teoría habría sido posible evitar un menor número de fallecimientos anuales por cáncer de pulmón en mayores de 30 años que por enfermedad cardiopulmonar si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición a la PM_{2,5} durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por PM_{2,5} a 25 µg/m³.

Indicador: FA de la mortalidad prevenible por cáncer de pulmón en mayores de 30 años (modelo lineal).

Gráfico 63



Descripción: estimación del impacto o contribución de la exposición a la PM_{2,5} a la mortalidad anual por cáncer de pulmón en mayores de 30 años mediante la proporción de dicha mortalidad

que podría disminuirse si la exposición al factor de riesgo se redujera a la de un escenario de exposición ideal alternativo y factible.

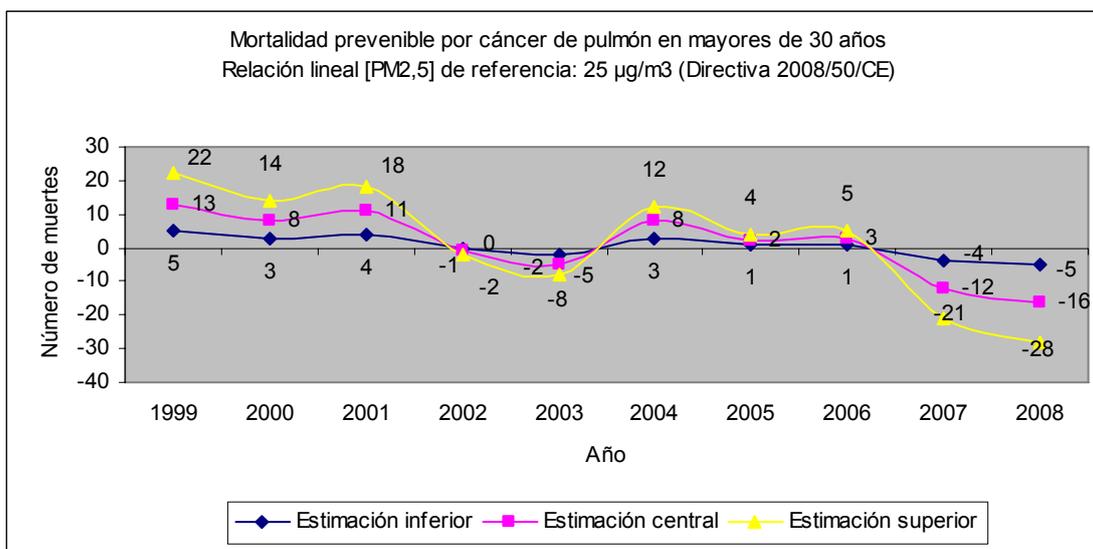
Magnitud: las estimaciones son positivas entre 1999 y 2001 así como entre 2004 y 2006, mayores que las obtenidas en el modelo log-lineal, pudiendo alcanzar la estimación superior unos valores apreciables. El resto de años son negativas, que deberían considerarse nulas.

Evolución: las estimaciones positivas mantienen la pauta anual de cambios observada en la curva de concentraciones estimadas de PM_{2,5}. La tendencia de las estimaciones positivas es descendente, siendo más plana la estimación inferior.

Interpretación: posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición a la PM_{2,5} durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por PM_{2,5} a 25 µg/m³, entre 1999 y 2001 así como entre 2004 y 2006 se habría podido prevenir una proporción apreciable (superior a la estimada en el modelo log-lineal) de la mortalidad anual por cáncer de pulmón en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid mientras que en el resto de años probablemente no se hubiera podido prevenir ninguna proporción de esta causa de mortalidad. Como en el modelo log-lineal, en comparación con el mismo escenario de exposición para la mortalidad por enfermedad cardiopulmonar, las estimaciones de la FA de la mortalidad prevenible por cáncer de pulmón son más elevadas, por lo que entre 1999 y 2001 así como entre 2004 y 2006 en teoría habría sido posible prevenir una mayor proporción de la mortalidad anual por cáncer de pulmón que por enfermedad cardiopulmonar si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición a la PM_{2,5} durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por PM_{2,5} a 25 µg/m³.

Indicador: mortalidad prevenible por cáncer de pulmón en mayores de 30 años (modelo lineal).

Gráfico 64



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales por cáncer de pulmón en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles estimados de $PM_{2,5}$ con una concentración objetivo o “diana” superior a la concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad asociada a la exposición a la $PM_{2,5}$ y que podría evitarse si se asumiera esa concentración objetivo o “diana”.

Magnitud: las estimaciones son positivas entre 1999 y 2001 así como entre 2004 y 2006, mayores que las del modelo log-lineal, pudiendo alcanzar la estimación superior unos valores no desdeñables. El resto de años son negativas, que deberían considerarse nulas.

Evolución: las estimaciones positivas dibujan una pauta semejante al patrón de cambios anuales de la concentración estimada de $PM_{2,5}$, siendo más aplanada la estimación inferior. La tendencia es descendente.

Interpretación: posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por $PM_{2,5}$ a $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, entre 1999 y 2001 así como entre 2004 y 2006 se habría podido evitar un número no desdeñable (superior al estimado en el modelo log-lineal) de fallecimientos anuales por cáncer de pulmón en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid, mientras que en el resto de años del periodo esta reducción de mortalidad probablemente no habría sido posible. Al igual que ocurría en el modelo log-lineal, al comparar con el mismo escenario de exposición para la mortalidad por enfermedad cardiopulmonar, las estimaciones de mortalidad anual por cáncer de pulmón son menores, reflejo de la inferior mortalidad por cáncer de pulmón observada en la población, por lo que entre 1999 y 2001 así como entre 2004 y 2006 en teoría habría sido posible evitar un menor número de fallecimientos anuales por cáncer de pulmón en mayores de 30 años que por enfermedad cardiopulmonar si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición a la $PM_{2,5}$ durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por $PM_{2,5}$ a $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Indicador: mortalidad prevenible según el sexo por cáncer de pulmón en mayores de 30 años (modelos log-lineal y lineal).

Gráfico 65

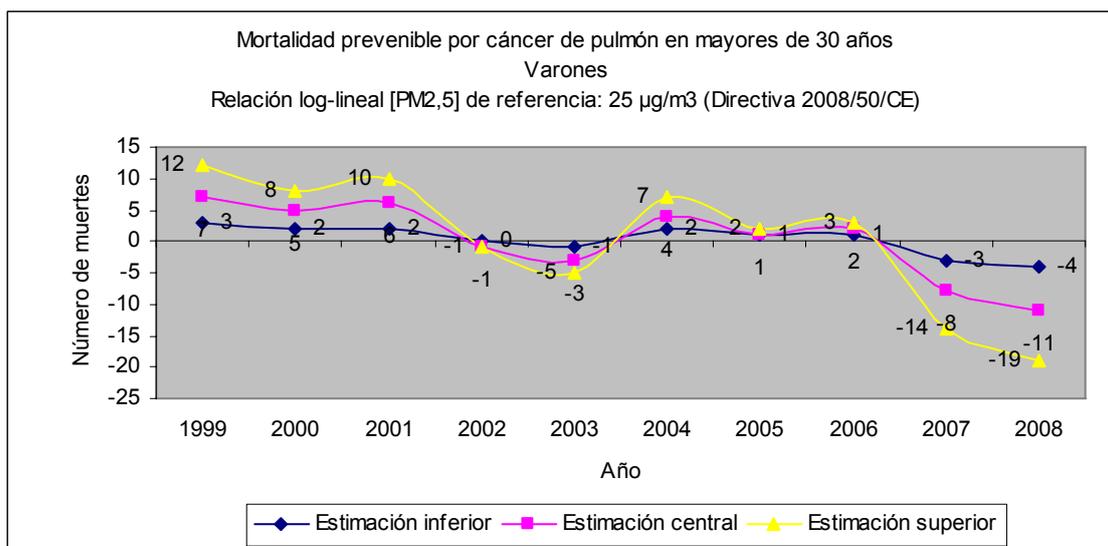


Gráfico 66

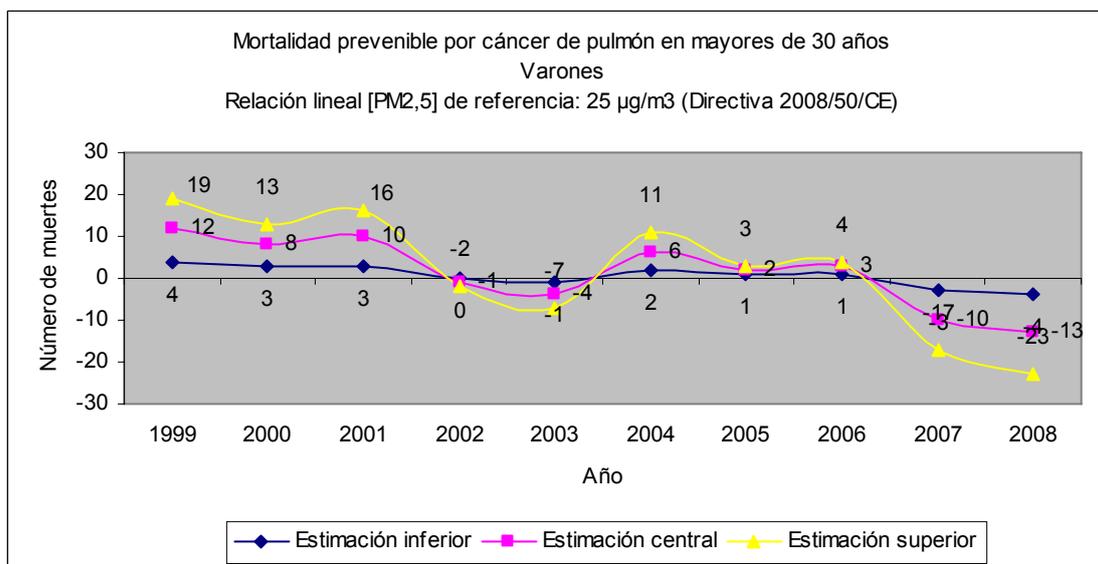


Gráfico 67

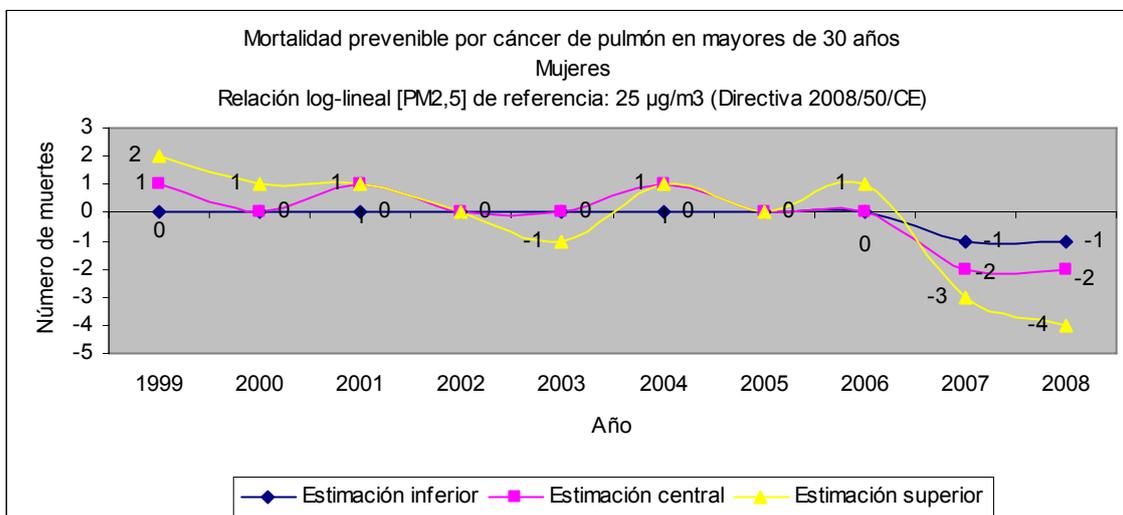
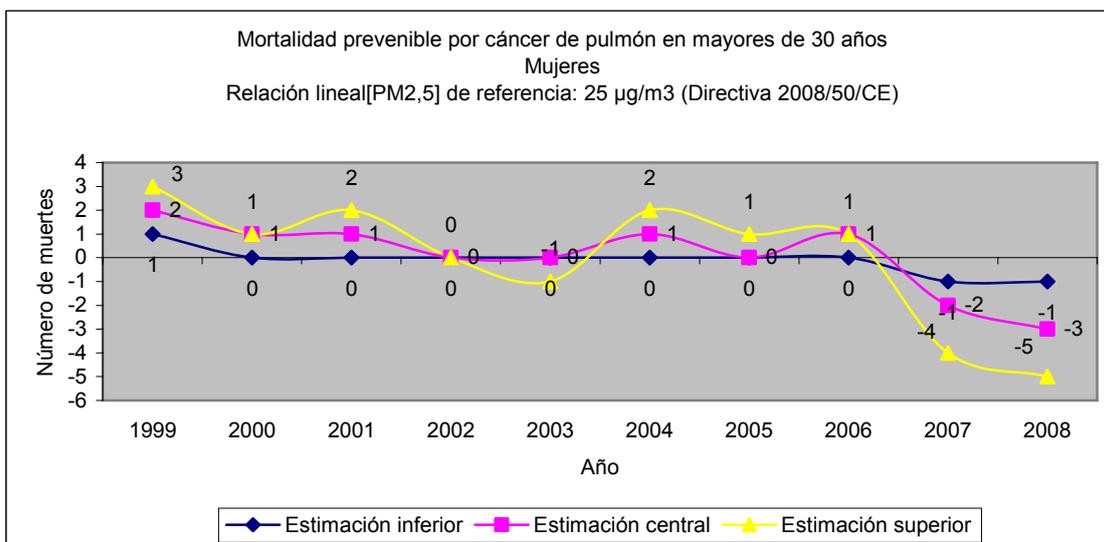


Gráfico 68



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales según el sexo por cáncer de pulmón en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles estimados de PM_{2,5} con una concentración objetivo o “diana” superior a la concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad asociada a la exposición a la PM_{2,5} y que podría evitarse si se asumiera esa concentración objetivo o “diana”.

Magnitud: en varones las estimaciones son positivas entre 1999 y 2001 así como entre 2004 y 2006, superiores a las obtenidas en mujeres. Asimismo son mayores en los modelos lineales respecto a los log-lineales, pudiendo alcanzar la estimación superior unos valores no desdeñables. El resto de años son negativas, que deberían considerarse nulas. En la población femenina únicamente en el modelo lineal para el año 1999 todas las estimaciones resultaron positivas. El resto de años y en ambos modelos la estimación inferior es nula y las estimaciones superior y central presentan estimaciones positivas que en el modelo lineal coinciden con los mismos años que en varones y población general (1999 a 2001 y entre 2004 y 2006), siendo más erráticas en el modelo log-lineal.

Evolución: en varones las estimaciones positivas siguen la pauta anual de cambios que dibuja la curva de concentraciones estimadas de PM_{2,5}. La tendencia es decreciente, siendo más aplanada la estimación inferior. En mujeres, en el modelo lineal se puede apreciar que las estimaciones positivas se asemejan más claramente al patrón anual de cambios observado en la curva de concentraciones estimadas de PM_{2,5} mientras que en el modelo log-lineal es más difícil identificar el patrón, quizás por las bajas cifras de mortalidad por cáncer de pulmón observadas en su grupo de población que bajo este modelo proporcionan unas estimaciones quizás más inestables.

Interpretación: posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por PM_{2,5} a 25 µg/m³, entre 1999 y 2001 así como entre 2004 y 2006 se habría podido evitar un

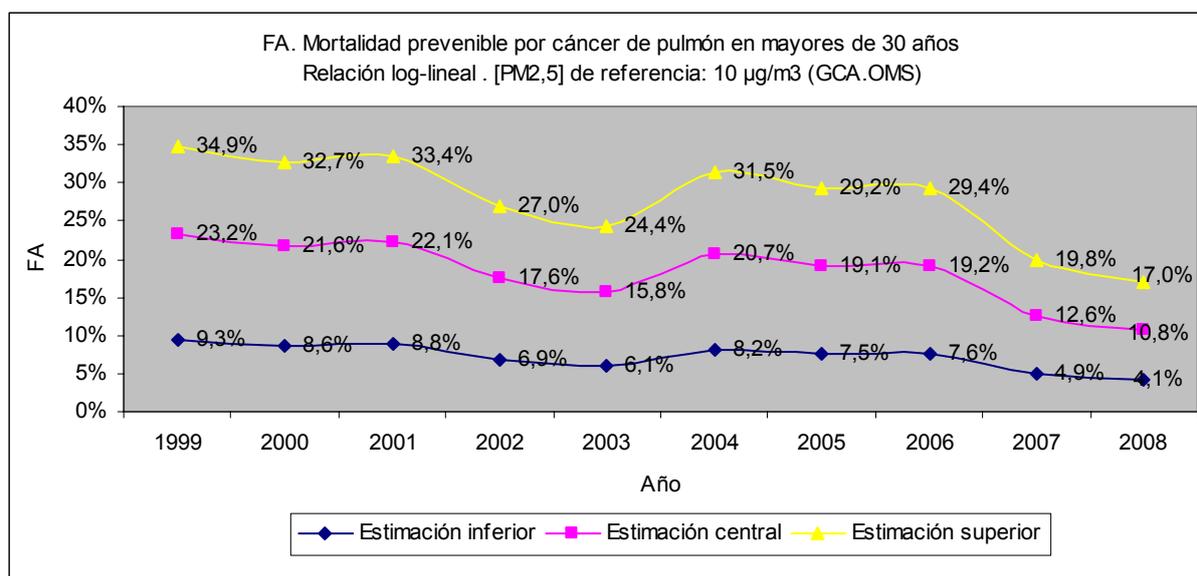
número no desdeñable de fallecimientos anuales en varones mayores de 30 años por cáncer de pulmón en la ciudad de Valladolid, mientras que en el resto de años del periodo esta reducción de mortalidad probablemente no habría sido posible. En las mujeres este descenso en la mortalidad por cáncer de pulmón en mayores de 30 años se habría podido producir en 1999, mientras que en el resto de años del periodo de estudio probablemente no habría sido posible. Al igual que ocurría en población general, al comparar con el mismo escenario de exposición para la mortalidad por enfermedad cardiopulmonar, las estimaciones de mortalidad anual por cáncer de pulmón son menores, consecuencia de la inferior mortalidad por cáncer de pulmón observada en la población, por lo que entre 1999 y 2001 así como entre 2004 y 2006 en teoría habría sido posible evitar un menor número de fallecimientos anuales por cáncer de pulmón en varones mayores de 30 años que por enfermedad cardiopulmonar si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición a la $PM_{2,5}$ durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por $PM_{2,5}$ a $25 \mu g/m^3$. En las mujeres esta circunstancia se habría podido producir en 1999.

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $10 \mu g/m^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $10 \mu g/m^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Indicador: FA de la mortalidad prevenible por cáncer de pulmón en mayores de 30 años (modelo log-lineal).

Gráfico 69



Descripción: estimación del impacto o contribución de la exposición a la $PM_{2,5}$ a la mortalidad anual por cáncer de pulmón en mayores de 30 años mediante la proporción de dicha mortalidad que podría disminuirse si la exposición al factor de riesgo se redujera a la de un escenario de exposición ideal alternativo y factible.

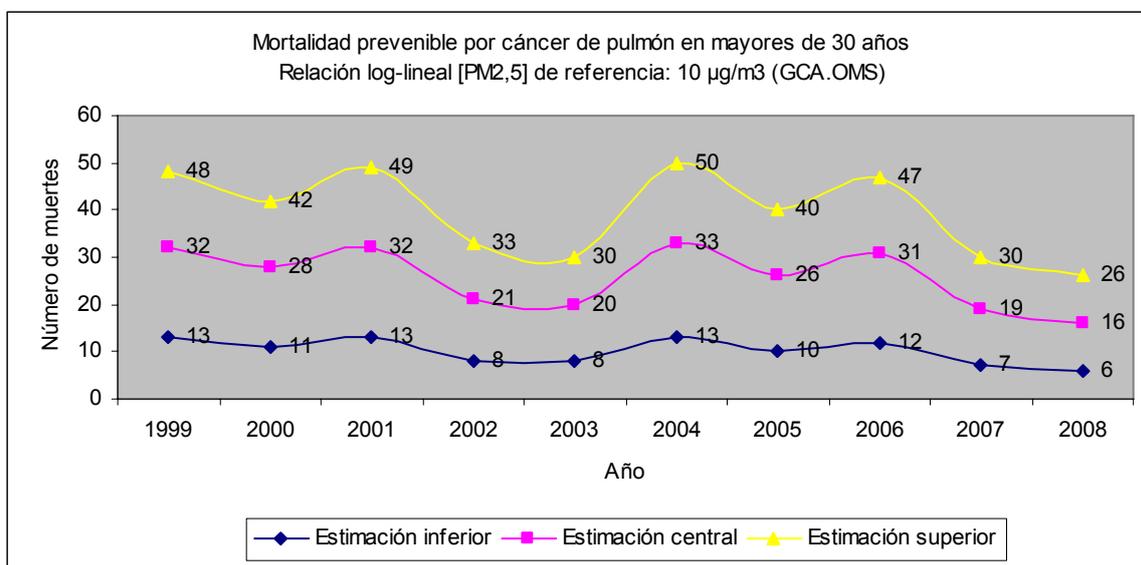
Magnitud: las estimaciones son positivas durante todo el periodo, mayores que las obtenidas en el escenario anterior (menos riguroso), pudiendo alcanzar la estimación superior unos valores considerables.

Evolución: similar a la pauta anual de cambios observada en la curva de concentraciones estimadas de PM_{2,5}. La tendencia es decreciente, siendo más aplanada la estimación inferior.

Interpretación: posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición a la PM_{2,5} durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por PM_{2,5} a 10 µg/m³ como recomienda la OMS, se habría podido prevenir una proporción considerable de la mortalidad anual por cáncer de pulmón en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid, superior a la estimada en el escenario anterior (con un valor de referencia menos riguroso). Al comparar con el mismo escenario de exposición para la mortalidad por enfermedad cardiopulmonar, las estimaciones de la FA de la mortalidad prevenible por cáncer de pulmón son más elevadas, por lo que en teoría habría sido posible prevenir una mayor proporción de la mortalidad anual por cáncer de pulmón que por enfermedad cardiopulmonar si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición a la PM_{2,5} durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por PM_{2,5} a 10 µg/m³.

Indicador: mortalidad prevenible por cáncer de pulmón en mayores de 30 años (modelo log-lineal).

Gráfico 70



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales por cáncer de pulmón en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles estimados de PM_{2,5} con una concentración objetivo o “diana” superior a la concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad asociada a la exposición a la PM_{2,5} y que podría evitarse si se asumiera esa concentración objetivo o “diana”.

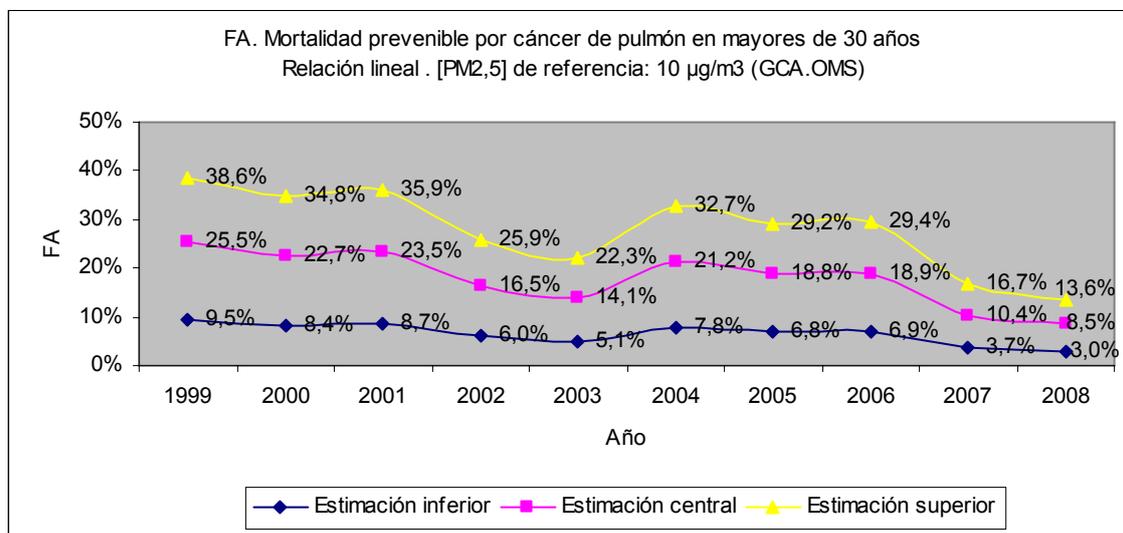
Magnitud: las estimaciones son positivas en todo el periodo, mayores que las obtenidas en el escenario anterior (menos riguroso), pudiendo alcanzar la estimación superior unos valores considerables.

Evolución: semejante al patrón anual de cambios que muestra la curva de concentraciones estimadas de PM_{2,5}. La tendencia es decreciente, siendo más plana la estimación inferior.

Interpretación: posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por PM_{2,5} a 10 µg/m³ como recomienda la OMS, se habría podido evitar un número considerable de fallecimientos anuales por cáncer de pulmón en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid, superior al obtenido en el escenario anterior (con un valor de referencia menos riguroso). Al comparar con el mismo escenario de exposición para la mortalidad por enfermedad cardiopulmonar, las estimaciones de mortalidad anual por cáncer de pulmón son menores, reflejo de la inferior mortalidad por cáncer de pulmón observada en la población, por lo en teoría habría sido posible evitar un menor número de fallecimientos anuales por cáncer de pulmón en mayores de 30 años que por enfermedad cardiopulmonar si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición a la PM_{2,5} durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por PM_{2,5} a 10 µg/m³.

Indicador: FA de la mortalidad prevenible por cáncer de pulmón en mayores de 30 años (modelo lineal).

Gráfico 71



Descripción: estimación del impacto o contribución de la exposición a la PM_{2,5} a la mortalidad anual por cáncer de pulmón en mayores de 30 años mediante la proporción de dicha mortalidad que podría disminuirse si la exposición al factor de riesgo se redujera a la de un escenario de exposición ideal alternativo y factible.

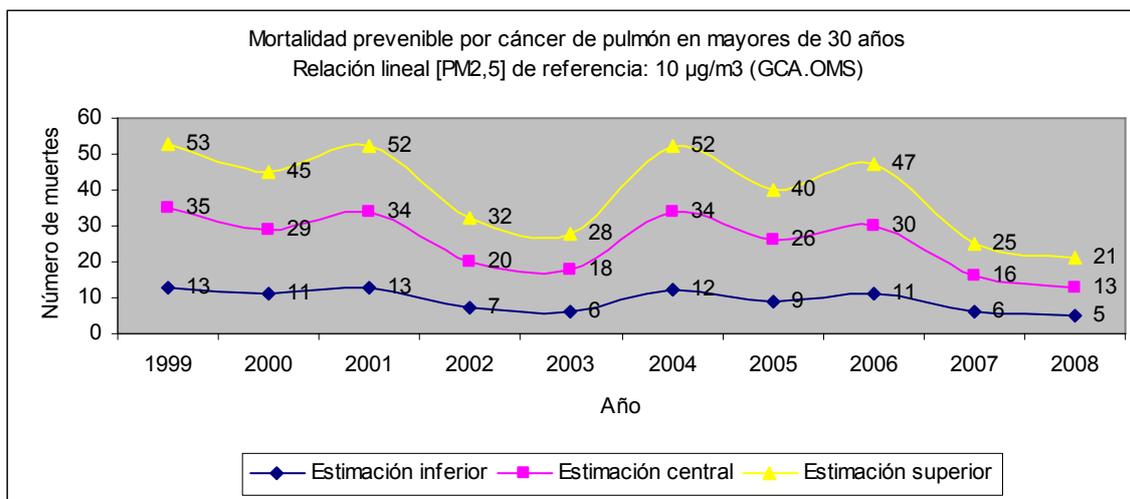
Magnitud: las estimaciones son positivas durante todo el periodo, mayores que las obtenidas en el escenario anterior (menos exigente) y que las del modelo log-lineal en los tres primeros años del periodo de análisis , pudiendo alcanzar la estimación superior unos valores considerables.

Evolución: se sigue la pauta anual de cambios que dibujan las concentraciones estimadas de $PM_{2,5}$. La tendencia es decreciente siendo más aplanada la estimación inferior.

Interpretación: posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición a la $PM_{2,5}$ durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por $PM_{2,5}$ a $10 \mu g/m^3$ como recomienda la OMS, se habría podido prevenir una proporción considerable de la mortalidad anual por cáncer de pulmón en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid, superior a la estimada en el escenario anterior (con un valor de referencia menos riguroso). Al comparar con el mismo escenario de exposición para la mortalidad por enfermedad cardiopulmonar, las estimaciones de la FA de la mortalidad prevenible por cáncer de pulmón son más elevadas, por lo que en teoría habría sido posible prevenir una mayor proporción de la mortalidad anual por cáncer de pulmón que por enfermedad cardiopulmonar si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición a la $PM_{2,5}$ durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por $PM_{2,5}$ a $10 \mu g/m^3$.

Indicador: mortalidad prevenible por cáncer de pulmón en mayores de 30 años (modelo lineal).

Gráfico 72



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales por cáncer de pulmón en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles estimados de $PM_{2,5}$ con una concentración objetivo o “diana” superior a la concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad asociada a la exposición a la $PM_{2,5}$ y que podría evitarse si se asumiera esa concentración objetivo o “diana”.

Magnitud: las estimaciones son positivas en todo el periodo, mayores que las obtenidas en el escenario anterior (menos riguroso), y que las del modelo log-lineal para las estimaciones superior y central en los tres primeros años del periodo, pudiendo alcanzar la estimación superior unos valores considerables.

Evolución: se continúa el patrón anual de cambios que señala la curva de las concentraciones estimadas de $PM_{2.5}$. La tendencia es decreciente, siendo más aplanada la estimación inferior.

Interpretación: posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por $PM_{2.5}$ a $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como recomienda la OMS, se habría podido evitar un número considerable de fallecimientos anuales por cáncer de pulmón en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid, superior al obtenido en el escenario anterior (con un valor de referencia menos riguroso). Al comparar con el mismo escenario de exposición para la mortalidad por enfermedad cardiopulmonar, las estimaciones de mortalidad anual por cáncer de pulmón son menores, reflejo de la inferior mortalidad por cáncer de pulmón observada en la población, por lo en teoría habría sido posible evitar un menor número de fallecimientos anuales por cáncer de pulmón en mayores de 30 años que por enfermedad cardiopulmonar si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición a la $PM_{2.5}$ durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por $PM_{2.5}$ a $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Indicador: mortalidad prevenible según el sexo por cáncer de pulmón en mayores de 30 años (modelos log-lineal y lineal).

Gráfico 73

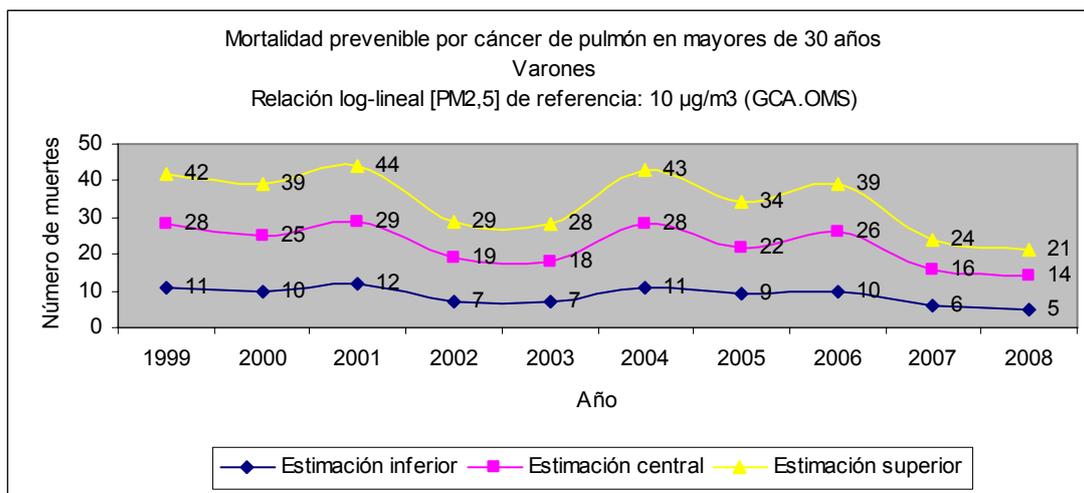


Gráfico 74

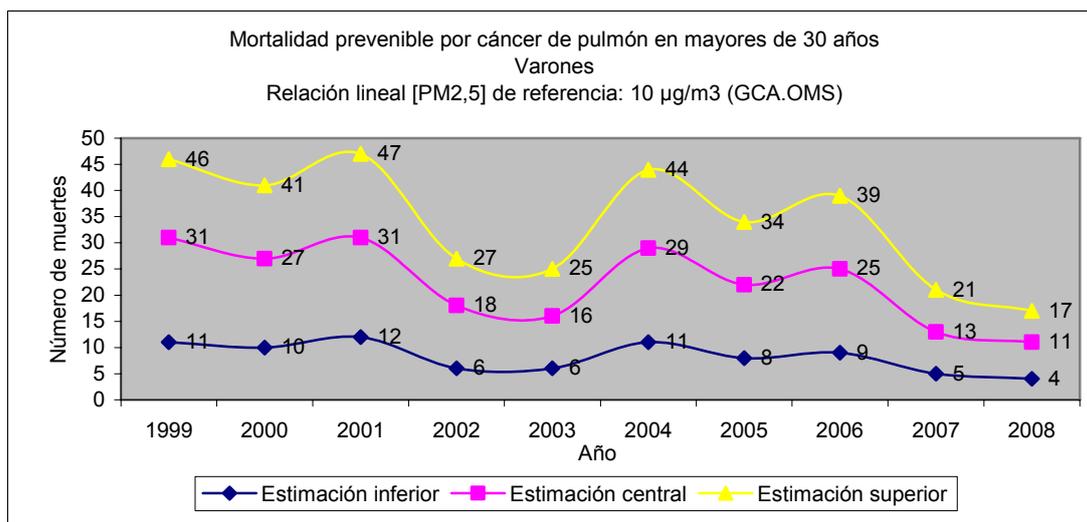


Gráfico 75

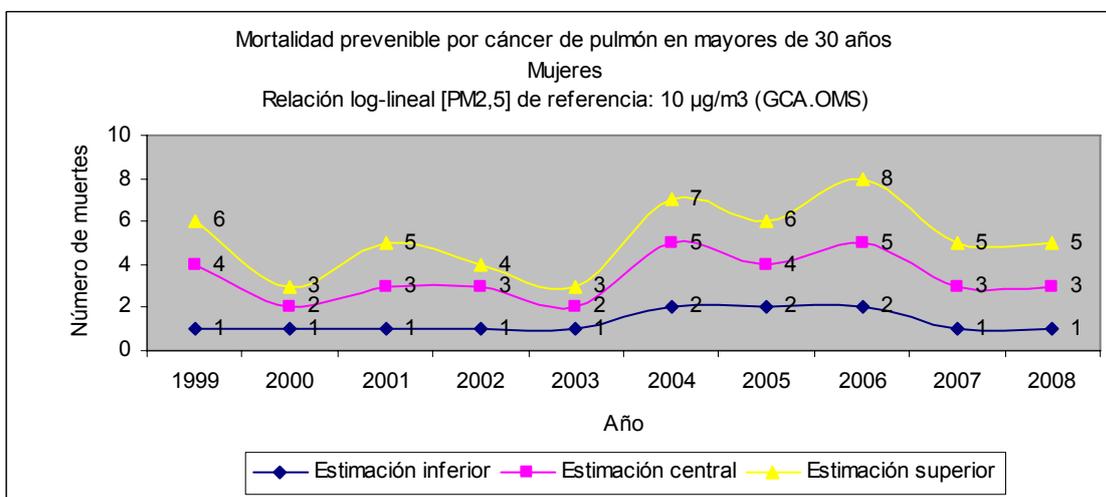
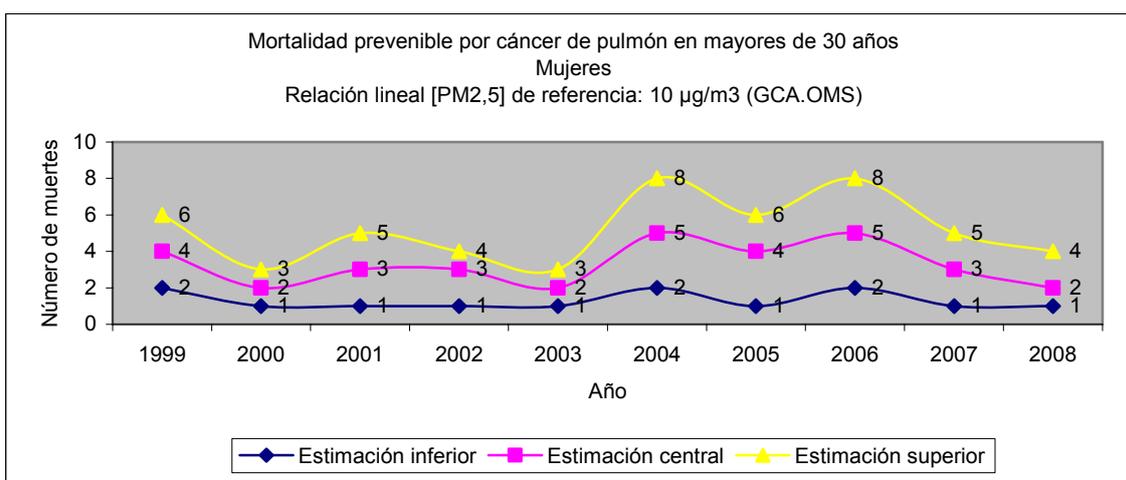


Gráfico 76



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales según el sexo por cáncer de pulmón en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles estimados de PM_{2,5} con una concentración objetivo o “diana” superior a la concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad

asociada a la exposición a la $PM_{2,5}$ y que podría evitarse si se asumiera esa concentración objetivo o “diana”.

Magnitud: las estimaciones son positivas en todo el periodo, con valores no desdeñables. En varones el modelo lineal ofrece estimaciones mayores que las del modelo log-lineal los tres primeros años del periodo. En las mujeres, los dos modelos proporcionan estimaciones prácticamente idénticas. Las estimaciones en varones son superiores a las de las mujeres.

Evolución: en ambos sexos se sigue el patrón anual de cambios señalado por la curva de las concentraciones estimadas para la $PM_{2,5}$, con la estimación inferior presentando un perfil más aplanado. La forma de las curvas en varones se asemeja más a las estimaciones calculadas para la población general, pues es mayor peso de la mortalidad masculina por cáncer de pulmón en la mortalidad por esta causa en la población general. La tendencia general de las estimaciones en el caso de los varones es decreciente, mientras que en la población femenina se podría percibir una muy leve tendencia en ascenso.

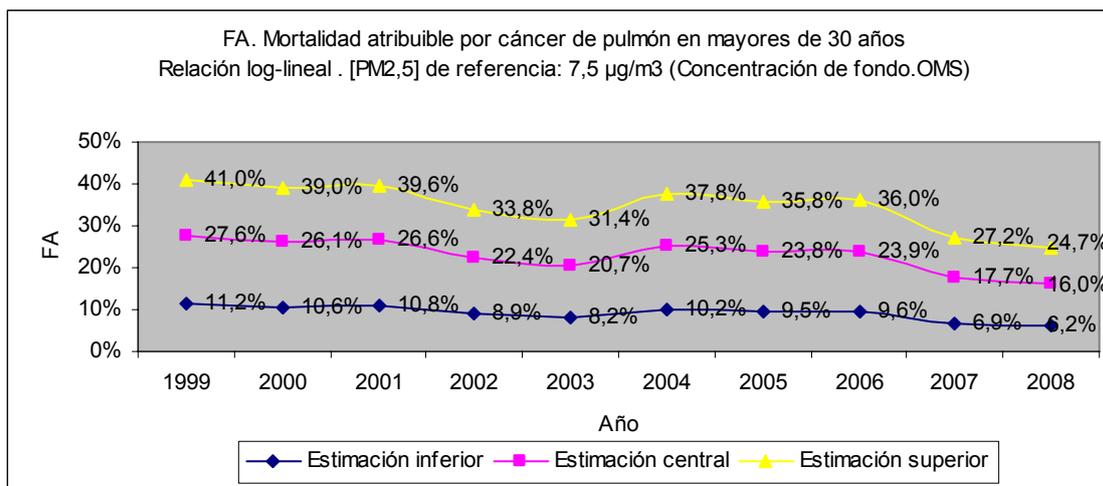
Interpretación: posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por $PM_{2,5}$ a $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, se habría podido evitar un número no desdeñable de fallecimientos anuales en ambos sexos por cáncer de pulmón en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid. Al igual que ocurría en población general, al comparar con el mismo escenario de exposición para la mortalidad por enfermedad cardiopulmonar, las estimaciones de mortalidad anual por cáncer de pulmón son menores, consecuencia de la inferior mortalidad por cáncer de pulmón observada en la población, por lo que en teoría habría sido posible evitar un menor número de fallecimientos anuales en ambos sexos por cáncer de pulmón en mayores de 30 años que por enfermedad cardiopulmonar si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición a la $PM_{2,5}$ durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por $PM_{2,5}$ a $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: *asunción de una concentración natural de “fondo” de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).*

Indicador: FA de la mortalidad atribuible por cáncer de pulmón en mayores de 30 años (modelo log-lineal).

Gráfico 77



Descripción: estimación del impacto o contribución de la exposición estimada a la $PM_{2,5}$ a la mortalidad anual por cáncer de pulmón en mayores de 30 años mediante la proporción de dicha mortalidad que podría atribuirse a la exposición estimada a la $PM_{2,5}$ respecto a un determinado valor natural de “fondo” asumido a priori.

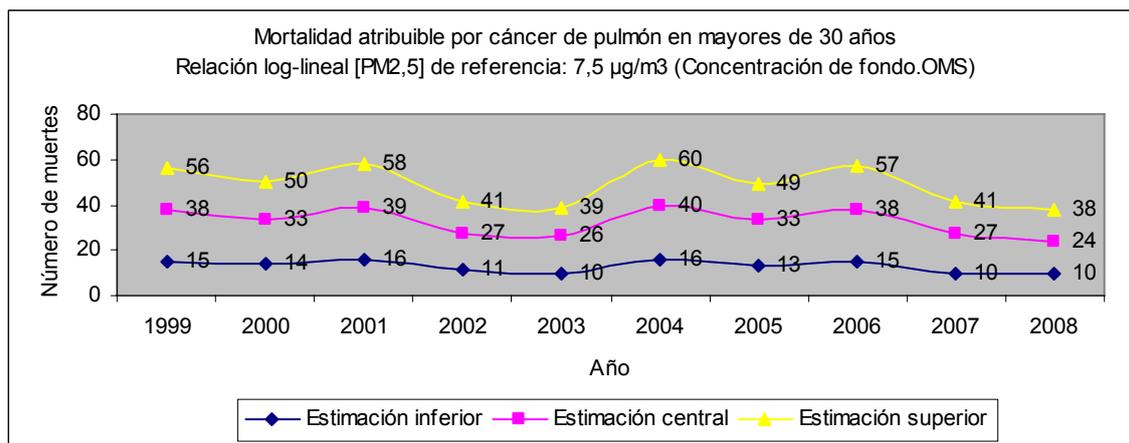
Magnitud: los porcentajes obtenidos, todos positivos, pueden calificarse de considerables.

Evolución: se sigue la pauta anual de cambios observada en la curva de concentraciones estimadas de $PM_{2,5}$. La tendencia es descendente, presentando la estimación inferior una forma más aplanada.

Interpretación: posiblemente, si se considerase este escenario con un valor natural de “fondo” de exposición a la $PM_{2,5}$ de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ durante el periodo de estudio, se podría haber atribuido al nivel de exposición anual estimado a la $PM_{2,5}$ una proporción considerable de la mortalidad anual por cáncer de pulmón en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid. Al comparar con el mismo escenario de exposición para la mortalidad por enfermedad cardiopulmonar, las estimaciones de la FA de la mortalidad atribuible por cáncer de pulmón son más elevadas, por lo que en teoría habría sido posible atribuir una mayor proporción de la mortalidad anual por cáncer de pulmón que por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid al nivel de exposición anual estimado a la $PM_{2,5}$ respecto al valor natural de “fondo” de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Indicador: mortalidad atribuible por cáncer de pulmón en mayores de 30 años (modelo log-lineal).

Gráfico 78



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales por cáncer de pulmón en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles estimados de $PM_{2,5}$ con una determinada concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad que podría atribuirse al nivel de contaminación estimado de $PM_{2,5}$ respecto a ese valor natural de “fondo” asumido a priori.

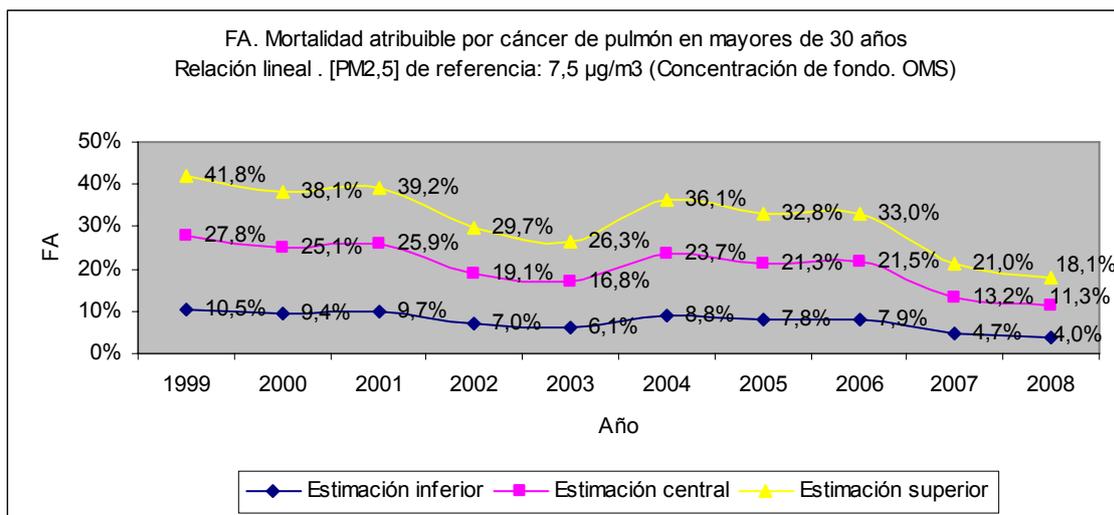
Magnitud: los valores obtenidos, todos positivos, pueden calificarse como considerables.

Evolución: las estimaciones siguen el patrón anual de cambios que dibuja la curva de concentraciones estimadas de $PM_{2,5}$. La tendencia a lo largo del periodo es decreciente. La estimación inferior presenta una forma más aplanada.

Interpretación: posiblemente, si se considerase el escenario con un valor natural de “fondo” de exposición a la $PM_{2,5}$ de $7,5 \mu g/m^3$ durante el periodo de estudio, se podrían haber atribuido al nivel de exposición anual estimado a la $PM_{2,5}$ un número considerable de fallecimientos anuales por cáncer de pulmón en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid. Al comparar con el mismo escenario de exposición para la mortalidad por enfermedad cardiopulmonar, las estimaciones de la mortalidad atribuible por cáncer de pulmón son menores, consecuencia de la inferior mortalidad por cáncer de pulmón observada en la población, por lo que en teoría habría sido posible atribuir un menor número de fallecimientos anuales por cáncer de pulmón que por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid al nivel de exposición anual estimado a la $PM_{2,5}$ respecto al valor natural de “fondo” de $7,5 \mu g/m^3$.

Indicador: FA de la mortalidad atribuible por cáncer de pulmón en mayores de 30 años (modelo lineal).

Gráfico 79



Descripción: estimación del impacto o contribución de la exposición estimada a la $PM_{2,5}$ a la mortalidad anual por cáncer de pulmón en mayores de 30 años mediante la proporción de dicha mortalidad que podría atribuirse a la exposición estimada a la $PM_{2,5}$ respecto a un determinado valor natural de “fondo” asumido a priori.

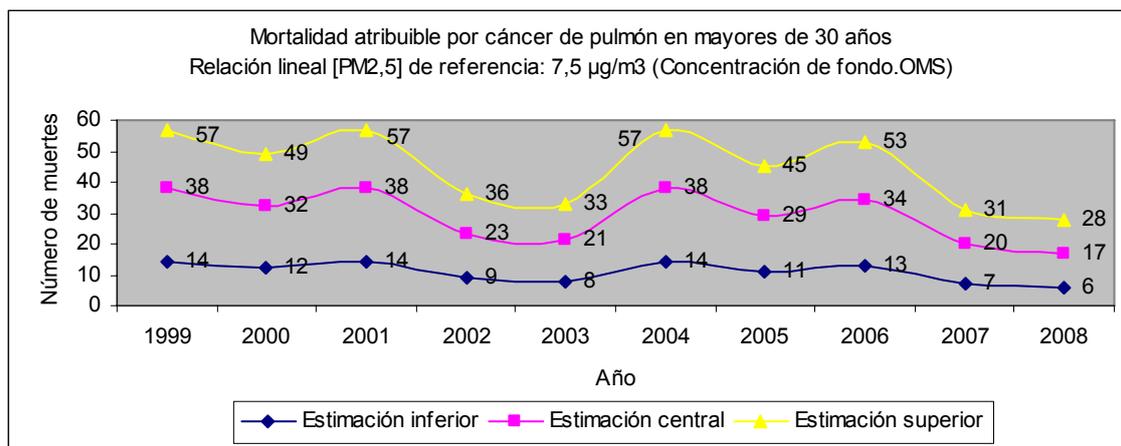
Magnitud: los porcentajes obtenidos, todos positivos, pueden calificarse de considerables. Los valores son menores que los del modelo log-lineal, salvo muy ligeramente en las estimaciones superior y central del primer año de estudio.

Evolución: se sigue la pauta anual de cambios que muestran las concentraciones estimadas de $PM_{2,5}$. La tendencia va en descenso. La estimación inferior presenta una forma más aplanada.

Interpretación: posiblemente, si se considerase este escenario con un valor natural de “fondo” de exposición a la $PM_{2,5}$ de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ durante el periodo de estudio, se podría haber atribuido al nivel de exposición anual estimado a la $PM_{2,5}$ una proporción considerable de la mortalidad anual por cáncer de pulmón en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid. Al comparar con el mismo escenario de exposición para la mortalidad por enfermedad cardiopulmonar, las estimaciones de la FA de la mortalidad atribuible por cáncer de pulmón son mayores, por lo que en teoría habría sido posible atribuir una mayor proporción de la mortalidad anual por cáncer de pulmón que por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid al nivel de exposición anual estimado a la $PM_{2,5}$ respecto al valor natural de “fondo” de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Indicador: mortalidad atribuible por cáncer de pulmón en mayores de 30 años (modelo lineal).

Gráfico 80



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales por cáncer de pulmón en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles estimados de $PM_{2,5}$ con una determinada concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad que podría atribuirse al nivel de contaminación estimado de $PM_{2,5}$ respecto a ese valor natural de “fondo” asumido a priori.

Magnitud: los valores obtenidos, todos positivos, pueden calificarse como considerables. Asimismo son menores que los del modelo log-lineal, excepto muy levemente en la estimación superior del primer año de estudio.

Evolución: se sigue el patrón anual de cambios que muestra la curva de las concentraciones estimadas de $PM_{2,5}$. La tendencia a lo largo del periodo es decreciente. La estimación inferior presenta una forma más aplanada.

Interpretación: posiblemente, si se considerase el escenario con un valor natural de “fondo” de exposición a la $PM_{2,5}$ de $7,5 \mu g/m^3$ durante el periodo de estudio, se podrían haber atribuido al nivel de exposición anual estimado a la $PM_{2,5}$ un número considerable de fallecimientos anuales por cáncer de pulmón en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid. Al comparar con el mismo escenario de exposición para la mortalidad por enfermedad cardiopulmonar, las estimaciones de la mortalidad atribuible por cáncer de pulmón son menores, consecuencia de la inferior mortalidad por cáncer de pulmón observada en la población, por lo que en teoría habría sido posible atribuir un menor número de fallecimientos anuales por cáncer de pulmón que por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid al nivel de exposición anual estimado a la $PM_{2,5}$ respecto al valor natural de “fondo” de $7,5 \mu g/m^3$.

Indicador: mortalidad atribuible según el sexo por cáncer de pulmón en mayores de 30 años (modelos log-lineal y lineal).

Gráfico 81

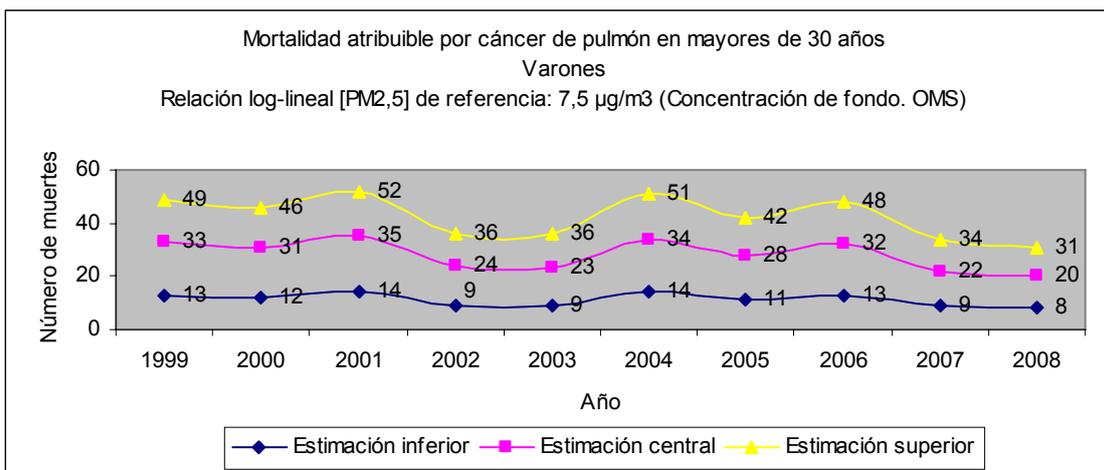


Gráfico 82

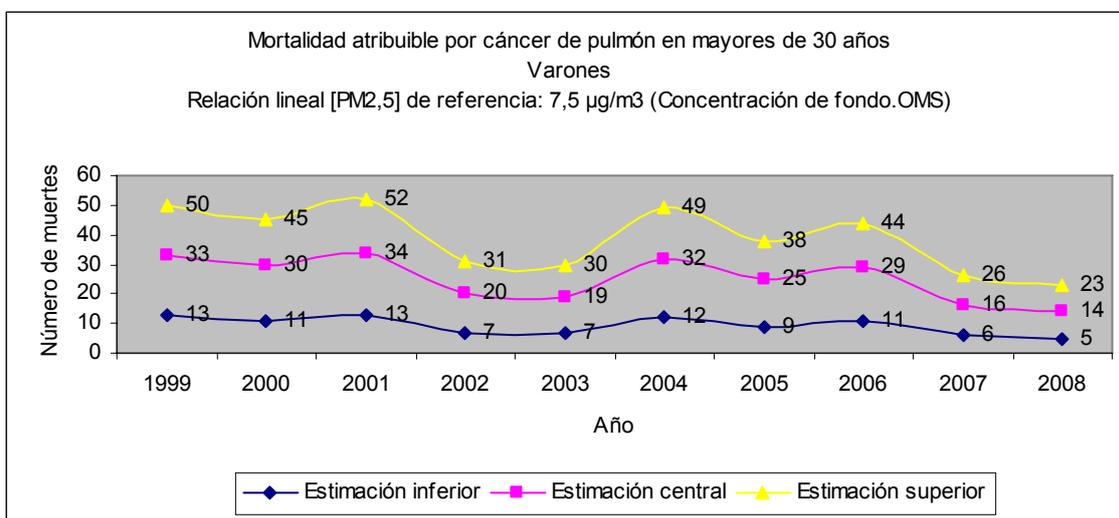


Gráfico 83

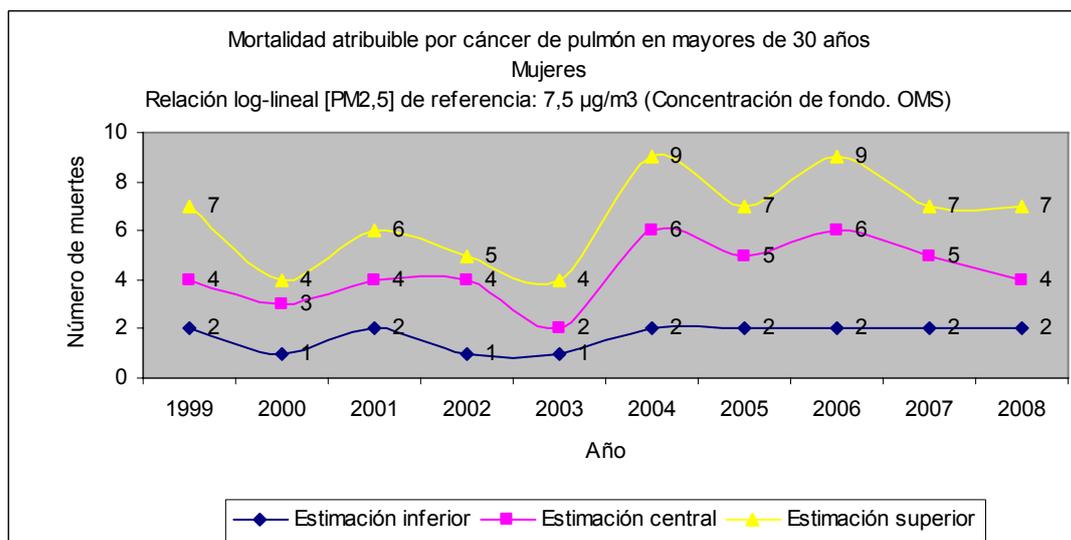
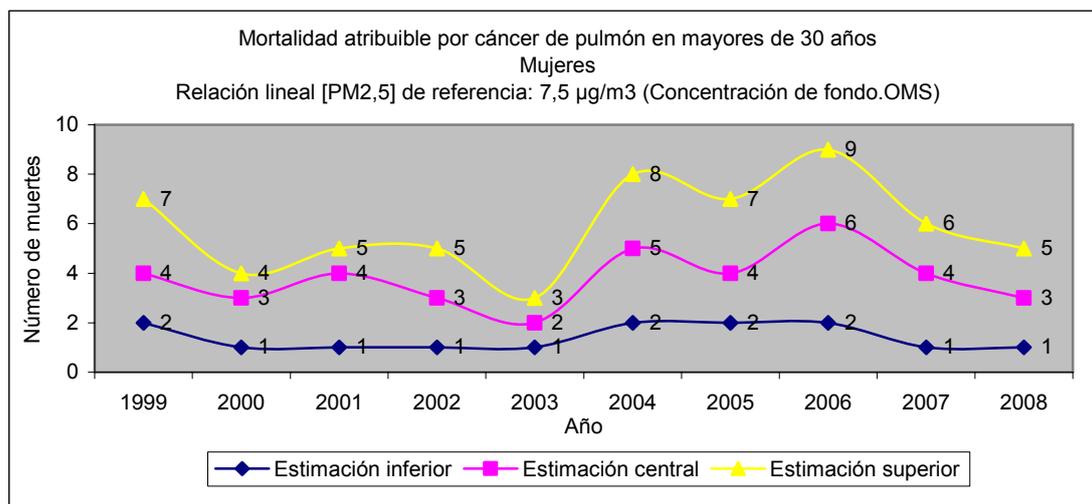


Gráfico 84



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales según el sexo por cáncer de pulmón en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles estimados de $PM_{2,5}$ con una determinada concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad que podría atribuirse al nivel de contaminación estimado de $PM_{2,5}$ respecto a ese valor natural de “fondo” asumido a priori.

Magnitud: los valores obtenidos, todos positivos, pueden calificarse de considerables. En general la magnitud de las estimaciones en el modelo log-lineal es superior a la del lineal. Asimismo, los varones presentan estimaciones mayores que las mujeres.

Evolución: se sigue el patrón anual de cambios observado en la curva de las concentraciones anuales estimadas de $PM_{2,5}$. Asimismo, en los varones la tendencia va en descenso mientras que en las mujeres se podría señalar una línea levemente ascendente. La estimación inferior muestra una forma más aplanada.

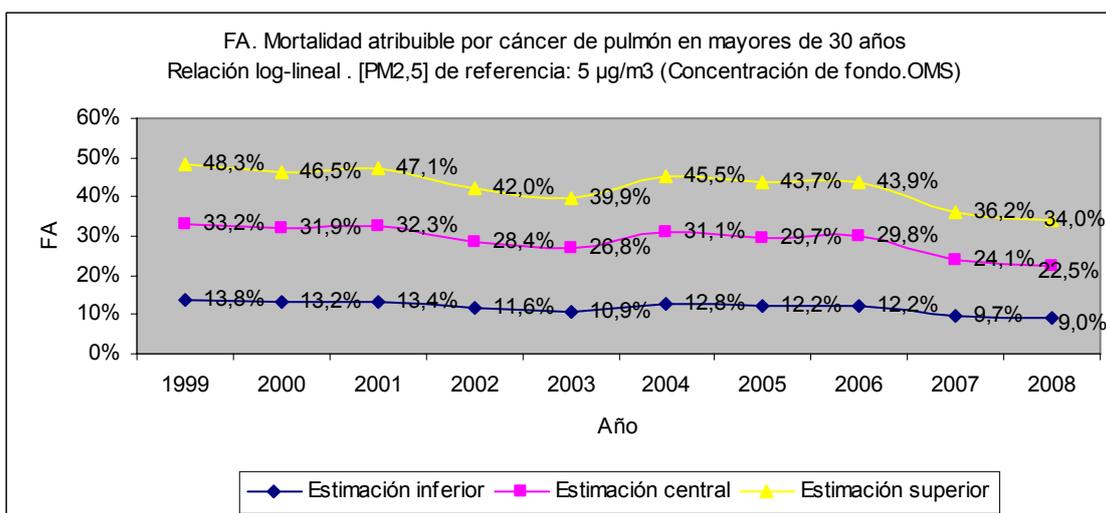
Interpretación: posiblemente, si se considerase el escenario con un valor natural de “fondo” de exposición a la $PM_{2,5}$ de $7,5 \mu g/m^3$ durante el periodo de estudio, se podrían haber atribuido al nivel de exposición anual estimado a la $PM_{2,5}$ un número considerable de fallecimientos anuales en ambos sexos por cáncer de pulmón en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid. Al comparar con el mismo escenario de exposición para la mortalidad por enfermedad cardiopulmonar, las estimaciones de la mortalidad atribuible por cáncer de pulmón son menores, producto de la inferior mortalidad por cáncer de pulmón observada en la población, por lo que en teoría habría sido posible atribuir un menor número de fallecimientos anuales en ambos sexos por cáncer de pulmón que por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid al nivel de exposición anual estimado a la $PM_{2,5}$ respecto al valor natural de “fondo” de $7,5 \mu g/m^3$.

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 5 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 5 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Indicador: FA de la mortalidad atribuible por cáncer de pulmón en mayores de 30 años (modelo log-lineal).

Gráfico 85



Descripción: estimación del impacto o contribución de la exposición estimada a la PM_{2,5} a la mortalidad anual por cáncer de pulmón en mayores de 30 años mediante la proporción de dicha mortalidad que podría atribuirse a la exposición estimada a la PM_{2,5} respecto a un determinado valor natural de “fondo” asumido a priori.

Magnitud: los porcentajes obtenidos, todos positivos, pueden considerarse notables, superiores como era de esperar a los del mismo modelo en el escenario anterior que asume un nivel de referencia más elevado. Asimismo son mayores que los valores proporcionados por el modelo lineal.

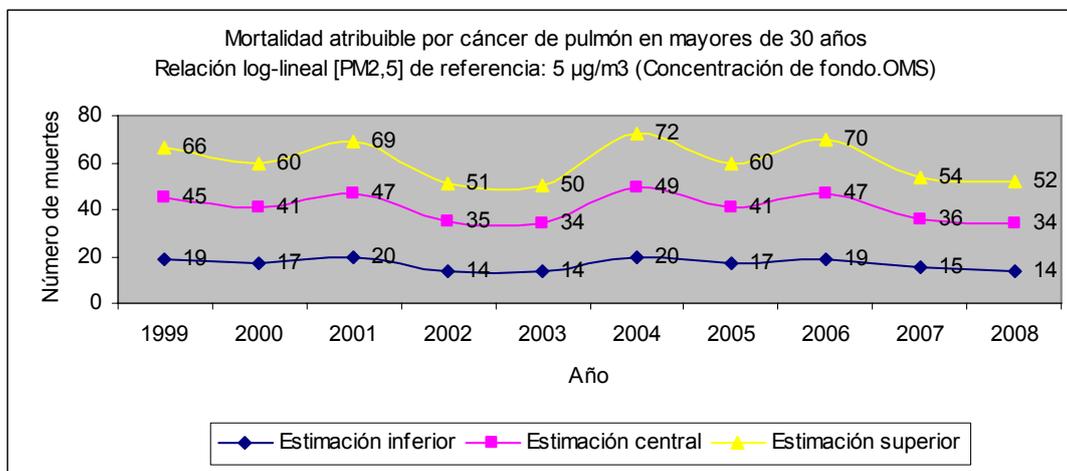
Evolución: se sigue la pauta anual de cambios que muestra la curva de concentraciones estimadas de PM_{2,5}. La tendencia es decreciente. La estimación inferior presenta una forma más aplanada.

Interpretación: posiblemente, si se considerase este escenario con un valor natural de “fondo” de exposición a la PM_{2,5} de 5 µg/m³ durante el periodo de estudio, se podría haber atribuido al nivel de exposición anual estimado a la PM_{2,5} una proporción notable de la mortalidad anual por cáncer de pulmón en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid. Al comparar con el mismo escenario de exposición para la mortalidad por enfermedad cardiopulmonar, las estimaciones de la FA para la mortalidad atribuible por cáncer de pulmón son más elevadas, por lo que en teoría habría sido posible atribuir una mayor proporción de la mortalidad anual por cáncer de pulmón

que por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid al nivel de exposición anual estimado a la $PM_{2,5}$ respecto al valor natural de “fondo” de $5 \mu g/m^3$.

Indicador: mortalidad atribuible por cáncer de pulmón en mayores de 30 años (modelo log-lineal).

Gráfico 86



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales por cáncer de pulmón en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles estimados de $PM_{2,5}$ con una determinada concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad que podría atribuirse al nivel de contaminación estimado de $PM_{2,5}$ respecto a ese valor natural de “fondo” asumido a priori.

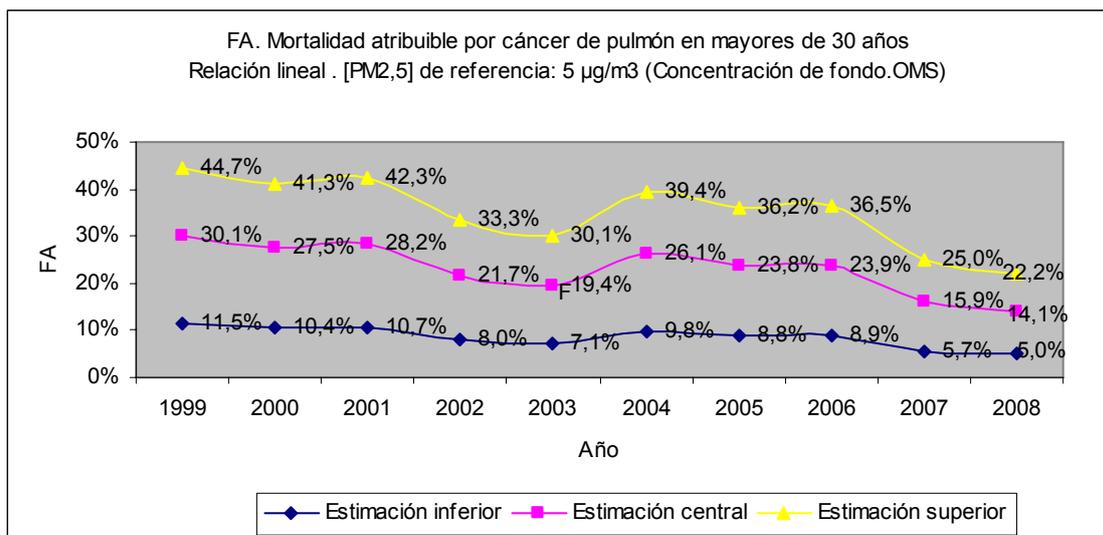
Magnitud: los valores obtenidos, todos positivos, pueden considerarse notables, superiores como era de esperar a los del mismo modelo en el escenario anterior que asume un nivel de referencia más elevado. Asimismo son mayores que los valores proporcionados por el modelo lineal.

Evolución: se sigue la pauta anual de cambios que dibuja la curva de las concentraciones estimadas de $PM_{2,5}$. La tendencia es decreciente. La estimación inferior presenta una forma más aplanada

Interpretación: posiblemente, si se considerase el escenario con un valor natural de “fondo” de exposición a la $PM_{2,5}$ de $5 \mu g/m^3$ durante el periodo de estudio, se podrían haber atribuido al nivel de exposición anual estimado a la $PM_{2,5}$ un número notable de fallecimientos anuales por cáncer de pulmón en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid. Al comparar con el mismo escenario de exposición para la mortalidad por enfermedad cardiopulmonar, las estimaciones de la mortalidad atribuible por cáncer de pulmón son menores, consecuencia de la inferior mortalidad por cáncer de pulmón observada en la población, por lo que en teoría habría sido posible atribuir un menor número de fallecimientos anuales por cáncer de pulmón que por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid al nivel de exposición anual estimado a la $PM_{2,5}$ respecto al valor natural de “fondo” de $5 \mu g/m^3$.

Indicador: FA de la mortalidad atribuible por cáncer de pulmón en mayores de 30 años (modelo lineal).

Gráfico 87



Descripción: estimación del impacto o contribución de la exposición estimada a la PM_{2,5} a la mortalidad anual por cáncer de pulmón en mayores de 30 años mediante la proporción de dicha mortalidad que podría atribuirse a la exposición estimada a la PM_{2,5} respecto a un determinado valor natural de “fondo” asumido a priori.

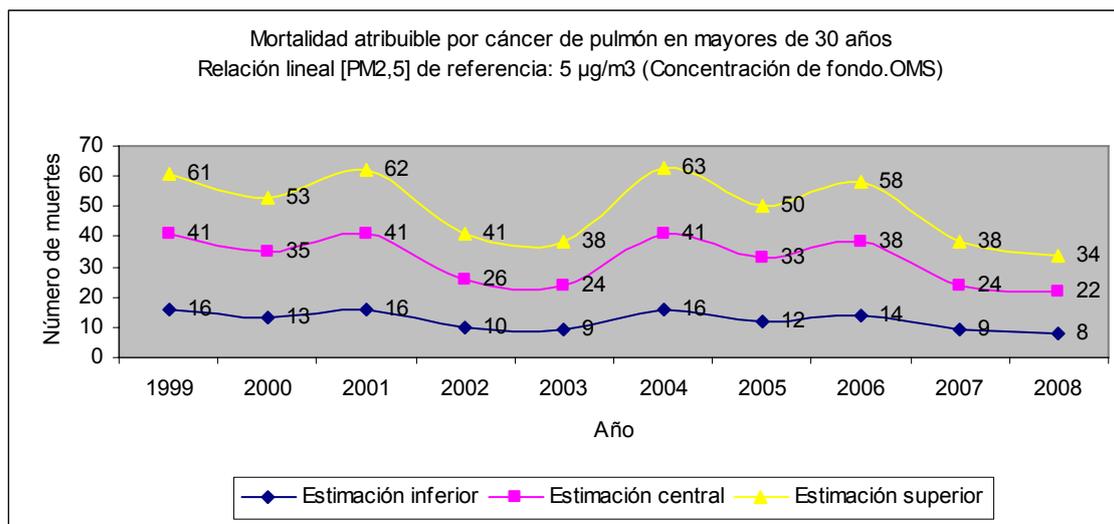
Magnitud: los porcentajes obtenidos, todos positivos, pueden calificarse de notables. Asimismo son mayores, como era de esperar, que los del mismo modelo en el escenario anterior que asumía un nivel de referencia más elevado. Los valores son inferiores a los del modelo log-lineal.

Evolución: se sigue el patrón anual de cambios que indica la curva de las concentraciones estimadas de PM_{2,5}. La tendencia va en descenso. La estimación inferior presenta una forma más aplanada.

Interpretación: posiblemente, si se considerase este escenario con un valor natural de “fondo” de exposición a la PM_{2,5} de 5 µg/m³ durante el periodo de estudio, se podría haber atribuido al nivel de exposición anual estimado a la PM_{2,5} una proporción notable de la mortalidad anual por cáncer de pulmón en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid. Al comparar con el mismo escenario de exposición para la mortalidad por enfermedad cardiopulmonar, las estimaciones de la FA de la mortalidad atribuible por cáncer de pulmón son más elevadas, por lo que en teoría habría sido posible atribuir una mayor proporción de la mortalidad anual por cáncer de pulmón que por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid al nivel de exposición anual estimado a la PM_{2,5} respecto al valor natural de “fondo” de 5 µg/m³.

Indicador: mortalidad atribuible por cáncer de pulmón en mayores de 30 años (modelo lineal).

Gráfico 88



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales por cáncer de pulmón en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles estimados de PM_{2,5} con una determinada concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad que podría atribuirse al nivel de contaminación estimado de PM_{2,5} respecto a ese valor natural de “fondo” asumido a priori.

Magnitud: los valores obtenidos, todos positivos, pueden considerarse notables. Asimismo son superiores como era de esperar a los del mismo modelo en el escenario anterior que asumía un nivel de referencia más elevado. Los valores son inferiores a los del modelo log-lineal bajo este mismo escenario.

Evolución: se sigue el patrón anual de cambios marcado por la curva de las concentraciones estimadas de PM_{2,5}. La tendencia a lo largo del periodo es decreciente. La estimación inferior presenta una forma más aplanada.

Interpretación: posiblemente, si se considerase el escenario con un valor natural de “fondo” de exposición a la PM_{2,5} de 5 µg/m³ durante el periodo de estudio, se podrían haber atribuido al nivel de exposición anual estimado a la PM_{2,5} un número notable de fallecimientos anuales por cáncer de pulmón en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid. Al comparar con el mismo escenario de exposición para la mortalidad por enfermedad cardiopulmonar, las estimaciones de la mortalidad atribuible por cáncer de pulmón son menores, consecuencia de la inferior mortalidad por cáncer de pulmón observada en la población, por lo que en teoría habría sido posible atribuir un menor número de fallecimientos anuales por cáncer de pulmón que por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid al nivel de exposición anual estimado a la PM_{2,5} respecto al valor natural de “fondo” de 5 µg/m³.

Indicador: mortalidad atribuible según el sexo por cáncer de pulmón en mayores de 30 años (modelos log-lineal y lineal).

Gráfico 89

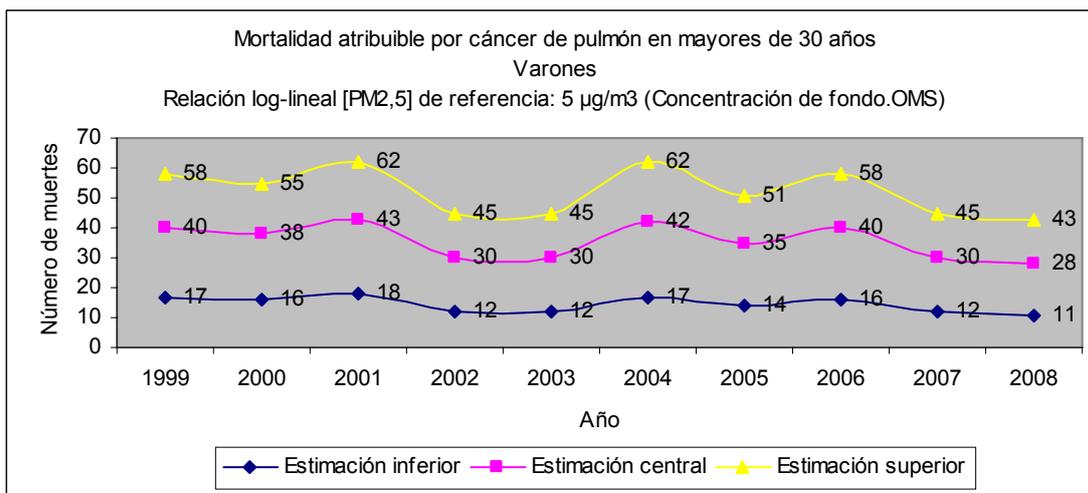


Gráfico 90

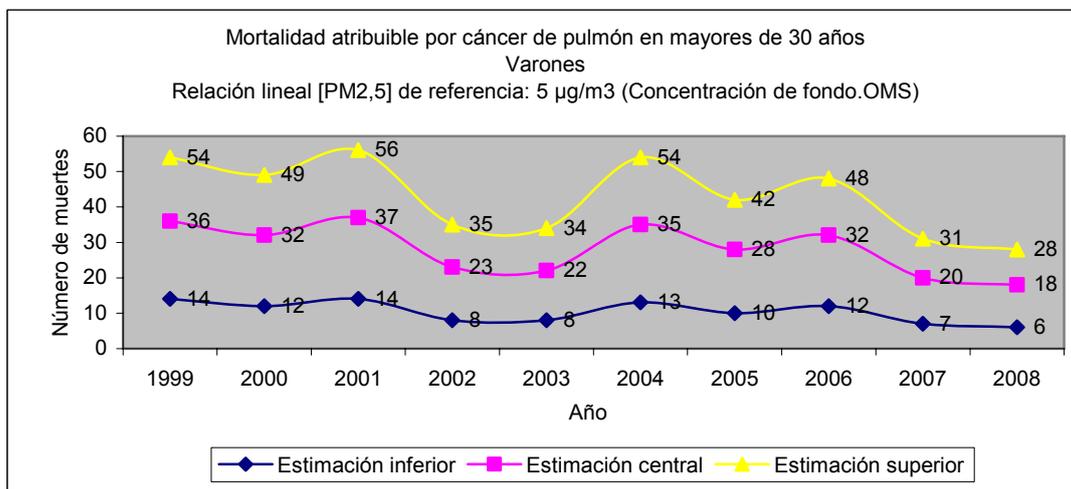


Gráfico 91

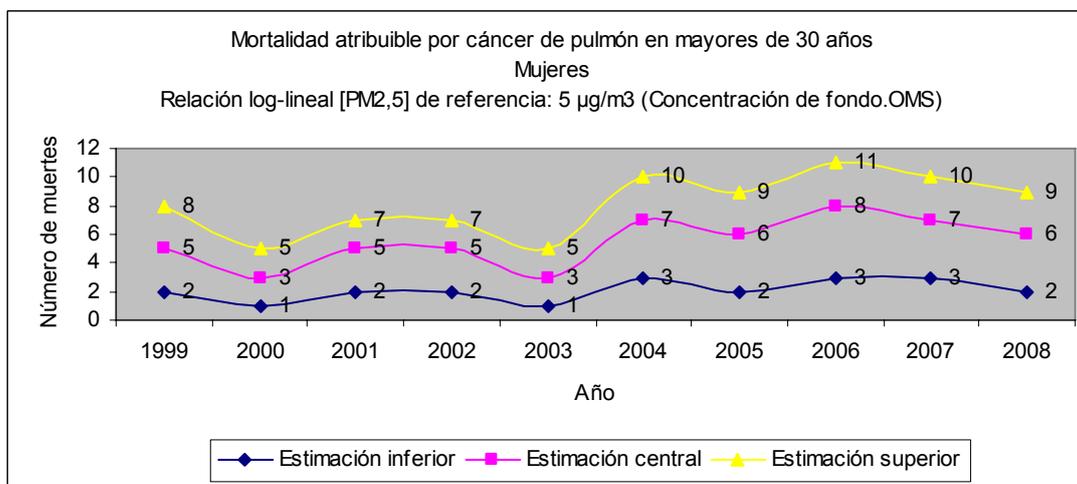
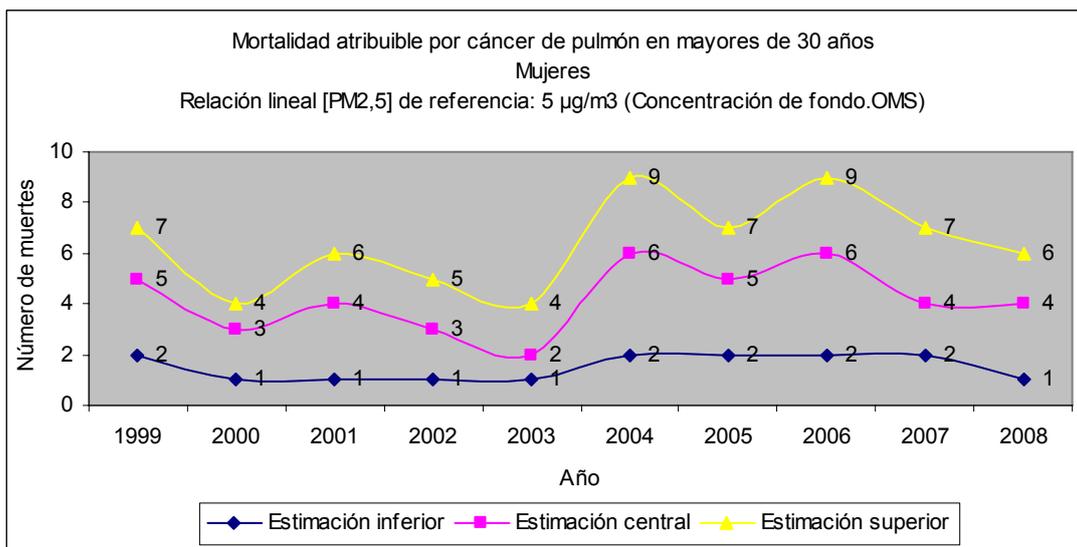


Gráfico 92



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales según el sexo por cáncer de pulmón en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles estimados de $PM_{2,5}$ con una determinada concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad que podría atribuirse al nivel de contaminación estimado de $PM_{2,5}$ respecto a ese valor natural de “fondo” asumido a priori.

Magnitud: los valores estimados, todos positivos, pueden calificarse de notables, superiores en ambos sexos a los obtenidos en el escenario anterior con una concentración de referencia natural de “fondo” más elevada. En los dos sexos también son más elevados los valores proporcionados por el modelo log-lineal que los del lineal. Las estimaciones en varones son superiores a las de las mujeres.

Evolución: en ambos sexos se sigue el patrón anual de cambios señalado por la curva de las concentraciones estimadas de $PM_{2,5}$, excepto para los varones en el modelo log-lineal en que en 2002 y 2003 se observa el mismo número de fallecimientos estimados. Asimismo, en los varones la tendencia va en descenso mientras que en las mujeres se podría señalar una línea ligeramente ascendente. La estimación inferior muestra en ambos sexos y modelos una forma más aplanada.

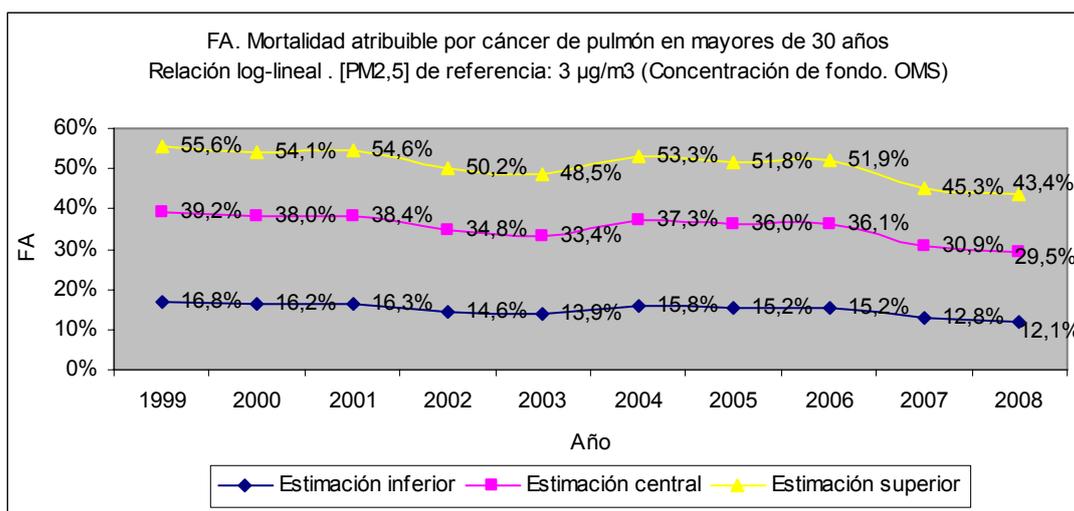
Interpretación: posiblemente, si se considerase el escenario con un valor natural de “fondo” de exposición a la $PM_{2,5}$ de $5 \mu g/m^3$ durante el periodo de estudio, se podrían haber atribuido al nivel de exposición anual estimado a la $PM_{2,5}$ un número notable de fallecimientos anuales en ambos sexos por cáncer de pulmón en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid. Al comparar con el mismo escenario de exposición para la mortalidad por enfermedad cardiopulmonar, las estimaciones de la mortalidad atribuible por cáncer de pulmón son menores, producto de la inferior mortalidad por cáncer de pulmón observada en la población, por lo que en teoría habría sido posible atribuir un menor número de fallecimientos anuales en ambos sexos por cáncer de pulmón que por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid al nivel de exposición anual estimado a la $PM_{2,5}$ respecto al valor natural de “fondo” de $5 \mu g/m^3$.

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 3 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 3 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Indicador: FA de la mortalidad atribuible por cáncer de pulmón en mayores de 30 años (modelo log-lineal).

Gráfico 93



Descripción: estimación del impacto o contribución de la exposición estimada a la PM_{2,5} a la mortalidad anual por cáncer de pulmón en mayores de 30 años mediante la proporción de dicha mortalidad que podría atribuirse a la exposición estimada a la PM_{2,5} respecto a un determinado valor natural de “fondo” asumido a priori.

Magnitud: los porcentajes obtenidos, todos positivos, pueden considerarse muy notables, superiores como era de esperar a los del mismo modelo en los dos escenarios previos que asumían niveles de referencia más elevados. Asimismo son mayores que los valores proporcionados por el modelo lineal.

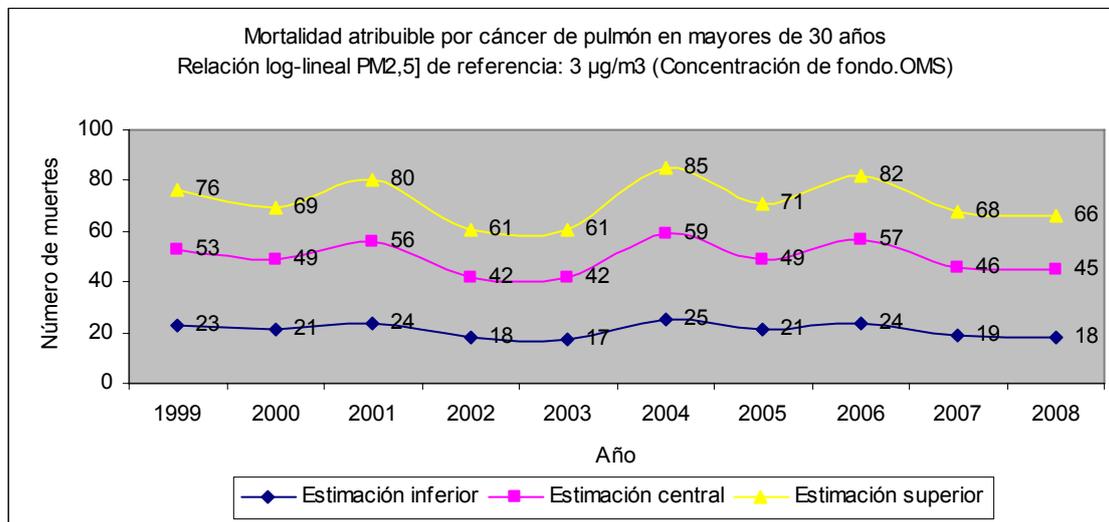
Evolución: se sigue la pauta anual de cambios que se observa en la curva de las concentraciones estimadas de PM_{2,5}. La tendencia es descendente. Las curvas de las estimaciones central y superior presentan una forma más aplanada que en los dos escenarios previos. Asimismo la estimación inferior muestra un perfil más plano que las otras dos curvas.

Interpretación: posiblemente, si se considerase este escenario con un valor natural de “fondo” de exposición a la PM_{2,5} de 3 µg/m³ durante el periodo de estudio, se podría haber atribuido al nivel de exposición anual estimado a la PM_{2,5} una proporción muy notable de la mortalidad anual por cáncer de pulmón en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid. Al comparar con el mismo escenario de exposición para la mortalidad por enfermedad cardiopulmonar, las estimaciones de la FA de la mortalidad atribuible por cáncer de pulmón son más elevadas, por lo que en teoría habría sido posible atribuir una mayor proporción de la mortalidad anual por cáncer

de pulmón que por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid al nivel de exposición anual estimado a la $PM_{2,5}$ respecto al valor natural de “fondo” de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Indicador: mortalidad atribuible por cáncer de pulmón en mayores de 30 años (modelo log-lineal).

Gráfico 94



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales por cáncer de pulmón en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles estimados de $PM_{2,5}$ con una determinada concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad que podría atribuirse al nivel de contaminación estimado de $PM_{2,5}$ respecto a ese valor natural de “fondo” asumido a priori.

Magnitud: los valores obtenidos, todos positivos, pueden considerarse muy notables, superiores como era de esperar a los del mismo modelo en los dos escenarios anteriores que asumían niveles de referencia más elevados. Asimismo son mayores que los valores proporcionados por el modelo lineal.

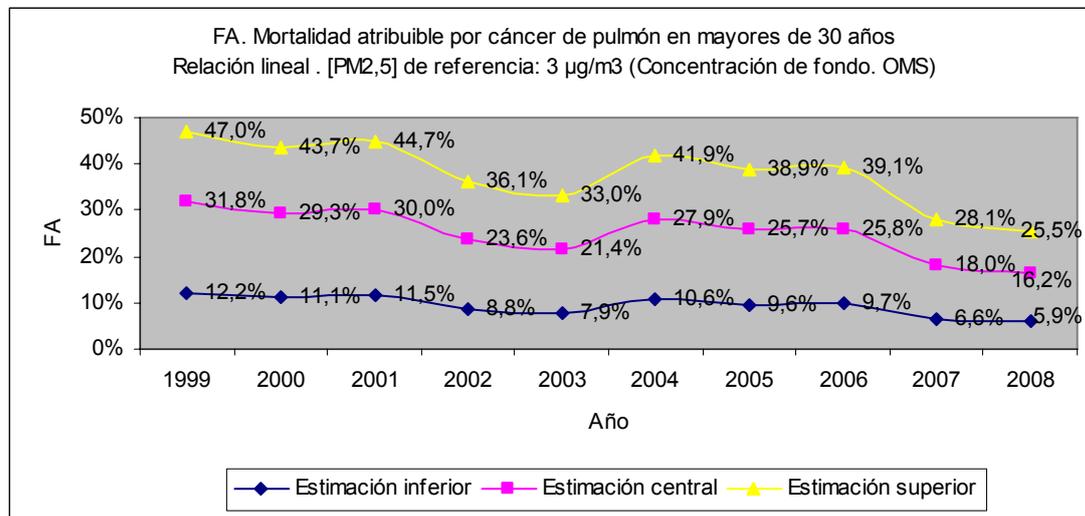
Evolución: se sigue la pauta anual de cambios observada en la curva de las concentraciones estimadas de $PM_{2,5}$, excepto en el año 2003 en el que las estimaciones superior y central mantienen los mismos valores que el año anterior. La tendencia es descendente. La estimación inferior presenta una forma más aplanada.

Interpretación: posiblemente, si se considerase el escenario con un valor natural de “fondo” de exposición a la $PM_{2,5}$ de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ durante el periodo de estudio, se podrían haber atribuido al nivel de exposición anual estimado a la $PM_{2,5}$ un número muy notable de fallecimientos anuales por cáncer de pulmón en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid. Al comparar con el mismo escenario de exposición para la mortalidad por enfermedad cardiopulmonar, las estimaciones de la mortalidad atribuible por cáncer de pulmón son menores, consecuencia de la inferior mortalidad por cáncer de pulmón observada en la población, por lo que en teoría habría sido posible atribuir un menor número de fallecimientos anuales por cáncer de pulmón que por

enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid al nivel de exposición anual estimado a la $PM_{2,5}$ respecto al valor natural de “fondo” de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Indicador: FA de la mortalidad atribuible por cáncer de pulmón en mayores de 30 años (modelo lineal).

Gráfico 95



Descripción: estimación del impacto o contribución de la exposición estimada a la $PM_{2,5}$ a la mortalidad anual por cáncer de pulmón en mayores de 30 años mediante la proporción de dicha mortalidad que podría atribuirse a la exposición estimada a la $PM_{2,5}$ respecto a un determinado valor natural de “fondo” asumido a priori.

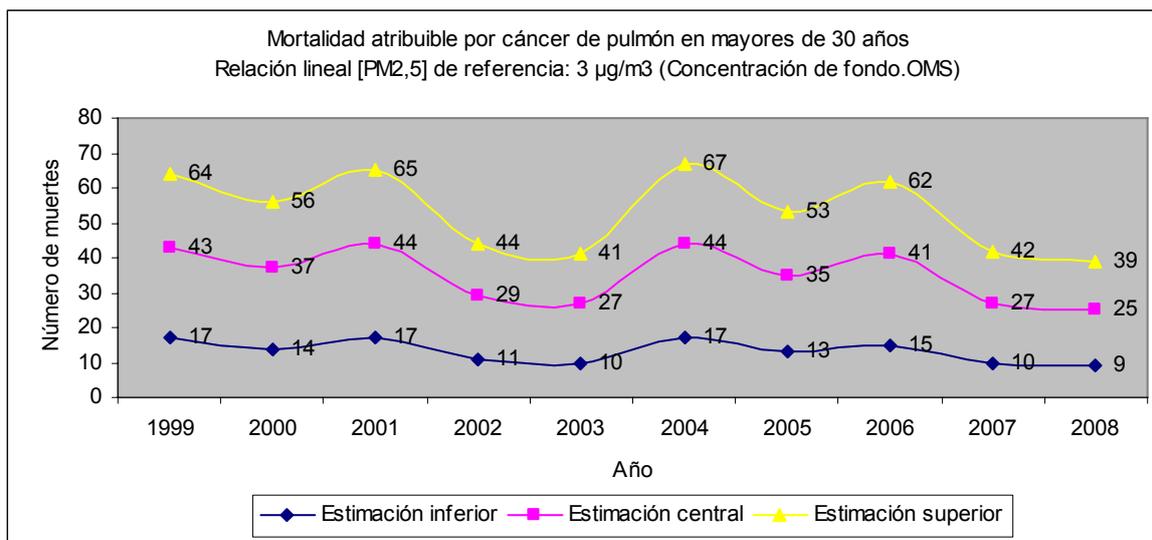
Magnitud: los porcentajes obtenidos, todos positivos, pueden calificarse de muy notables. Asimismo son superiores como era de esperar a los del mismo modelo en los dos escenarios previos que asumían niveles de referencia más elevados. Los valores son inferiores a los del modelo log-lineal.

Evolución: se sigue el patrón anual de cambios perfilado en la curva de las concentraciones estimadas de $PM_{2,5}$. La tendencia es decreciente. La estimación inferior presenta una forma más aplanada.

Interpretación: posiblemente, si se considerase este escenario con un valor natural de “fondo” de exposición a la $PM_{2,5}$ de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ durante el periodo de estudio, se podría haber atribuido al nivel de exposición anual estimado a la $PM_{2,5}$ una proporción muy notable de la mortalidad anual por cáncer de pulmón en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid. Al comparar con el mismo escenario de exposición para la mortalidad por enfermedad cardiopulmonar, las estimaciones de la FA de la mortalidad atribuible por cáncer de pulmón son más elevadas, por lo que en teoría habría sido posible atribuir una mayor proporción de la mortalidad anual por cáncer de pulmón que por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid al nivel de exposición anual estimado a la $PM_{2,5}$ respecto al valor natural de “fondo” de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Indicador: mortalidad atribuible por cáncer de pulmón en mayores de 30 años (modelo lineal).

Gráfico 96



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales por cáncer de pulmón en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles estimados de $PM_{2,5}$ con una determinada concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad que podría atribuirse al nivel de contaminación estimado de $PM_{2,5}$ respecto a ese valor natural de “fondo” asumido a priori.

Magnitud: los valores obtenidos, todos positivos, pueden considerarse muy notables. Asimismo son superiores como era de esperar a los del mismo modelo en el escenario anterior que asumía un nivel de referencia más elevado. Los valores son inferiores a los del modelo log-lineal.

Evolución: se sigue año a año el patrón de ascensos y descensos observado en la curva de concentraciones anuales estimadas de la $PM_{2,5}$. Se puede advertir una tendencia decreciente. La estimación inferior presenta una forma más aplanada que las otras dos curvas.

Interpretación: posiblemente, si se considerase el escenario con un valor natural de “fondo” de exposición a la $PM_{2,5}$ de $3 \mu g/m^3$ durante el periodo de estudio, se podrían haber atribuido al nivel de exposición anual estimado a la $PM_{2,5}$ un número muy notable de fallecimientos anuales por cáncer de pulmón en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid. Al comparar con el mismo escenario de exposición para la mortalidad por enfermedad cardiopulmonar, las estimaciones de la mortalidad atribuible por cáncer de pulmón son menores, pues es inferior la mortalidad por cáncer de pulmón observada en la población, por lo que en teoría habría sido posible atribuir un menor número de fallecimientos anuales por cáncer de pulmón que por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid al nivel de exposición anual estimado a la $PM_{2,5}$ respecto al valor natural de “fondo” de $3 \mu g/m^3$.

Indicador: mortalidad atribuible según el sexo por cáncer de pulmón en mayores de 30 años (modelos log-lineal y lineal).

Gráfico 97

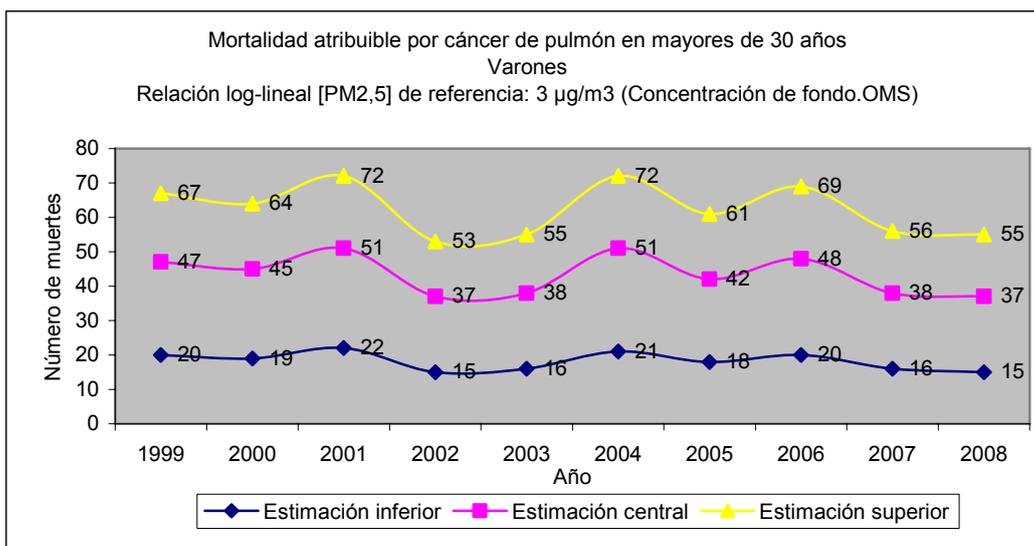


Gráfico 98

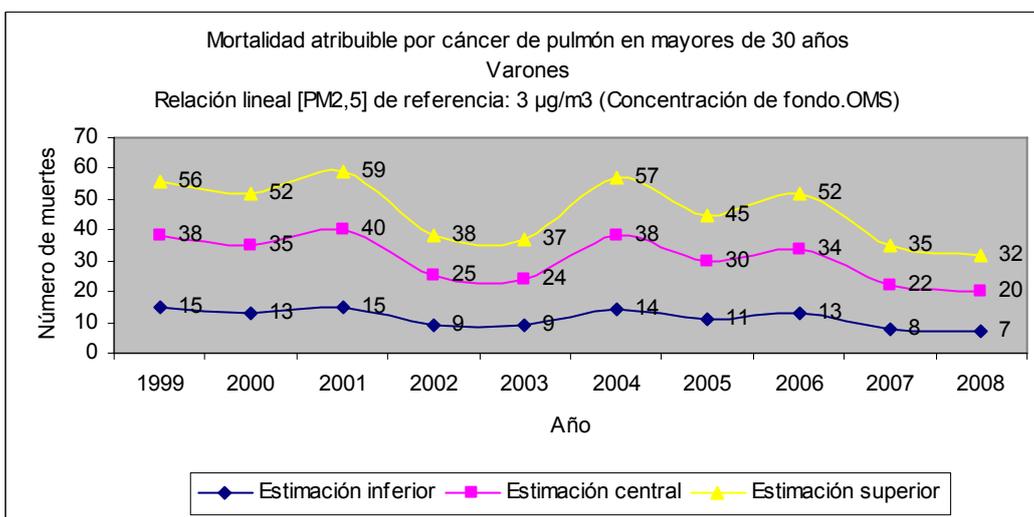


Gráfico 99

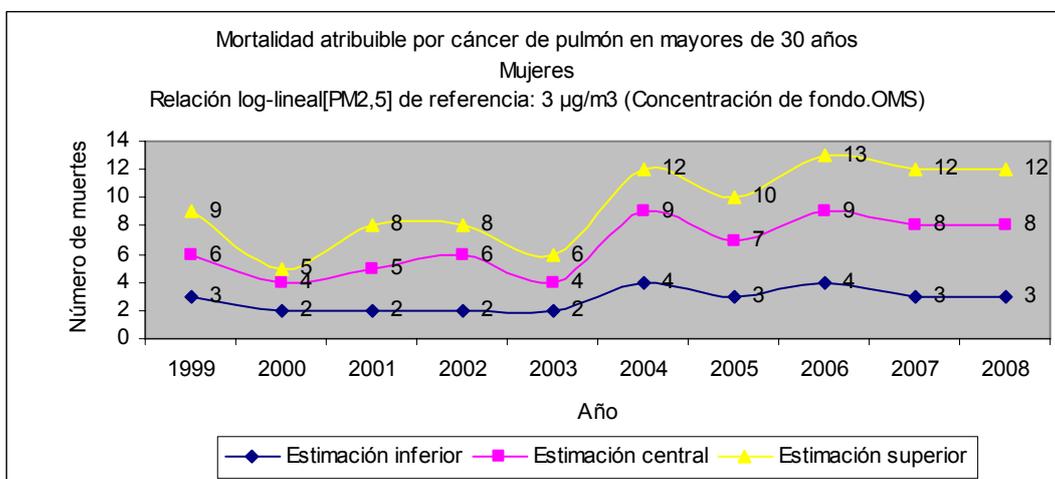
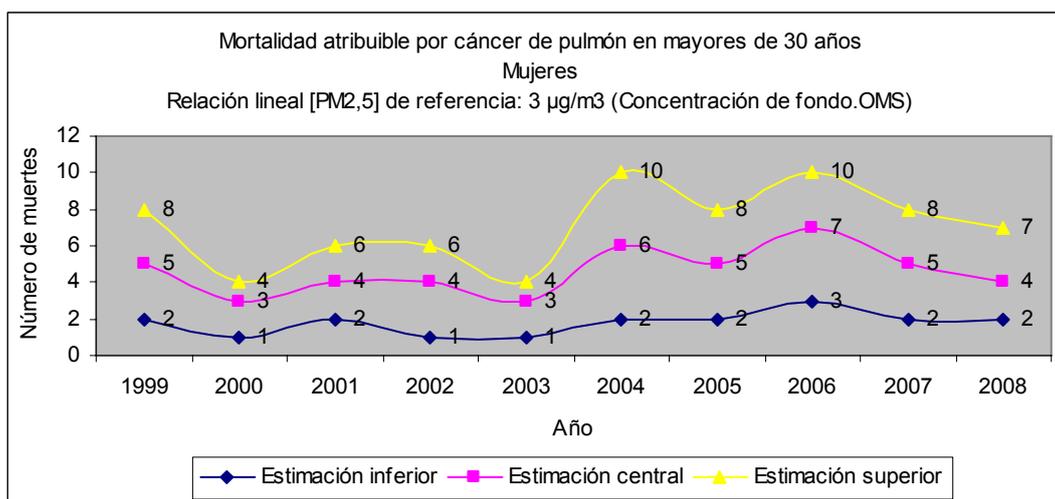


Gráfico 100



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales según el sexo por cáncer de pulmón en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles estimados de PM_{2,5} con una determinada concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad que podría atribuirse al nivel de contaminación estimado de PM_{2,5} respecto a ese valor natural de “fondo” asumido a priori.

Magnitud: los valores estimados, todos positivos, pueden considerarse muy notables, superiores en los dos sexos a los obtenidos en los dos escenarios de exposición previos que asumían niveles de referencia natural de “fondo” más elevados. Asimismo, en ambos sexos también son mayores los valores proporcionados por el modelo log-lineal que los del lineal. Las estimaciones en varones son superiores a las de las mujeres.

Evolución: en ambos sexos, los gráficos siguen la pauta anual de cambios que dibuja la curva de concentraciones estimadas de PM_{2,5}, excepto para los varones en el modelo log-lineal que señala en 2003 un ascenso respecto al año 2002. Asimismo, en los varones la tendencia general va en descenso mientras que en las mujeres se podría señalar una línea ligeramente ascendente. La estimación inferior presenta en general una forma más aplanada.

Interpretación: posiblemente, si se considerase el escenario con un valor natural de “fondo” de exposición a la PM_{2,5} de 3 µg/m³ durante el periodo de estudio, se podrían haber atribuido al nivel de exposición anual estimado a la PM_{2,5} un número muy notable de fallecimientos anuales en ambos sexos por cáncer de pulmón en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid. Al comparar con el mismo escenario de exposición para la mortalidad por enfermedad cardiopulmonar, las estimaciones de la mortalidad atribuible por cáncer de pulmón son menores, resultado de la inferior mortalidad por cáncer de pulmón observada en la población, por lo que en teoría habría sido posible atribuir un menor número de fallecimientos anuales en ambos sexos por cáncer de pulmón que por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años en la ciudad de Valladolid al nivel de exposición anual estimado a la PM_{2,5} respecto al valor natural de “fondo” de 3 µg/m³.

IV.3. O₃: mortalidad relacionada con exposición a corto plazo

El meta-análisis de estudios europeos publicados entre 1996 y 2001 de los efectos a corto plazo del ozono sobre todas las causas de mortalidad no accidentales en todas las edades que auspició la OMS generó los RR utilizados en el cálculo de la FA y finalmente de las estimaciones de carga de enfermedad para cada una de las causas de mortalidad que se van a analizar a continuación. Los RR utilizados se basan en estudios realizados en Francia, Italia, Holanda, España y el Reino Unido.

Para Valladolid capital en la población general y según la distribución por sexos durante el periodo comprendido entre 1999 y 2008 se van a calcular las estimaciones para el número de muertes prematuras por todas las causas (salvo las externas), por enfermedades respiratorias y por enfermedades circulatorias, en todas las edades, por la exposición a corto plazo al ozono tomando como referencias para la mortalidad prevenible unas concentraciones del contaminante de 120 y 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (valores límite de la Directiva 2008/50/CE y de las GCA de la OMS respectivamente) y 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y para la mortalidad atribuible una concentración de "fondo" de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Como ya se ha explicado, se pueden obtener estimaciones nulas o negativas (que se han de considerar nulas), bien por efecto del redondeo en el cálculo, porque alguno de los parámetros de las FCR asumidas (RR, coeficiente β) conduzca a FA negativas o bien porque como ocurre en el año 1999 para el escenario de exposición de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, la concentración de O₃ observada es inferior a dicha referencia con lo que en cualquier caso las estimaciones se consideran nulas. Al estimarse valores nulos es posible por tanto que no se hubieran podido evitar o atribuir fallecimientos anuales por las diferentes causas de mortalidad evaluadas respecto a la exposición a corto plazo al O₃.

En el caso del límite inferior del IC para la mortalidad por todas las causas en todas las edades, la estimación del RR asumida (y revisada para el sesgo de publicación, que se transformará luego en un coeficiente β) por efecto del redondeo en el cálculo del RR asumido a priori en la FCR pasa a valer 1 con lo que el coeficiente β adquiere un valor nulo, provocando que el RR a introducir en la fórmula de cálculo de la FA sea 1 haciendo entonces nula a la FA, por lo que la mortalidad estimada también es nula. Igualmente, en la mortalidad respiratoria por exposición a corto plazo, las estimaciones inferior y central del IC del RR de la FCR asumida son inferiores a 1 con lo que en este caso el proceso de cálculo nos ofrece FA negativas que harán que la mortalidad estimada se considere nula, excepto para el año 1999 en el escenario de exposición de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en el que el nivel de contaminación por O₃ monitorizado por la RCCAVA es inferior al nivel de referencia, lo que conduce a que el modelo proporcione estimaciones positivas que en realidad deberán considerarse nulas.

En el anexo I el gráfico de la evolución de la mortalidad observada por todas las causas (salvo las externas) en todas las edades muestra una ligera tendencia ascendente, tanto en población general como en varones y mujeres. Asimismo las cifras de mortalidad por enfermedades circulatorias son superiores a las de la mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades, tanto en varones como en mujeres. En la población femenina la mortalidad observada por enfermedades circulatorias es mayor que la de los varones. Asimismo, se puede advertir que la tendencia año a año de las concentraciones monitorizadas por la RCCAVA es ascendente.

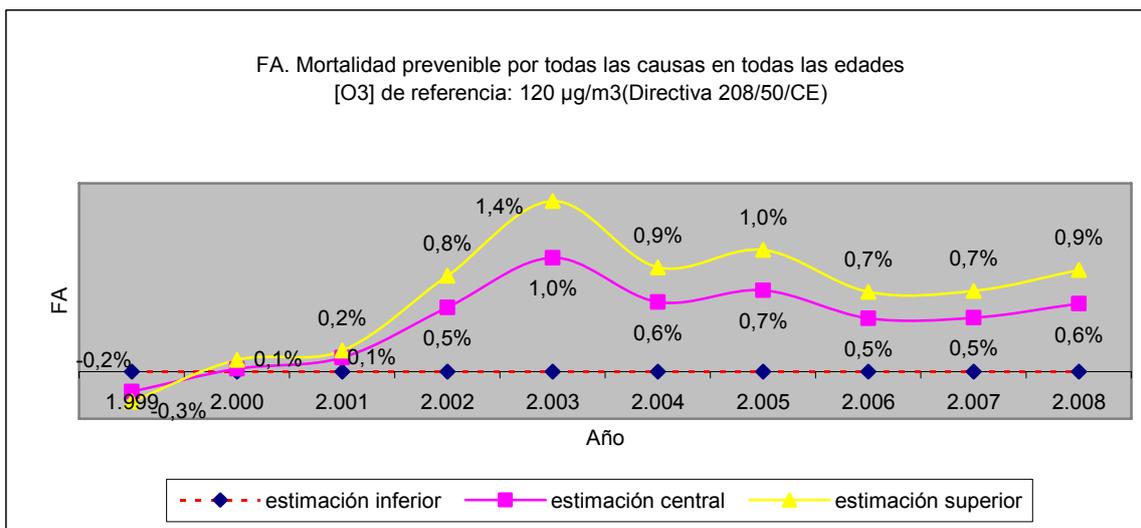
IV.3.1. Mortalidad por todas las causas (salvo causas externas) en todas las edades

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Indicador: FA de la mortalidad prevenible por todas las causas (salvo las externas) en todas las edades.

Gráfico 101



Descripción: estimación del impacto o contribución de la exposición al O₃ a la mortalidad anual por todas las causas (salvo las externas) en todas las edades mediante la proporción de dicha mortalidad que podría disminuirse si la exposición al factor de riesgo se redujera a la de un escenario de exposición ideal alternativo y factible.

Magnitud: las estimaciones central y superior alcanzan valores mínimamente positivos, en cualquier caso no despreciables, excepto para el año 2000 en que es nula la estimación central (posiblemente por el redondeo en el cálculo) y para 1999 en que se obtienen valores negativos en las dos curvas, que han de considerarse nulos (por ser inferior a la concentración de referencia el valor medido por la RCCAVA). La estimación inferior es nula a lo largo de todo el

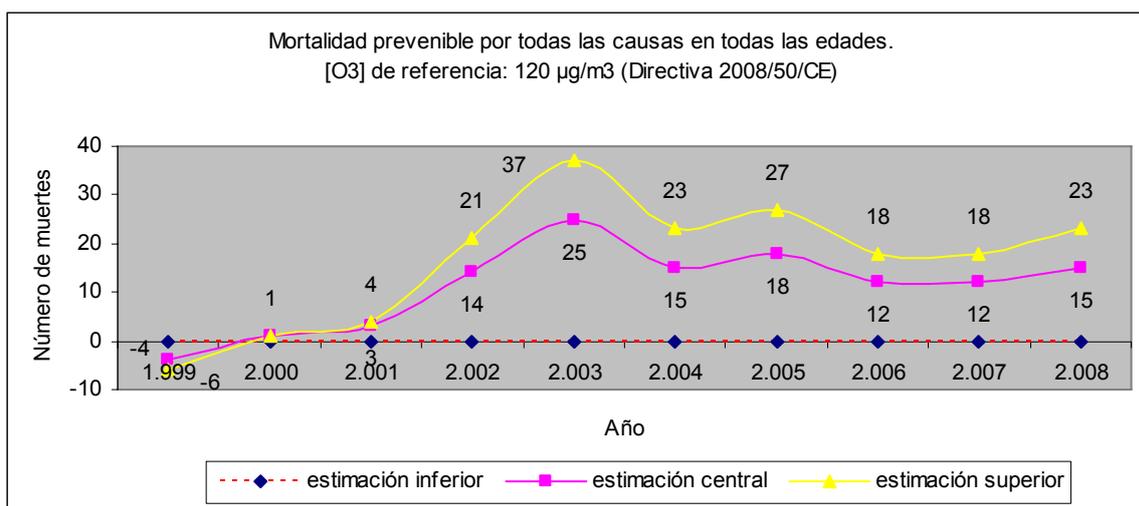
periodo pues como ya se ha explicado el RR asumido a priori en su caso fue de 1 con lo que la FA resultante es cero.

Evolución: excepto en los años 1999 (y 2000 para la estimación central), las curvas de las estimaciones central y superior siguen la pauta anual de cambios que muestra la curva de concentraciones observadas de O₃. La estimación inferior no adopta este patrón de cambios anuales. La tendencia de las estimaciones positivas es ascendente.

Interpretación: posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición al O₃ durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por O₃ a 120 µg/m³, a partir del año 2000 se habría podido prevenir una mínima proporción no despreciable de la mortalidad anual por todas las causas (excepto las externas) en todas las edades en la ciudad de Valladolid. Asimismo también habría sido posible que no se hubiera podido prevenir ninguna proporción de esta causa de mortalidad durante el periodo de estudio.

Indicador: mortalidad prevenible por todas las causas (salvo las externas) en todas las edades.

Gráfico 102



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales por todas las causas, excepto las externas, en todas las edades en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles observados de O₃ con una concentración objetivo o “diana” superior a la concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad asociada a la exposición al O₃ y que podría evitarse si se asumiera esa concentración objetivo o “diana”.

Magnitud: las estimaciones central y superior alcanzan valores positivos, no despreciables, excepto para el año 1999 en que se obtienen valores negativos que han de considerarse nulos. La estimación inferior resulta nula a lo largo de todo el periodo pues como se ha explicado el RR asumido a priori en su caso fue de 1 con lo que la FA resultante es nula.

Evolución: excepto en 1999, las curvas de las estimaciones central y superior siguen el patrón anual de cambios que presentan las concentraciones observadas de O₃. La estimación inferior no adopta este patrón. La tendencia de las estimaciones positivas es ascendente.

Interpretación: posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por O₃ a 120 µg/m³, a partir del año 2000 se habría podido evitar un pequeño número no despreciable de fallecimientos anuales por todas las causas (excepto las externas) en todas las edades en la ciudad de Valladolid. Asimismo también podría ocurrir que esta reducción de mortalidad probablemente no hubiera sido posible durante el periodo de estudio.

Indicador: mortalidad prevenible según el sexo por todas las causas (salvo las externas) en todas las edades.

Gráfico 103

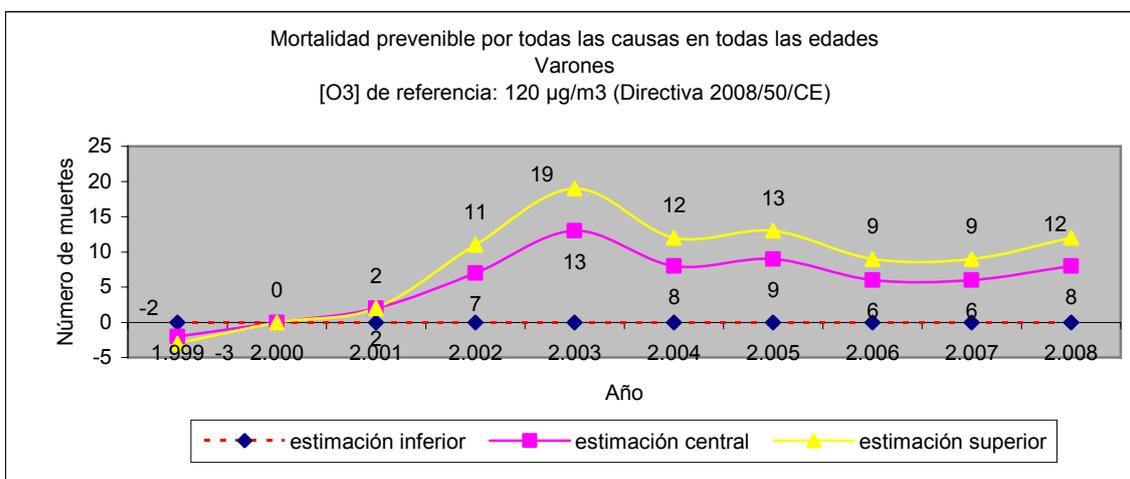
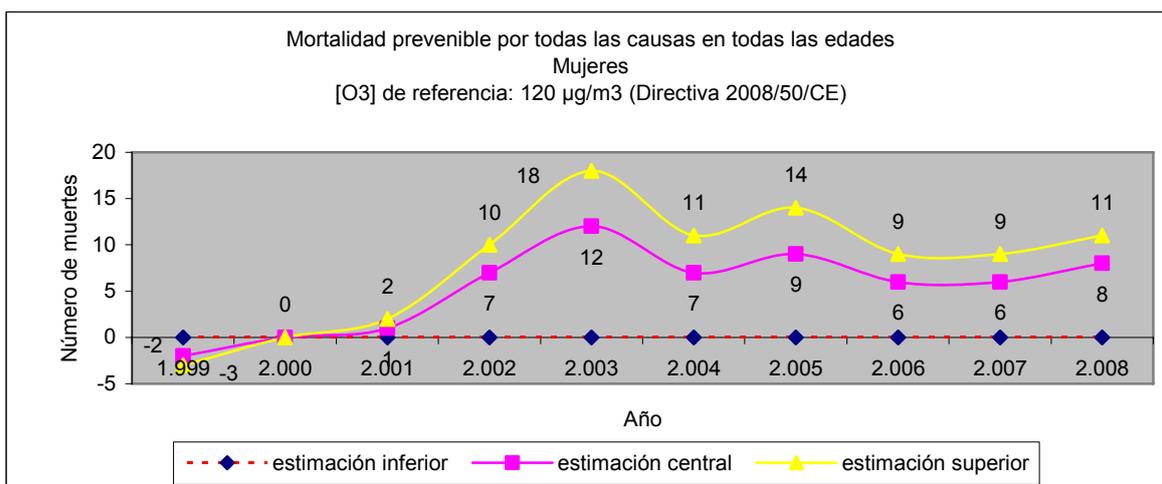


Gráfico 104



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales según el sexo por todas las causas, excepto las externas, en todas las edades en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles observados de O₃ con una concentración objetivo o “diana” superior a la concentración natural de “fondo”, de la carga de

enfermedad asociada a la exposición al O₃ y que podría evitarse si se asumiera esa concentración objetivo o “diana”.

Magnitud: Las estimaciones en varones son ligeramente superiores a las de las mujeres. En ambos sexos las estimaciones central y superior alcanzan valores positivos, no despreciables, excepto para el año 1999 en que se obtienen valores negativos que han de considerarse nulos y en el año 2000 cuando resultan ser 0 (probablemente por efecto del redondeo). La estimación inferior, como ya se ha explicado, resulta nula a lo largo de todo el periodo.

Evolución: excepto en 1999 y 2000, las curvas de las estimaciones central y superior siguen la pauta anual de cambios observada en las concentraciones monitorizadas de O₃. La estimación inferior no adopta este patrón en ningún momento del periodo de estudio. La tendencia de las estimaciones superior y central es ascendente.

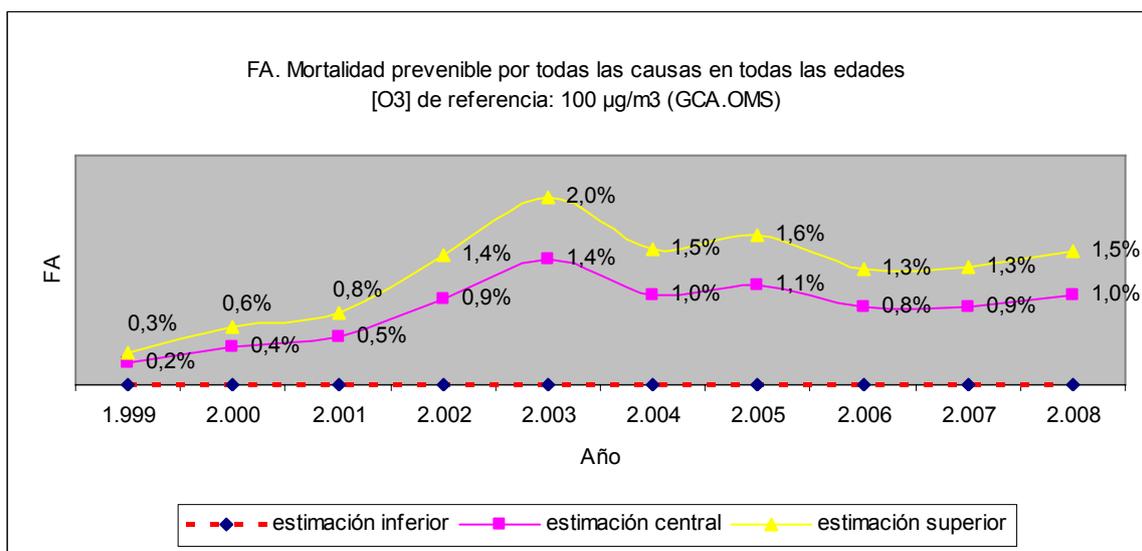
Interpretación: posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por O₃ a 120 µg/m³, a partir del año 2001 se habría podido evitar un pequeño número no despreciable de fallecimientos anuales en ambos sexos por todas las causas (excepto las externas) en todas las edades en la ciudad de Valladolid. Asimismo también podría ocurrir que esta reducción de mortalidad probablemente no hubiera sido posible durante el periodo de estudio.

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Indicador: FA de la mortalidad prevenible por todas las causas (salvo las externas) en todas las edades.

Gráfico 105



Descripción: estimación del impacto o contribución de la exposición al O₃ a la mortalidad anual por todas las causas (salvo las externas) en todas las edades mediante la proporción de dicha

mortalidad que podría disminuirse si la exposición al factor de riesgo se redujera a la de un escenario de exposición ideal alternativo y factible.

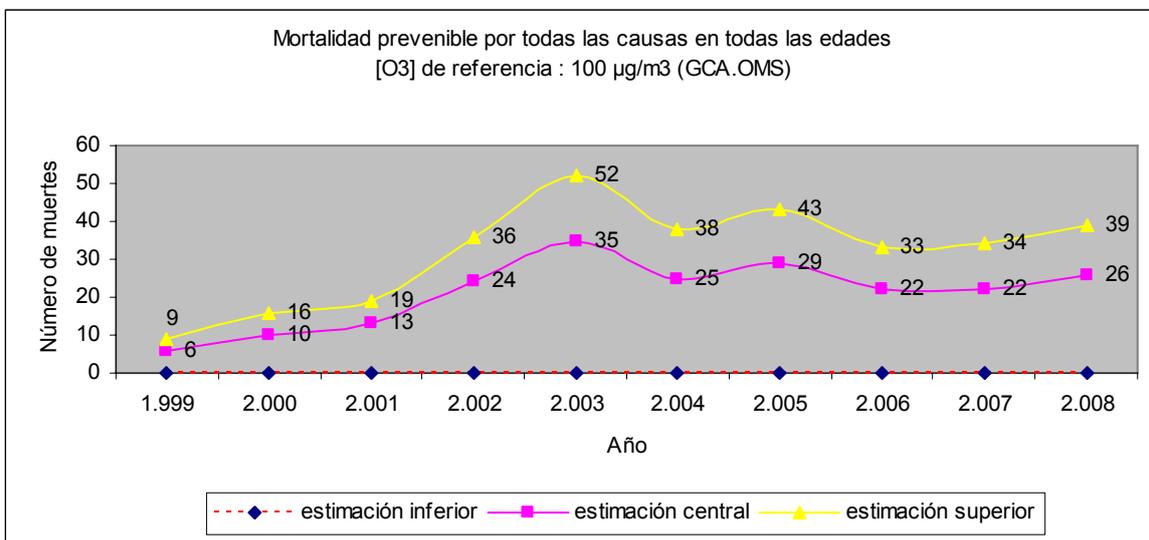
Magnitud: las estimaciones superior y central alcanzan durante todo el periodo valores positivos, no despreciables y ligeramente superiores a los obtenidos en el escenario anterior en el que se asumía un valor de referencia menos riguroso. El modelo ya no proporciona valores negativos en 1999 porque los valores de ozono monitorizados están por encima del valor de referencia. La estimación inferior sigue siendo nula a lo largo de todo el periodo, pues como se explicó también aquí el RR asumido a priori fue de 1.

Evolución: las curvas de las estimaciones central y superior siguen la pauta anual de cambios que muestran las concentraciones monitorizadas de O₃. La estimación inferior no adopta este patrón. La tendencia de las estimaciones positivas es ascendente.

Interpretación: posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición al O₃ durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por O₃ a 100 µg/m³, se habría podido prevenir una mínima proporción no despreciable de la mortalidad anual por todas las causas (excepto las externas) en todas las edades en la ciudad de Valladolid. Asimismo también habría sido posible que no se hubiera podido prevenir ninguna proporción de esta causa de mortalidad durante el periodo de estudio.

Indicador: mortalidad prevenible por todas las causas (salvo las externas) en todas las edades.

Gráfico 106



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales por todas las causas, excepto las externas, en todas las edades en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles observados de O₃ con una concentración objetivo o “diana” superior a la concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad asociada a la exposición al O₃ y que podría evitarse si se asumiera esa concentración objetivo o “diana”.

Magnitud: durante todo el periodo en las estimaciones superior y central se obtienen valores positivos no despreciables, ligeramente superiores a los del escenario anterior en el que se asumía un valor de referencia menos estricto. Como se explicó anteriormente, el modelo ya no proporciona valores negativos en 1999 y la estimación inferior sigue siendo nula a lo largo de todo el periodo.

Evolución: las curvas de las estimaciones central y superior siguen el patrón anual de cambios marcado por las concentraciones observadas de O₃, con una tendencia ascendente. La estimación inferior no cumple este patrón.

Interpretación: posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por O₃ a 100 µg/m³, se habría podido evitar un número no despreciable de fallecimientos anuales por todas las causas (excepto las externas) en todas las edades en la ciudad de Valladolid. Asimismo también podría ocurrir que esta reducción de mortalidad probablemente no hubiera sido posible durante el periodo de estudio.

Indicador: mortalidad prevenible según el sexo por todas las causas (salvo las externas) en todas las edades.

Gráfico 107

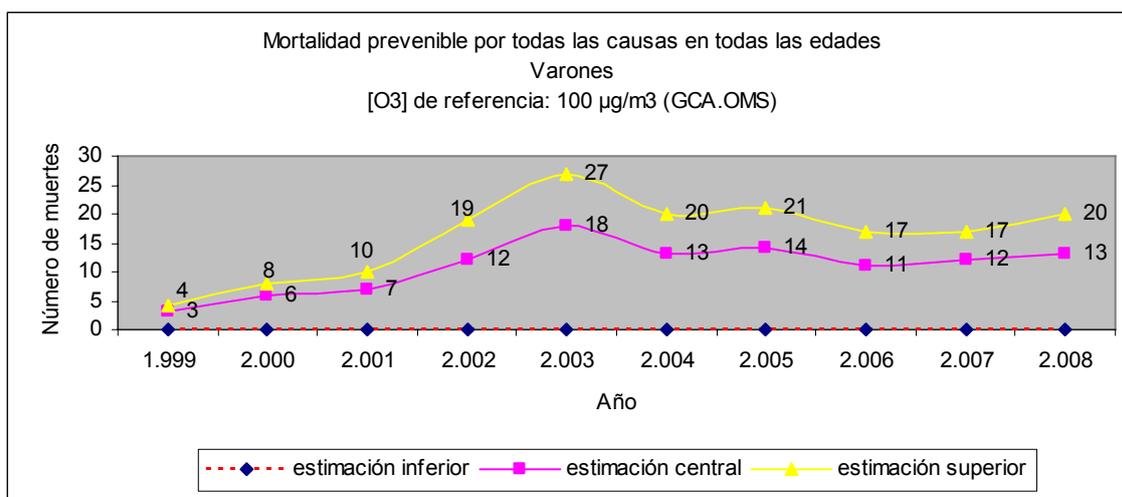
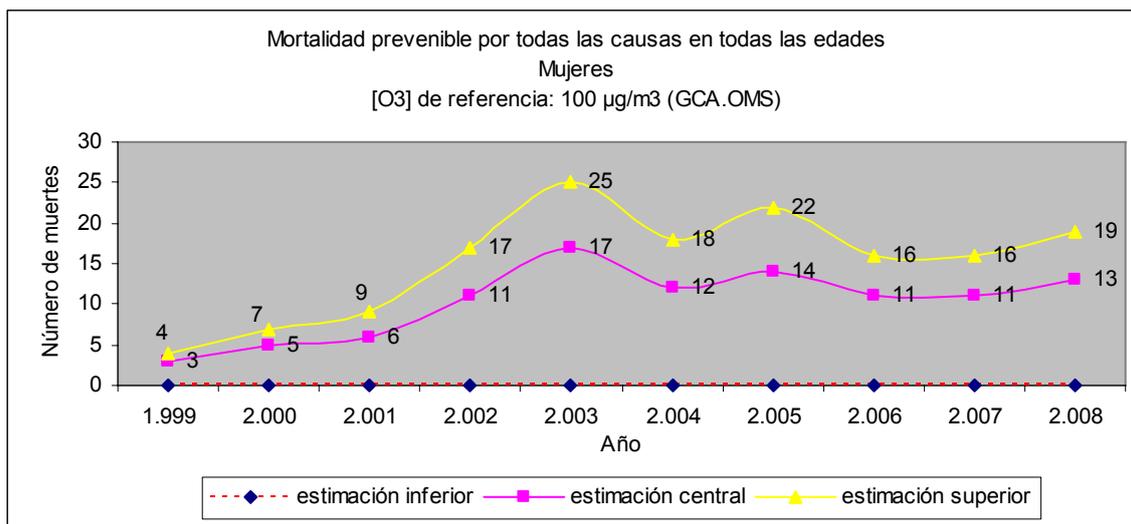


Gráfico 108



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales según el sexo por todas las causas, excepto las externas, en todas las edades en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles observados de O₃ con una concentración objetivo o “diana” superior a la concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad asociada a la exposición al O₃ y que podría evitarse si se asumiera esa concentración objetivo o “diana”.

Magnitud: Las estimaciones en varones son ligeramente superiores a las de las mujeres. En ambos sexos, la estimación central y la superior alcanzan valores positivos, no despreciables y superiores a los obtenidos en el escenario previo que asumía un valor de referencia menos riguroso. La estimación inferior, como ya se ha explicado, resulta nula todos los años.

Evolución: las curvas de las estimaciones central y superior siguen la pauta anual de cambios esbozada por las concentraciones observadas de O₃. La estimación inferior no adopta este patrón en ningún momento. La tendencia de las estimaciones superior y central es ascendente.

Interpretación: posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por O₃ a 100 µg/m³, se habría podido evitar un número no despreciable de fallecimientos anuales en ambos sexos por todas las causas (excepto las externas) en todas las edades en la ciudad de Valladolid. Asimismo también podría ocurrir que esta reducción de mortalidad probablemente no hubiera sido posible durante el periodo de estudio.

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

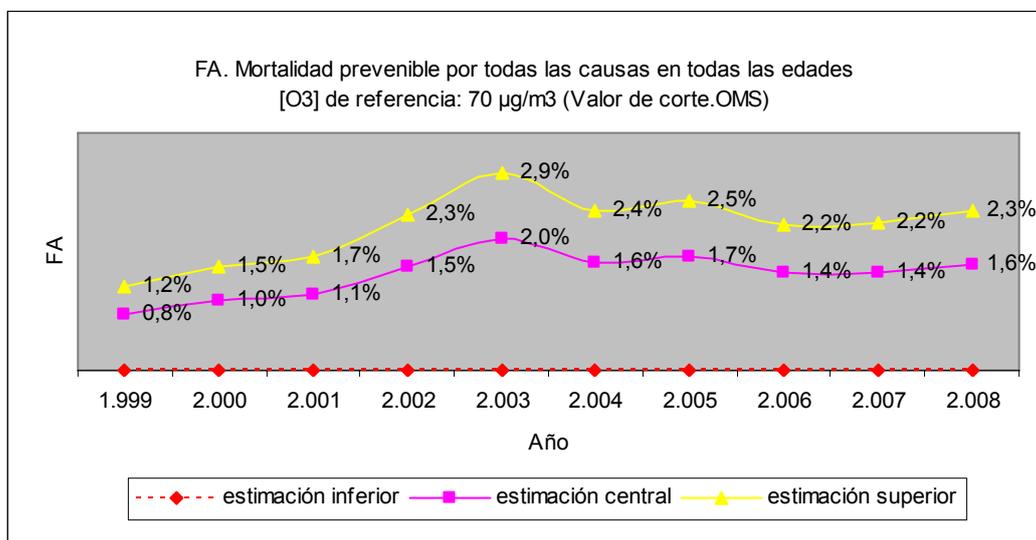
Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

En el modelo se ha introducido también el valor de 70 µg/m³ como un objetivo de concentración más estricto si cabe que la recomendación de la OMS en sus GCA, pues la OMS ha considerado

los datos que señalaban un aumento estadísticamente significativo del riesgo de mortalidad a concentraciones de ozono por encima del intervalo de 50-70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y porque se disponía de datos más fiables procedentes de los modelos para concentraciones por encima de este valor⁴.

Indicador: FA de la mortalidad prevenible por todas las causas (salvo las externas) en todas las edades.

Gráfico 109



Descripción: estimación del impacto o contribución de la exposición al O_3 a la mortalidad anual por todas las causas (salvo las externas) en todas las edades mediante la proporción de dicha mortalidad que podría disminuirse si la exposición al factor de riesgo se redujera a la de un escenario de exposición ideal alternativo y factible.

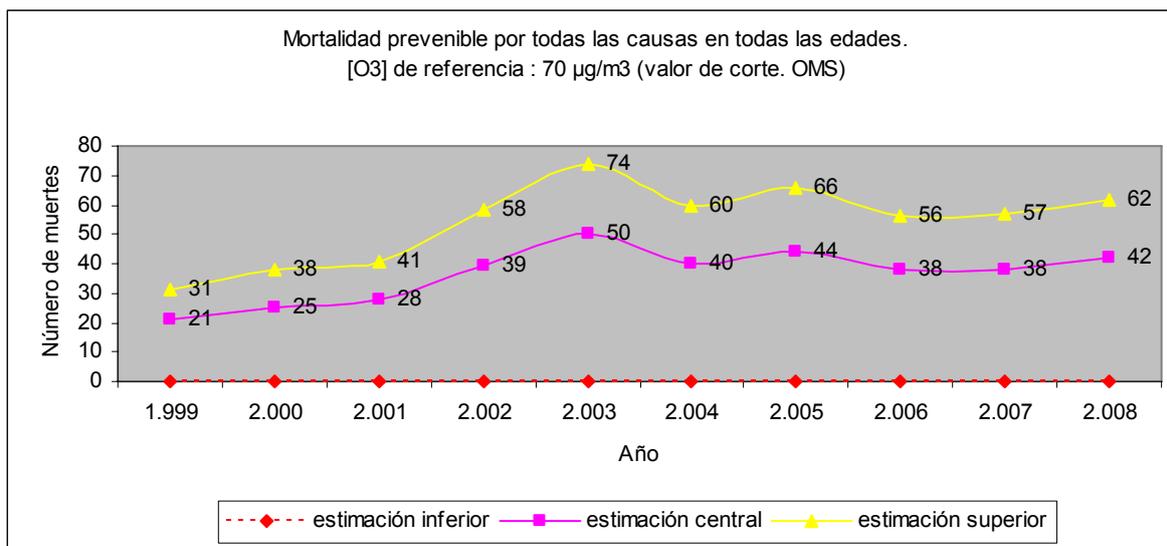
Magnitud: las estimaciones superior y central muestran durante todo el periodo valores positivos, no despreciables y ligeramente mayores que los obtenidos en el escenario anterior (con un valor de referencia menos estricto). La estimación inferior sigue siendo nula todo el periodo de estudio.

Evolución: las curvas de las estimaciones central y superior siguen el patrón de cambios anuales observado en las concentraciones monitorizadas de O_3 , no siendo así en la estimación inferior. La tendencia de las estimaciones positivas es ascendente.

Interpretación: posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición al O_3 durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por O_3 a $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$, se habría podido prevenir una mínima proporción no despreciable de la mortalidad anual por todas las causas (excepto las externas) en todas las edades en la ciudad de Valladolid. Asimismo también habría sido posible que no se hubiera podido prevenir ninguna proporción de esta causa de mortalidad durante el periodo de estudio.

Indicador: mortalidad prevenible por todas las causas (salvo las externas) en todas las edades.

Gráfico 110



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales por todas las causas, excepto las externas, en todas las edades en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles observados de O₃ con una concentración objetivo o “diana” superior a la concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad asociada a la exposición al O₃ y que podría evitarse si se asumiera esa concentración objetivo o “diana”.

Magnitud: durante todo el periodo en las estimaciones superior y central se obtienen valores positivos, no despreciables y ligeramente mayores que los del escenario anterior en el que se asumía un valor de referencia menos estricto. La estimación inferior sigue siendo nula a lo largo del periodo de estudio.

Evolución: las curvas de las estimaciones central y superior siguen el patrón anual de cambios marcado por las concentraciones observadas de O₃, con una tendencia ascendente, no siendo así para la estimación inferior. La estimación central y la superior muestran una tendencia ascendente.

Interpretación: posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por O₃ a 70 µg/m³, se habría podido evitar un número no despreciable de fallecimientos anuales por todas las causas (excepto las externas) en todas las edades en la ciudad de Valladolid. Asimismo también podría ocurrir que esta reducción de mortalidad probablemente no hubiera sido posible durante el periodo de estudio.

Indicador: mortalidad prevenible según el sexo por todas las causas (salvo las externas) en todas las edades.

Gráfico 111

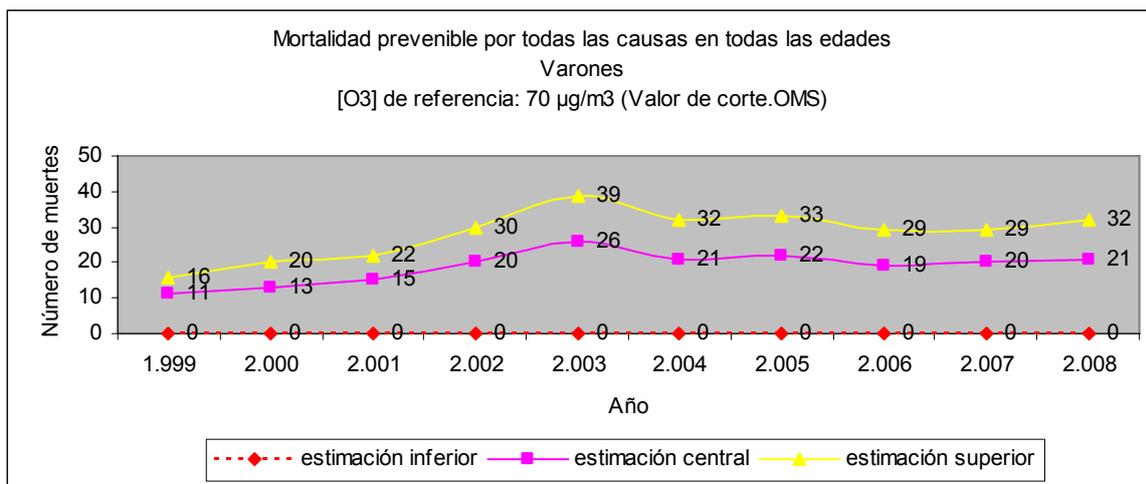
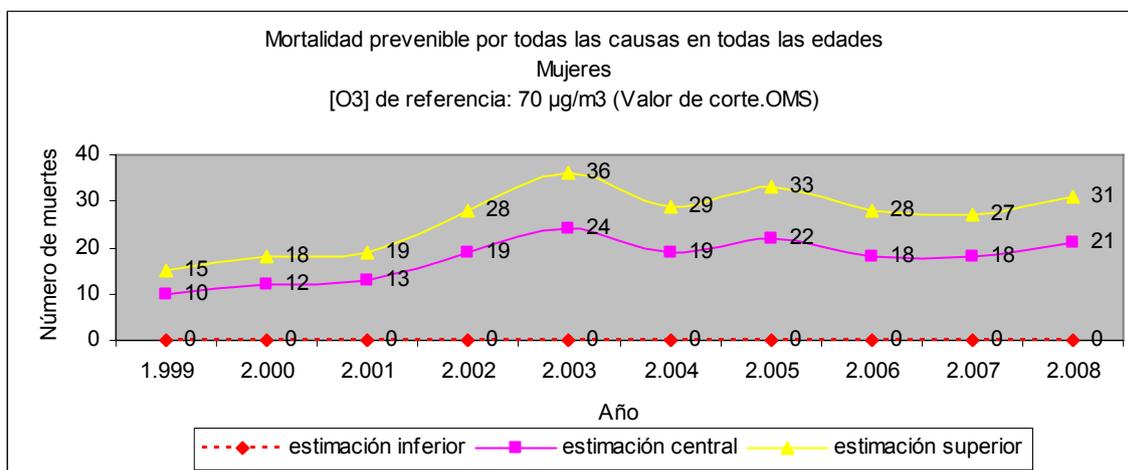


Gráfico 112



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales según el sexo por todas las causas, excepto las externas, en todas las edades en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles observados de O₃ con una concentración objetivo o “diana” superior a la concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad asociada a la exposición al O₃ y que podría evitarse si se asumiera esa concentración objetivo o “diana”.

Magnitud: Las estimaciones en varones son en general ligeramente mayores que las de las mujeres. En ambos sexos, la estimación central y la superior alcanzan valores positivos, no despreciables y más elevados que los obtenidos en el escenario previo donde se asumía un valor de referencia menos riguroso. La estimación inferior, como ya se ha explicado, resulta nula todos los años.

Evolución: las curvas de las estimaciones central y superior muestran la pauta anual de cambios percibida en las concentraciones observadas de O₃, no siendo así en la estimación inferior. La tendencia de las estimaciones superior y central es ascendente.

Interpretación: posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por O₃ a 70 µg/m³, se habría podido evitar un número no despreciable de fallecimientos anuales en ambos sexos por todas las causas (excepto las externas) en todas las edades en la ciudad de Valladolid. Asimismo también podría ocurrir que esta reducción de mortalidad probablemente no hubiera sido posible durante el periodo de estudio.

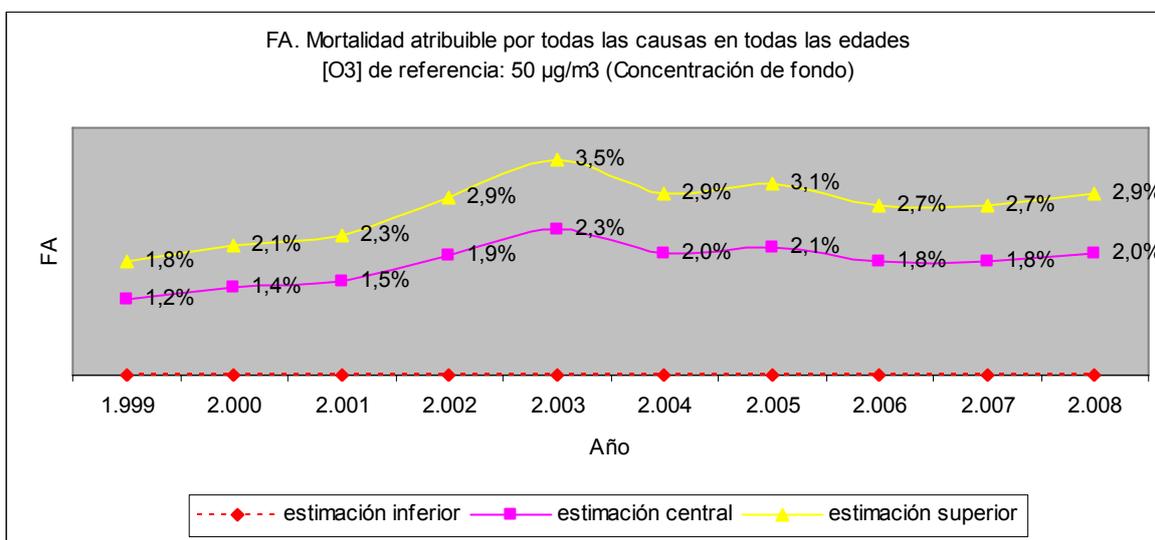
Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Ya se ha comentado que las concentraciones anuales medias más bajas de ozono troposférico en áreas de “fondo” remotas de Europa han oscilado entre 40 y 90 µg/m³. Las concentraciones de “fondo” basales en el hemisferio norte se acercan a los niveles conocidos como perjudiciales para la salud ¹³. Así pues, ante la falta de datos locales, para evaluar la mortalidad atribuible por un supuesto nivel natural de “fondo” de ozono se podría adoptar el valor de 50 µg/m³, de forma ciertamente arbitraria, aunque ante la ausencia de datos objetivos en nuestro ámbito puede servir para estimar una medida del efecto de la contaminación atribuible a la contaminación actual observada por ozono.

Indicador: FA de la mortalidad atribuible por todas las causas (salvo las externas) en todas las edades.

Gráfico 113



Descripción: estimación del impacto o contribución de la exposición observada al O₃ a la mortalidad anual por todas las causas (salvo las externas) en todas las edades mediante la proporción de dicha mortalidad que podría atribuirse a la exposición observada al O₃ respecto a un determinado valor natural de “fondo” asumido a priori.

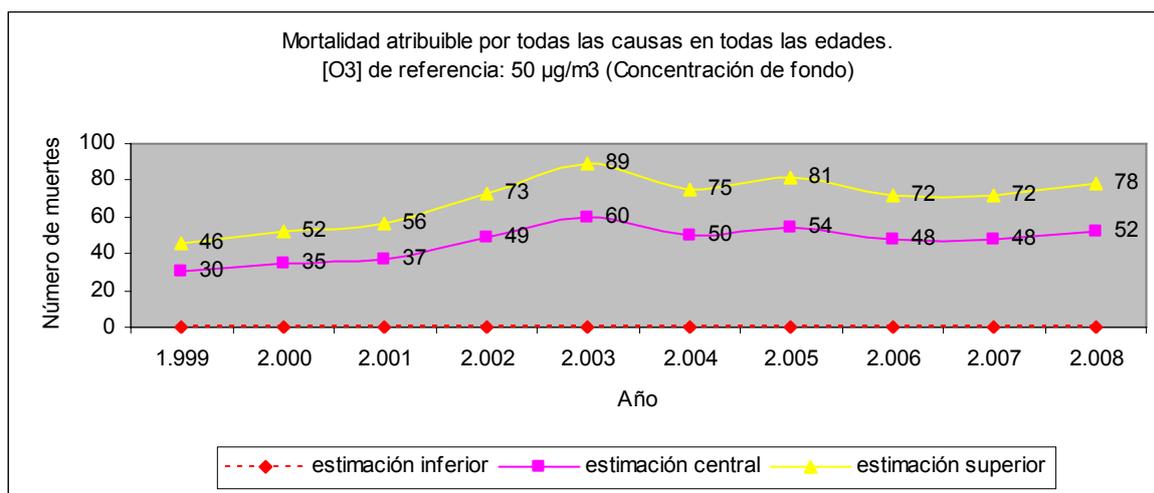
Magnitud: los porcentajes de las estimaciones superior y central son positivos y no pueden considerarse despreciables. La estimación inferior proporciona valores nulos a lo largo del periodo de estudio.

Evolución: las estimaciones positivas muestran una pauta anual de cambios similar a la observada en las concentraciones monitorizadas de O₃, no siendo así para la estimación inferior. Las estimaciones positivas tienen una tendencia ascendente.

Interpretación: posiblemente, si se considerase este escenario con un valor natural de “fondo” de exposición al O₃ de 50 µg/m³ durante el periodo de estudio, se podría haber atribuido al nivel de exposición anual observado al O₃ una proporción no despreciable de la mortalidad anual por todas las causas (excepto las externas) en todas las edades en la ciudad de Valladolid. Asimismo también habría sido posible que no se hubiera podido atribuir ninguna proporción de esta causa de mortalidad durante el periodo de estudio al nivel de exposición anual observado al O₃ respecto al valor natural de “fondo” asumido a priori.

Indicador: mortalidad atribuible por todas las causas (salvo las externas) en todas las edades.

Gráfico 114



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales por todas las causas, excepto las externas, en todas las edades en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles observados de O₃ con una determinada concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad que podría atribuirse al nivel de contaminación observado de O₃ respecto a ese valor natural de “fondo” asumido a priori.

Magnitud: las estimaciones superior y central presentan valores positivos y no pueden calificarse como despreciables. La estimación inferior muestra valores nulos durante todo el periodo.

Evolución: las estimaciones positivas siguen la pauta anual de cambios que muestran las concentraciones observadas de O₃, no siendo así para la estimación inferior. La tendencia de las estimaciones positivas es ascendente.

Interpretación: posiblemente, si se considerase el escenario con un valor natural de “fondo” de exposición al O₃ de 50 µg/m³ durante el periodo de estudio, se podrían haber atribuido al nivel de exposición anual observado al O₃ un número no despreciable de fallecimientos anuales por todas las causas (excepto las externas) en todas las edades en la ciudad de Valladolid. Asimismo también habría sido posible que no se hubieran podido atribuir fallecimientos por esta causa al nivel de exposición anual observado al O₃ respecto al valor natural de “fondo” asumido a priori.

Indicador: mortalidad atribuible según el sexo por todas las causas (salvo las externas) en todas las edades.

Gráfico 115

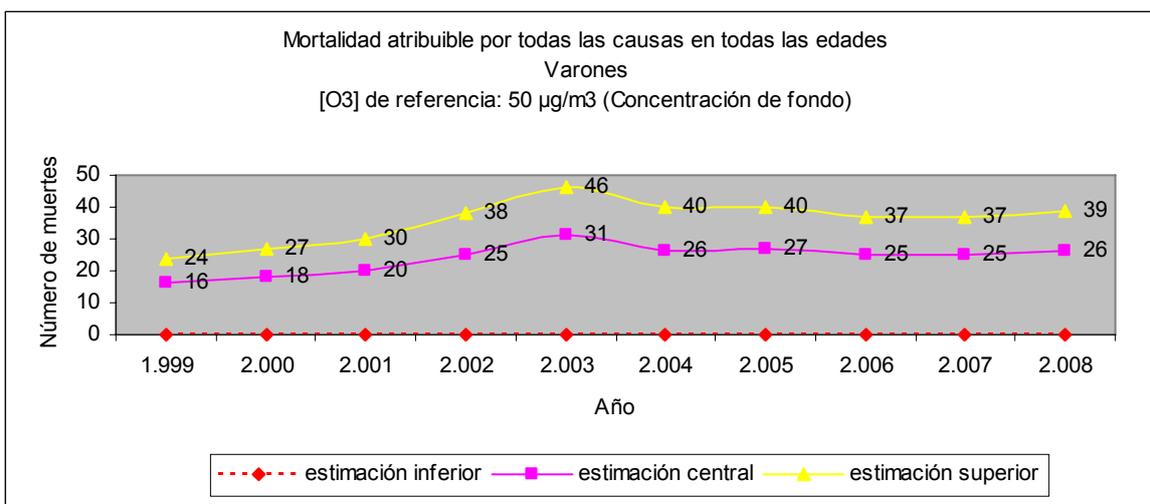
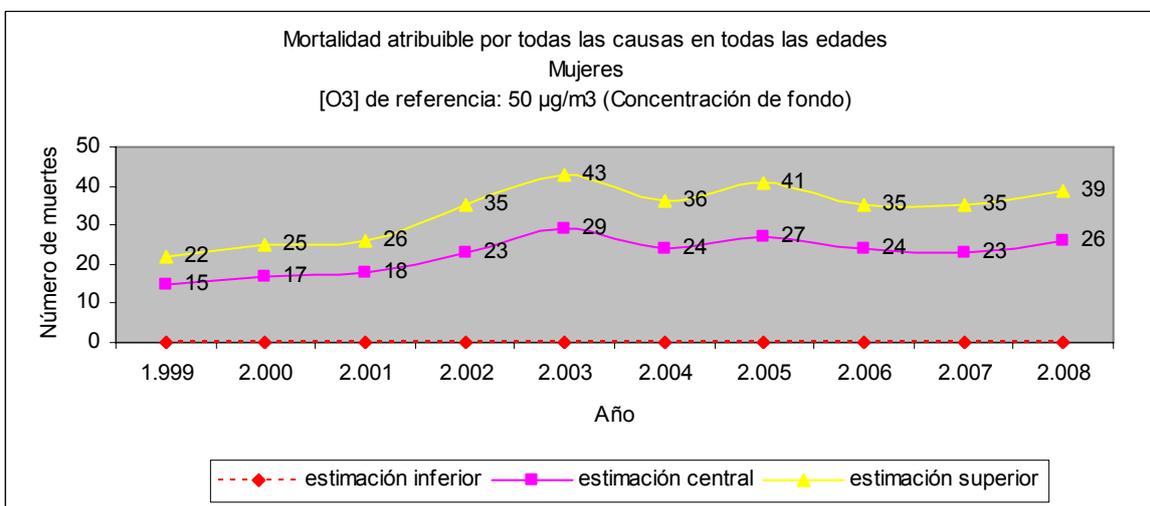


Gráfico 116



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales según el sexo por todas las causas, excepto las externas, en todas las edades en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles observados de O₃ con una determinada concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad que podría atribuirse al nivel de contaminación observado de O₃ respecto a ese valor natural de “fondo” asumido a priori.

Magnitud: las estimaciones superior y central presentan valores positivos, no despreciables y ligeramente mayores en varones respecto a las mujeres. La estimación inferior muestra en ambos sexos valores nulos.

Evolución: en ambos sexos, las estimaciones positivas (superior y central) siguen el patrón anual de cambios que dibujan las concentraciones observadas de O₃. La tendencia de las estimaciones positivas es creciente. La estimación inferior no muestra esta pauta.

Interpretación: posiblemente, si se considerase el escenario con un valor natural de “fondo” de exposición al O₃ de 50 µg/m³ durante el periodo de estudio, se podrían haber atribuido al nivel de exposición anual observado al O₃ un número no despreciable de fallecimientos anuales en ambos sexos por todas las causas (excepto las externas) en todas las edades en la ciudad de Valladolid. Asimismo también habría sido posible que no se hubieran podido atribuir fallecimientos en ambos sexos por esta causa al nivel de exposición anual observado al O₃ respecto al valor natural de “fondo” asumido a priori.

IV.3.2. Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

En el anexo I se pueden observar las cifras de mortalidad por esta causa en la población general y su distribución por sexos. Las cifras son inferiores, como es lógico, a las cifras de mortalidad por todas las causas (salvo externas) así como a las de mortalidad por enfermedades circulatorias. Se puede apreciar como la tendencia ascendente de la mortalidad respiratoria es más clara entre las mujeres, que presentan en cualquier caso unas cifras inferiores a las de la población masculina.

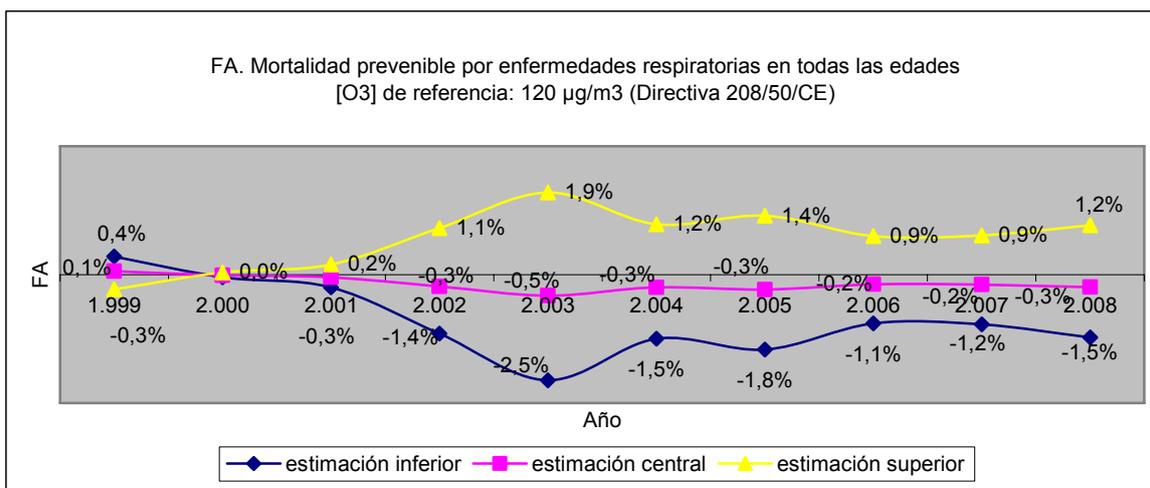
En el año 1999 la concentración de ozono monitorizada por la RCCAVA fue inferior al nivel de referencia de 120 µg/m³ y como se explicó anteriormente, las estimaciones generadas por el modelo no tienen interpretación y se deben considerar nulas. El resto de años del periodo las concentraciones de exposición al ozono observadas resultaron ser superiores a los niveles de referencia. Las estimaciones central e inferior resultan ser nulas o negativas, que deben considerarse igualmente nulas, pues como ya se ha explicado las FA estimadas en estos casos por el modelo fueron nulas o bien negativas.

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³

Escenario de exposición: *asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).*

Indicador: FA de la mortalidad prevenible por enfermedades respiratorias en todas las edades.

Gráfico 117



Descripción: estimación del impacto o contribución de la exposición al O₃ a la mortalidad anual por enfermedades respiratorias en todas las edades mediante la proporción de dicha mortalidad que podría disminuirse si la exposición al factor de riesgo se redujera a la de un escenario de exposición ideal alternativo y factible.

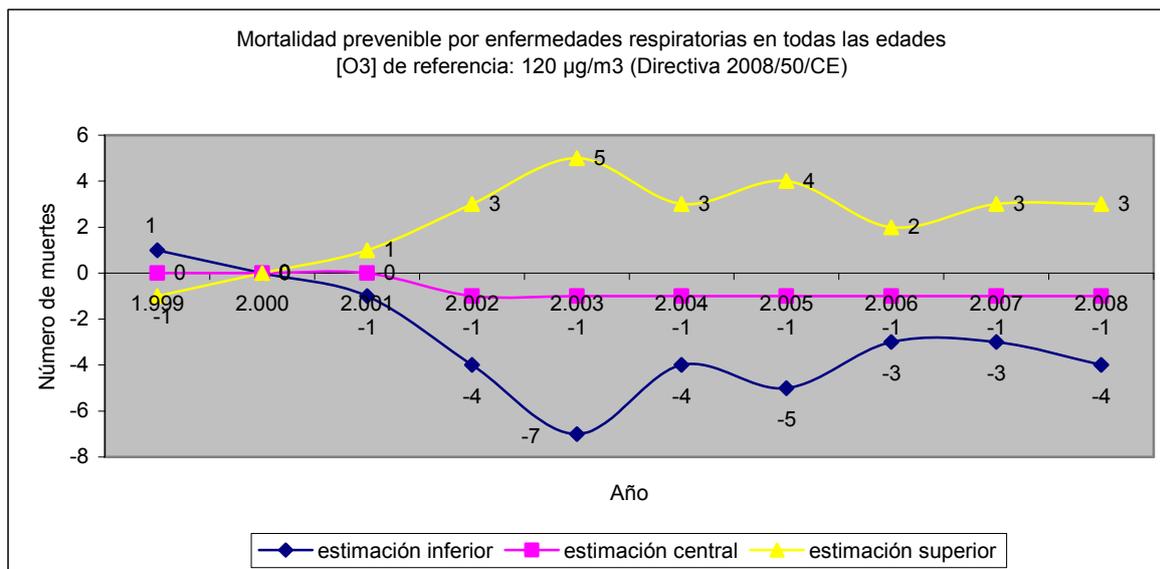
Magnitud: únicamente, como ya se ha explicado, la estimación superior a partir del año 2001 proporciona unos resultados evaluables, mínimamente positivos, y en cualquier caso no desdeñables.

Evolución: solamente la curva de la estimación superior a partir de 2001 sigue la pauta anual de cambios que muestran las concentraciones observadas de O₃. La tendencia de las estimaciones positivas es ascendente.

Interpretación: posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición al O₃ durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por O₃ a 120 µg/m³, a partir del año 2001 se habría podido prevenir una mínima proporción no despreciable de la mortalidad anual por enfermedades respiratorias en todas las edades en la ciudad de Valladolid. Asimismo también habría sido posible que no se hubiera podido prevenir ninguna proporción de esta causa de mortalidad durante el periodo de estudio. Al comparar con el mismo escenario de exposición para la mortalidad por todas las causas (salvo las externas), a partir de 2001 la estimación superior de la FA de la mortalidad prevenible por enfermedades respiratorias es más elevada, por lo que en teoría habría sido posible prevenir una mayor proporción de la mortalidad anual por enfermedades respiratorias que por todas las causas (salvo las externas) en todas las edades si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición al O₃ durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por O₃ a 120 µg/m³.

Indicador: mortalidad prevenible por enfermedades respiratorias en todas las edades.

Gráfico 118



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales por enfermedades respiratorias en todas las edades en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles observados de O₃ con una concentración objetivo o “diana” superior a la concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad asociada a la exposición al O₃ y que podría evitarse si se asumiera esa concentración objetivo o “diana”.

Magnitud: como ya se ha mencionado, únicamente la estimación superior a partir del año 2001 proporciona unos resultados evaluables, mínimamente positivos y no desdeñables en cualquier caso.

Evolución: solamente la curva de la estimación superior a partir del año 2001 sigue la pauta anual de cambios marcado por la curva con las concentraciones observadas de O₃. Las estimaciones positivas tienen una tendencia ligeramente ascendente.

Interpretación: posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por O₃ a 120 µg/m³, a partir del año 2001 se habría podido evitar un número mínimo no despreciable de fallecimientos anuales por enfermedades respiratorias en todas las edades en la ciudad de Valladolid. Asimismo también podría ocurrir que esta reducción de mortalidad probablemente no hubiera sido posible durante el periodo de estudio. Al comparar con el mismo escenario de exposición para la mortalidad por todas las causas (salvo las externas), la estimación superior de la mortalidad anual por enfermedades respiratorias es menor, reflejo de la inferior mortalidad por esta causa observada en la población, por lo que en teoría habría sido posible evitar un menor número de fallecimientos anuales por enfermedades respiratorias en todas las edades que por todas las causas (salvo las externas) si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición al O₃ durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por O₃ a 120 µg/m³.

Indicador: mortalidad prevenible según el sexo por enfermedades respiratorias en todas las edades.

Gráfico 119

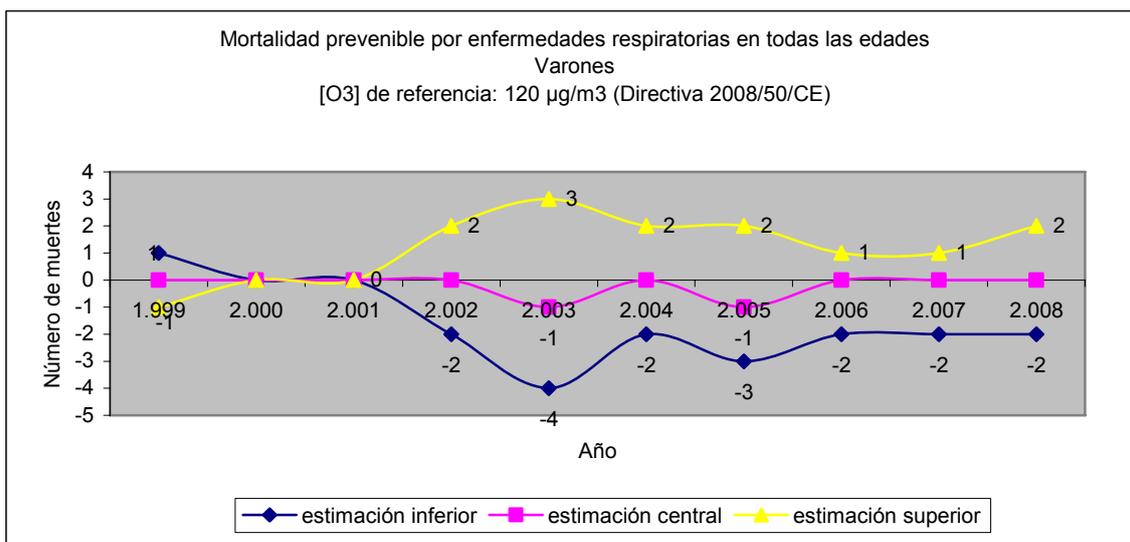
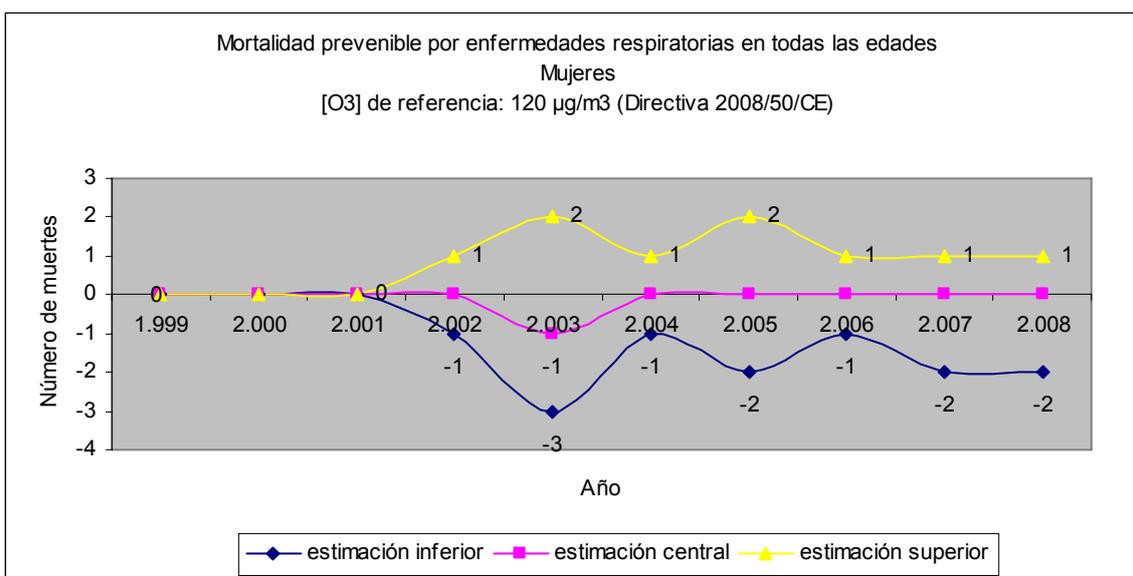


Gráfico 120



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales según el sexo por enfermedades respiratorias en todas las edades en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles observados de O₃ con una concentración objetivo o “diana” superior a la concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad asociada a la exposición al O₃ y que podría evitarse si se asumiera esa concentración objetivo o “diana”.

Magnitud: en ambos sexos, solamente para la estimación superior a partir del año 2001 se obtienen valores superiores a 0, muy pequeños aunque en cualquier caso no despreciables, mínimamente mayores en varones frente a las mujeres. La estimación central y la inferior presentan valores negativos que se han de considerar nulos.

Evolución: la estimación superior, a partir del año 2001, en ambos sexos adopta el patrón anual de cambios que se advierte en las concentraciones observadas de O₃. La tendencia de las estimaciones positivas es ligeramente ascendente. Las otras estimaciones no siguen esta pauta.

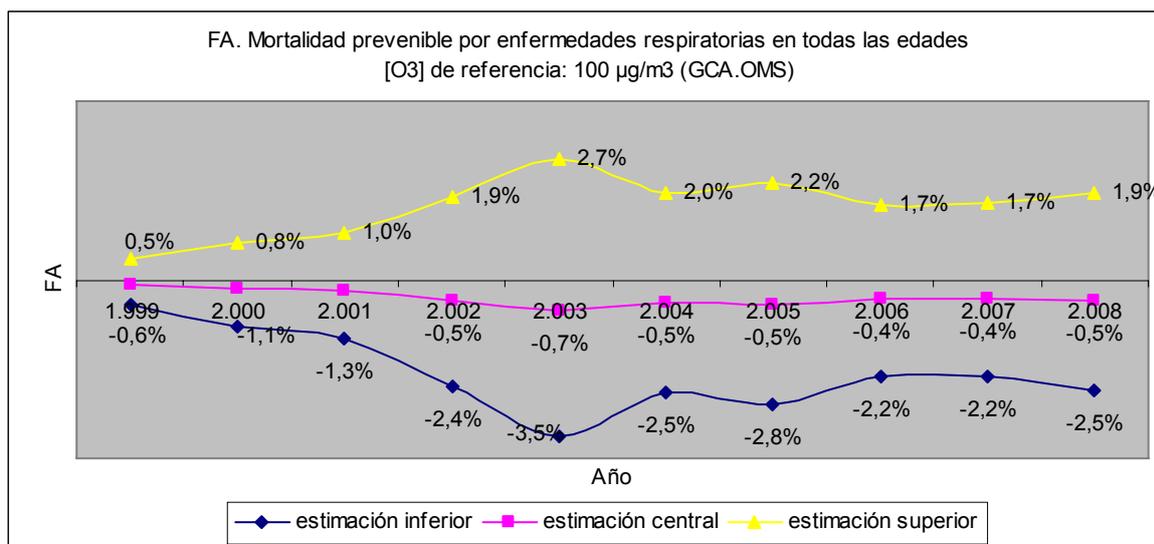
Interpretación: posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por O₃ a 120 µg/m³, a partir de 2001 se habría podido evitar un pequeño número no despreciable de fallecimientos anuales en ambos sexos por enfermedades respiratorias en todas las edades en la ciudad de Valladolid. Asimismo también podría ocurrir que esta reducción de mortalidad probablemente no hubiera sido posible durante el periodo de estudio. Al comparar con el mismo escenario de exposición en ambos sexos para la mortalidad por todas las causas (salvo las externas), la estimación superior de la mortalidad anual por enfermedades respiratorias es menor, reflejo de la inferior mortalidad por esta causa observada en la población, por lo que en teoría habría sido posible evitar un menor número de fallecimientos anuales en ambos sexos por enfermedades respiratorias en todas las edades que por todas las causas (salvo las externas) si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición al O₃ durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por O₃ a 120 µg/m³.

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Indicador: FA de la mortalidad prevenible por enfermedades respiratorias en todas las edades.

Gráfico 121



Descripción: estimación del impacto o contribución de la exposición al O₃ a la mortalidad anual por enfermedades respiratorias en todas las edades mediante la proporción de dicha mortalidad

que podría disminuirse si la exposición al factor de riesgo se redujera a la de un escenario de exposición ideal alternativo y factible.

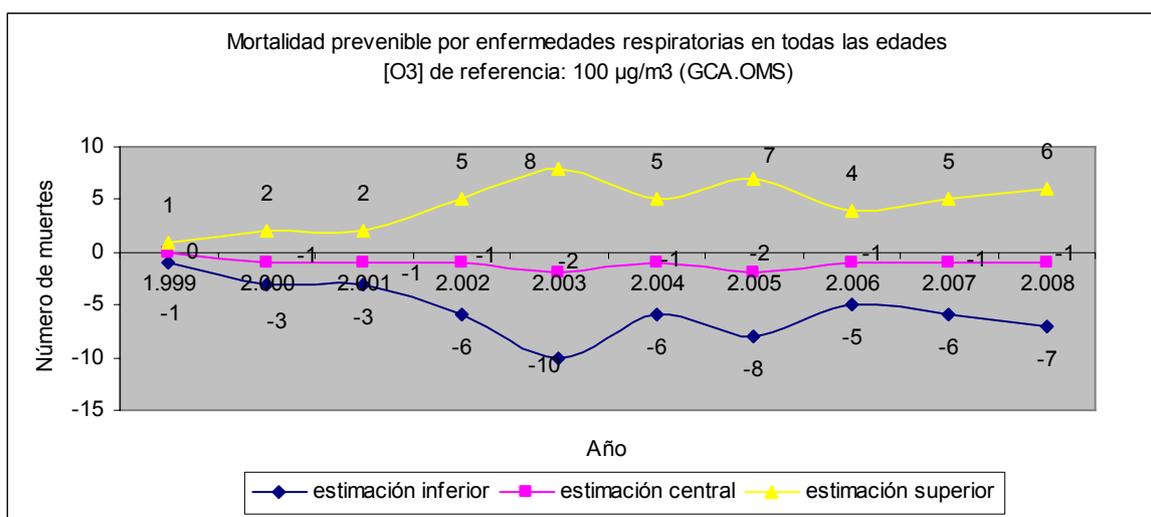
Magnitud: en este escenario, con un valor de referencia más riguroso que el anterior, la estimación superior presenta valores mayores que 0 ya durante todo el periodo de estudio, más elevados que los obtenidos en el escenario previo y que en cualquier caso no pueden considerarse desdeñables. Como en el escenario anterior, la estimación central y la inferior se consideran nulas.

Evolución: la curva de la estimación superior reproduce durante todo el periodo el patrón anual de cambios que muestran las concentraciones observadas de O₃. Las estimaciones positivas presentan una ligera tendencia en ascenso. Las otras estimaciones, central e inferior, no siguen ese patrón.

Interpretación: posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición al O₃ durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por O₃ a 100 µg/m³, se habría podido prevenir una mínima proporción no despreciable de la mortalidad anual por enfermedades respiratorias en todas las edades en la ciudad de Valladolid. Asimismo también habría sido posible que no se hubiera podido prevenir ninguna proporción de esta causa de mortalidad durante el periodo de estudio. Al comparar con el mismo escenario de exposición para la mortalidad por todas las causas (salvo las externas), la estimación superior de la FA de la mortalidad prevenible por enfermedades respiratorias es más elevada, por lo que en teoría habría sido posible prevenir una mayor proporción de la mortalidad anual por enfermedades respiratorias que por todas las causas (salvo las externas) en todas las edades si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición al O₃ durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por O₃ a 100 µg/m³.

Indicador: mortalidad prevenible por enfermedades respiratorias en todas las edades.

Gráfico 122



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales por enfermedades respiratorias en todas las edades en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio)

mediante la comparación de los niveles observados de O₃ con una concentración objetivo o “diana” superior a la concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad asociada a la exposición al O₃ y que podría evitarse si se asumiera esa concentración objetivo o “diana”.

Magnitud: únicamente la estimación superior, ya durante todo el periodo de estudio, muestra estimaciones superiores a 0, de pequeño valor aunque no desdeñables y mayores que los obtenidos en el escenario previo donde se asumía un valor de referencia menos estricto. Las otras dos estimaciones presentan valores negativos que han de considerarse nulos.

Evolución: solamente la curva de la estimación superior repite la pauta anual de cambios observada en la curva con las concentraciones monitorizadas de O₃. La tendencia de las estimaciones positivas es ascendente.

Interpretación: posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por O₃ a 120 µg/m³, se habría podido evitar un pequeño número no despreciable de fallecimientos anuales por enfermedades respiratorias en todas las edades en la ciudad de Valladolid. Asimismo también podría ocurrir que esta reducción de mortalidad probablemente no hubiera sido posible durante el periodo de estudio. Al comparar con el mismo escenario de exposición para la mortalidad por todas las causas (salvo las externas), la estimación superior de la mortalidad anual por enfermedades respiratorias es menor, reflejo de la inferior mortalidad por esta causa observada en la población, por lo que en teoría habría sido posible evitar un menor número de fallecimientos anuales por enfermedades respiratorias en todas las edades que por todas las causas (salvo las externas) si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición al O₃ durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por O₃ a 100 µg/m³.

Indicador: mortalidad prevenible según el sexo por enfermedades respiratorias en todas las edades.

Gráfico 123

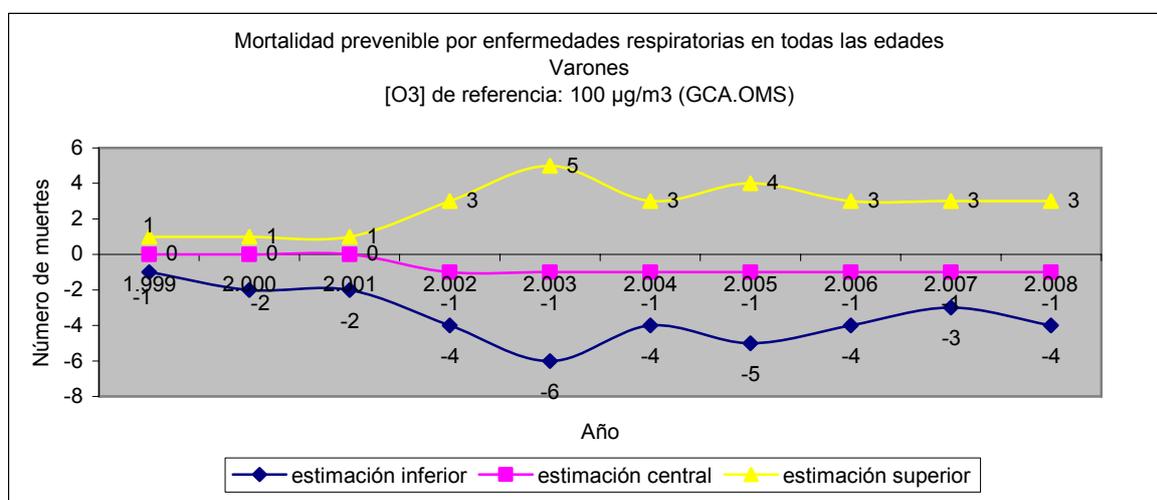
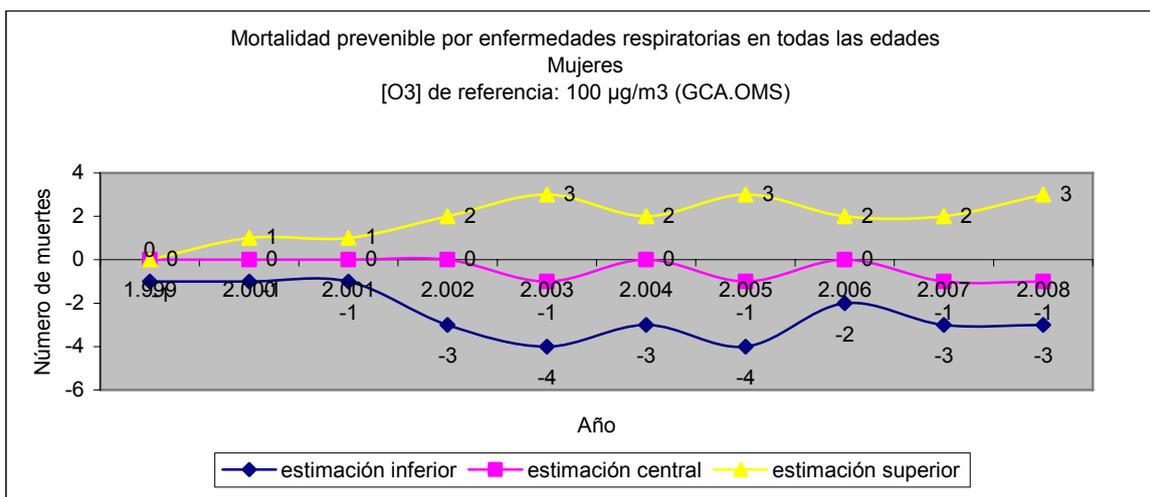


Gráfico 124



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales según el sexo por enfermedades respiratorias en todas las edades en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles observados de O₃ con una concentración objetivo o “diana” superior a la concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad asociada a la exposición al O₃ y que podría evitarse si se asumiera esa concentración objetivo o “diana”.

Magnitud: en varones durante todo el periodo de estudio y en mujeres a partir del año 2000, se obtienen resultados mayores que 0 únicamente para la estimación superior, como ya se ha explicado, de pequeño valor pero no despreciables y ligeramente más elevados que los obtenidos en este caso para el escenario previo, con un valor de referencia menos riguroso. Las estimaciones en varones son mínimamente más altas que las obtenidas en la población femenina. La estimación central y la inferior muestran valores nulos durante todo el periodo.

Evolución: la estimación superior, en varones durante todo el periodo y en mujeres a partir del año 2000, sigue el patrón anual de cambios que dibujan las concentraciones observadas de O₃. La tendencia de las estimaciones positivas es ligeramente ascendente. Las otras dos estimaciones, como ya se ha explicado, no adoptan ese patrón.

Interpretación: posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por O₃ a 100 µg/m³, a partir de 1999 en varones y del año 2000 en las mujeres, se habría podido evitar un pequeño número no despreciable de fallecimientos anuales en ambos sexos por enfermedades respiratorias en todas las edades en la ciudad de Valladolid. Asimismo también podría ocurrir que esta reducción de mortalidad probablemente no hubiera sido posible durante el periodo de estudio. Al comparar con el mismo escenario de exposición en ambos sexos para la mortalidad por todas las causas (salvo las externas), la estimación superior de la mortalidad anual por enfermedades respiratorias es menor, producto de la inferior mortalidad por esta causa observada en la población, por lo que en teoría habría sido posible evitar un menor número de fallecimientos anuales en ambos sexos por enfermedades respiratorias en todas las edades que

por todas las causas (salvo las externas) si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición al O₃ durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por O₃ a 100 µg/m³.

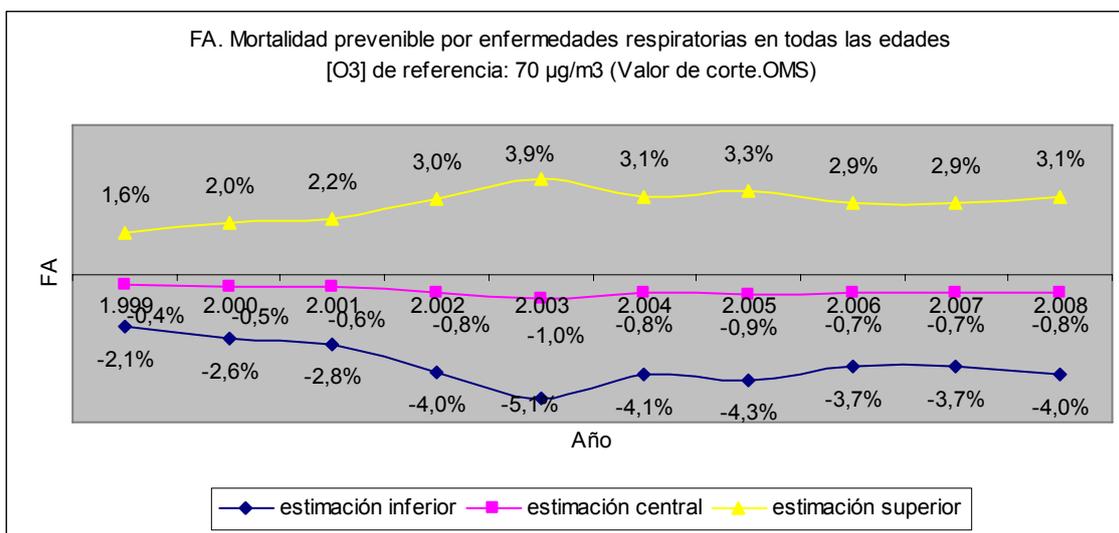
Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Como ya se ha comentado, se puede utilizar este valor de concentración como nivel de referencia de un escenario de exposición.

Indicador: FA de la mortalidad prevenible por enfermedades respiratorias en todas las edades.

Gráfico 125



Descripción: estimación del impacto o contribución de la exposición al O₃ a la mortalidad anual por enfermedades respiratorias en todas las edades mediante la proporción de dicha mortalidad que podría disminuirse si la exposición al factor de riesgo se redujera a la de un escenario de exposición ideal alternativo y factible.

Magnitud: la estimación superior muestra valores mayores que 0 durante todo el periodo, pequeños pero no despreciables y más elevados que los obtenidos en el escenario anterior (con un valor de referencia menos estricto). Las otras dos estimaciones siguen siendo nulas todo el periodo de estudio.

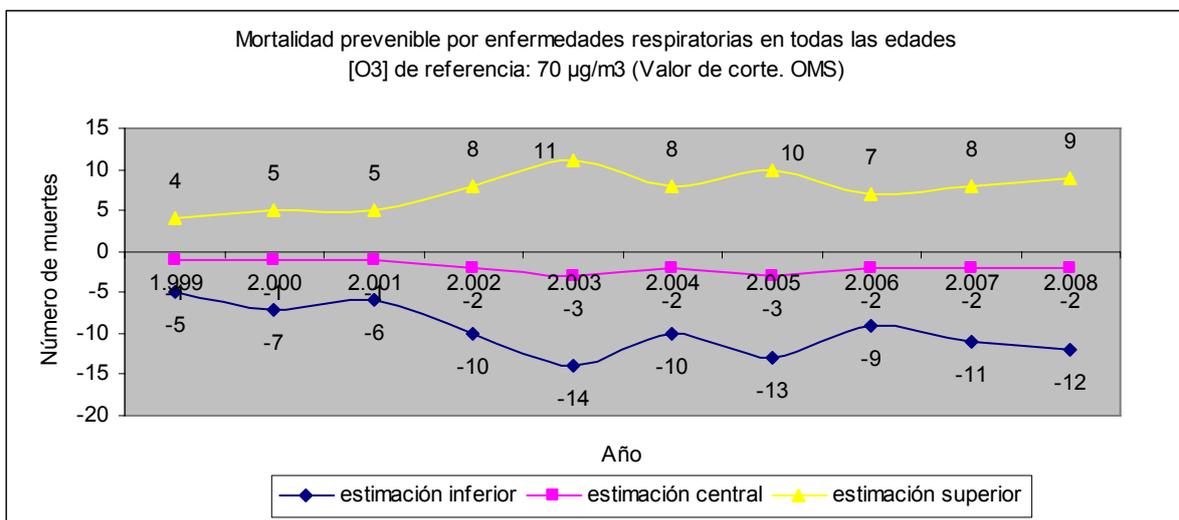
Evolución: la curva de la estimación superior sigue el patrón anual de cambios que muestran las concentraciones observadas de O₃, no siendo así en las otras estimaciones. Las estimaciones positivas señalan una tendencia ascendente.

Interpretación: posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición al O₃ durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación

por O_3 a $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$, se habría podido prevenir una pequeña proporción no despreciable de la mortalidad anual por enfermedades respiratorias en todas las edades en la ciudad de Valladolid. Asimismo también habría sido posible que no se hubiera podido prevenir ninguna proporción de esta causa de mortalidad durante el periodo de estudio. Al comparar con el mismo escenario de exposición para la mortalidad por todas las causas (salvo las externas), la estimación superior de la FA de la mortalidad prevenible por enfermedades respiratorias es más elevada, por lo que en teoría habría sido posible prevenir una mayor proporción de la mortalidad anual por enfermedades respiratorias que por todas las causas (salvo las externas) en todas las edades si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición al O_3 durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por O_3 a $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Indicador: mortalidad prevenible por todas las causas (salvo las externas) en todas las edades.

Gráfico 126



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales por enfermedades respiratorias en todas las edades en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles observados de O_3 con una concentración objetivo o “diana” superior a la concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad asociada a la exposición al O_3 y que podría evitarse si se asumiera esa concentración objetivo o “diana”.

Magnitud: solamente la estimación superior presenta estimaciones mayores que 0, pequeñas pero no desdeñables y más elevadas que las obtenidas en el escenario previo que asumía un valor de referencia menos estricto. Las otras dos estimaciones presentan valores negativos que se han de considerar nulos.

Evolución: únicamente la curva de la estimación superior repite la pauta anual de cambios que muestra la curva con las concentraciones observadas de O_3 . La tendencia de las estimaciones positivas es ligeramente ascendente.

Interpretación: posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por O_3 a

70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, se habría podido evitar un pequeño número no despreciable de fallecimientos anuales por enfermedades respiratorias en todas las edades en la ciudad de Valladolid. Asimismo también podría ocurrir que esta reducción de mortalidad probablemente no hubiera sido posible durante el periodo de estudio. Al comparar con el mismo escenario de exposición para la mortalidad por todas las causas (salvo las externas), la estimación superior de la mortalidad anual por enfermedades respiratorias es menor, reflejo de la inferior mortalidad por esta causa observada en la población, por lo que en teoría habría sido posible evitar un menor número de fallecimientos anuales por enfermedades respiratorias en todas las edades que por todas las causas (salvo las externas) si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición al O_3 durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por O_3 a 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Indicador: mortalidad prevenible según el sexo por enfermedades respiratorias en todas las edades.

Gráfico 127

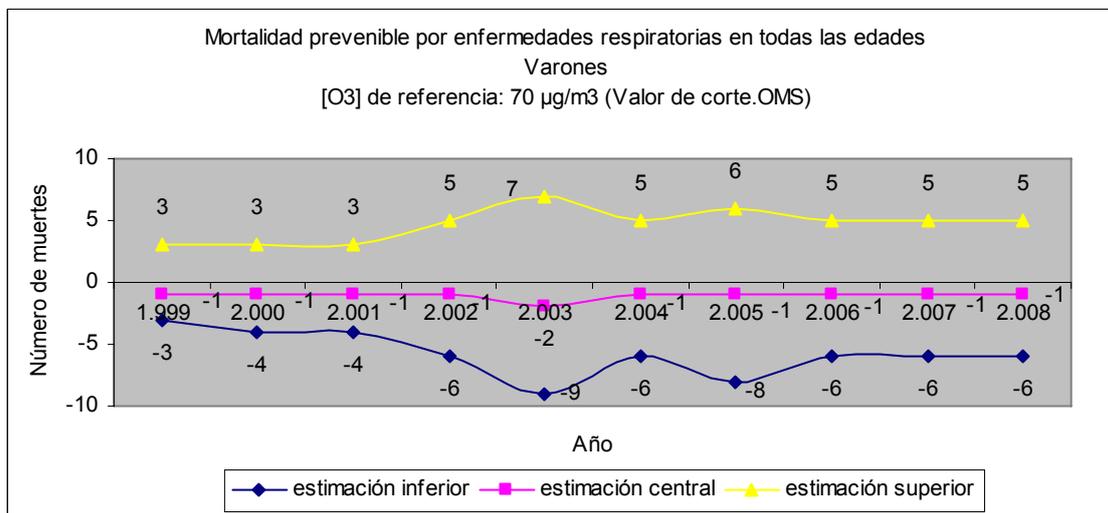
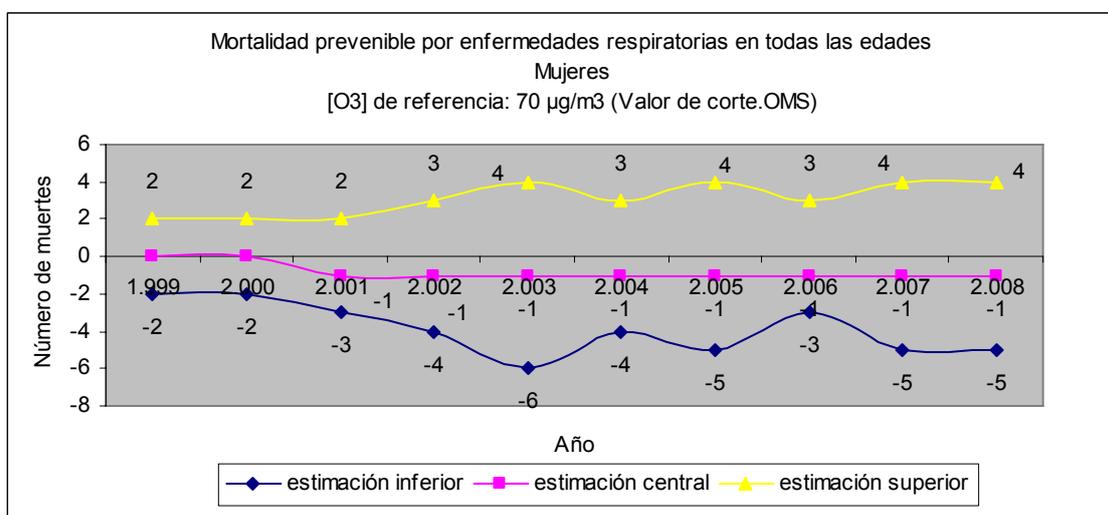


Gráfico 128



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales según el sexo por enfermedades respiratorias en todas las edades en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles observados de O₃ con una concentración objetivo o “diana” superior a la concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad asociada a la exposición al O₃ y que podría evitarse si se asumiera esa concentración objetivo o “diana”.

Magnitud: en ambos sexos, para la estimación superior, se obtienen resultados positivos de pequeño valor pero no despreciables y ligeramente mayores que los obtenidos en este caso para el escenario previo, con un valor de referencia menos riguroso. Las estimaciones en varones son mínimamente mayores que las obtenidas en la población femenina. Las otras dos estimaciones son nulas durante todo el periodo.

Evolución: la estimación superior en ambos sexos sigue el patrón anual de cambios que muestran las concentraciones monitorizadas de O₃. La tendencia de las estimaciones positivas es ligeramente ascendente. Las otras dos estimaciones, central e inferior, no adoptan ese patrón.

Interpretación: posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por O₃ a 70 µg/m³, se habría podido evitar un pequeño número no despreciable de fallecimientos anuales en ambos sexos por enfermedades respiratorias en todas las edades en la ciudad de Valladolid. Asimismo también podría ocurrir que esta reducción de mortalidad probablemente no hubiera sido posible durante el periodo de estudio. Al comparar con el mismo escenario de exposición en ambos sexos para la mortalidad por todas las causas (salvo las externas), la estimación superior de la mortalidad anual por enfermedades respiratorias es menor, producto de la inferior mortalidad por esta causa observada en la población, por lo que en teoría habría sido posible evitar un menor número de fallecimientos anuales en ambos sexos por enfermedades respiratorias en todas las edades que por todas las causas (salvo las externas) si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición al O₃ durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por O₃ a 70 µg/m³.

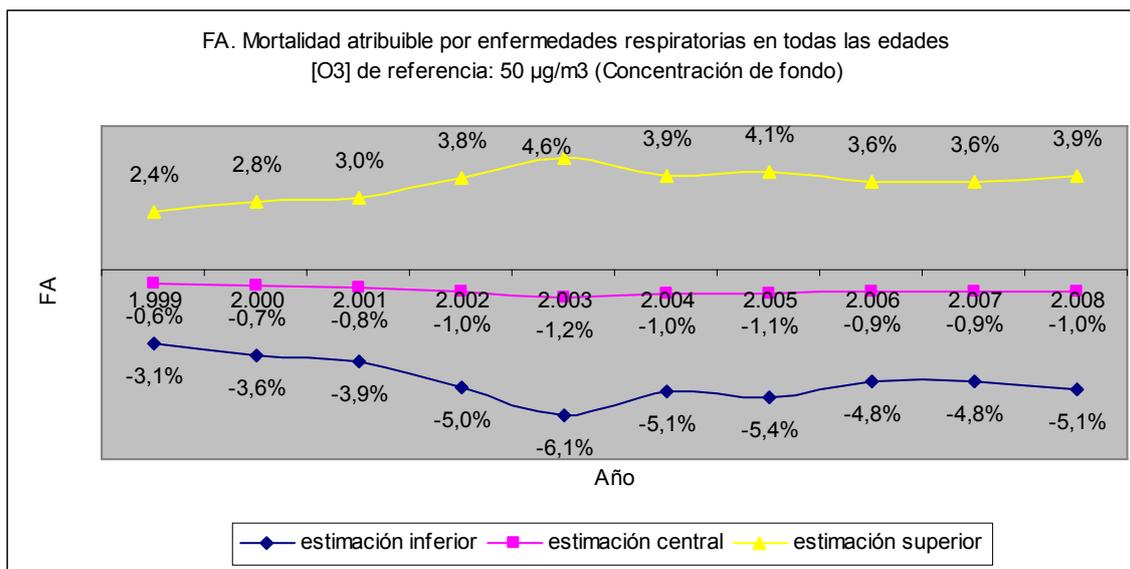
Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: *asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.*

Como ya se ha mencionado, se puede plantear la comparación de las concentraciones observadas de ozono en la ciudad de Valladolid con un posible valor de “fondo” del contaminante como el que representa la concentración de 50 µg/m³ y que se ha escogido como referencia para calcular la posible mortalidad atribuible al nivel de contaminación actual por ozono respecto a un valor natural de “fondo”¹³.

Indicador: FA de la mortalidad atribuible por enfermedades respiratorias en todas las edades.

Gráfico 129



Descripción: estimación del impacto o contribución de la exposición observada al O₃ a la mortalidad anual por enfermedades respiratorias en todas las edades mediante la proporción de dicha mortalidad que podría atribuirse a la exposición observada al O₃ respecto a un determinado valor natural de “fondo” asumido a priori.

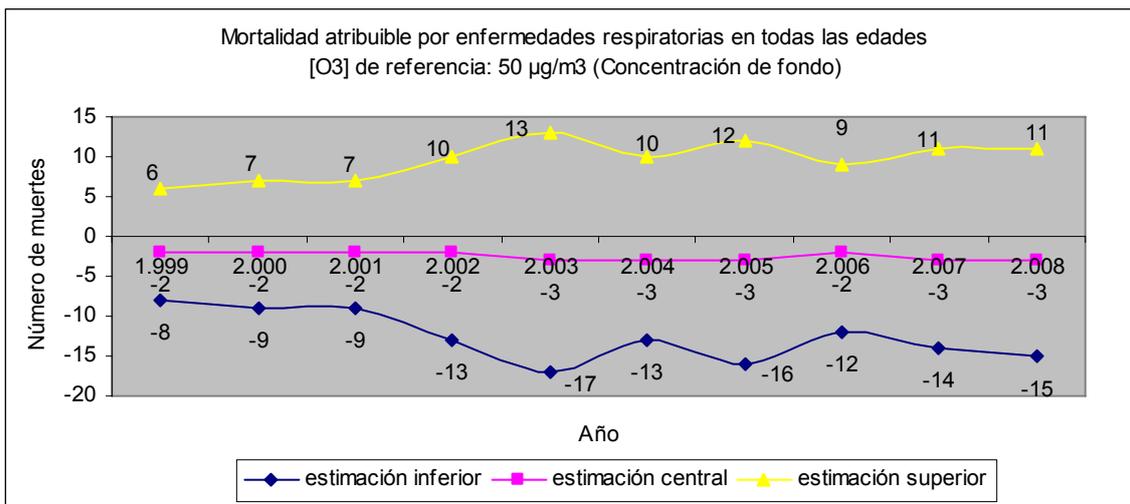
Magnitud: los porcentajes de la estimación superior son positivos y no pueden considerarse despreciables. Las otras dos estimaciones son nulas a lo largo de todo el periodo de estudio.

Evolución: la curva de la estimación superior sigue el patrón anual de cambios que muestran las concentraciones observadas de O₃. La tendencia de las estimaciones positivas es ascendente a lo largo del periodo. Las otras dos estimaciones no adoptan este patrón.

Interpretación: posiblemente, si se considerase este escenario con un valor natural de “fondo” de exposición al O₃ de 50 µg/m³ durante el periodo de estudio, se podría haber atribuido al nivel de exposición anual observado al O₃ una proporción no despreciable de la mortalidad anual por enfermedades respiratorias en todas las edades en la ciudad de Valladolid. Asimismo también habría sido posible que no se hubiera podido atribuir ninguna proporción de esta causa de mortalidad durante el periodo de estudio al nivel de exposición anual observado al O₃ respecto al valor natural de “fondo” asumido a priori. Al comparar con el mismo escenario de exposición para la mortalidad por todas las causas (salvo las externas) en todas las edades, la estimación superior de la FA de la mortalidad atribuible por enfermedades respiratorias es más elevada por lo que en teoría habría sido posible atribuir una mayor proporción de la mortalidad anual por enfermedades respiratorias que por todas las causas (salvo las externas) al nivel de exposición anual observado al O₃ en la ciudad de Valladolid respecto al valor natural de “fondo” de 50 µg/m³.

Indicador: mortalidad atribuible por enfermedades respiratorias en todas las edades.

Gráfico 130



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales por enfermedades respiratorias en todas las edades en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles observados de O₃ con una determinada concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad que podría atribuirse al nivel de contaminación observado de O₃ respecto a ese valor natural de “fondo” asumido a priori.

Magnitud: la estimación superior muestra valores positivos que no pueden considerarse despreciables. Las otras dos estimaciones, central e inferior presentan valores nulos durante todo el periodo.

Evolución: únicamente la curva de la estimación superior reproduce el patrón anual de cambios que dibuja la curva de las concentraciones observadas de O₃. La tendencia de las estimaciones positivas es ascendente.

Interpretación: posiblemente, si se considerase el escenario con un valor natural de “fondo” de exposición al O₃ de 50 µg/m³ durante el periodo de estudio, se podrían haber atribuido al nivel de exposición anual observado al O₃ un número no despreciable de fallecimientos anuales por enfermedades respiratorias en todas las edades en la ciudad de Valladolid. Asimismo también habría sido posible que no se hubieran podido atribuir fallecimientos por esta causa al nivel de exposición anual observado al O₃ respecto al valor natural de “fondo” asumido a priori. Al comparar con el mismo escenario de exposición para la mortalidad por todas las causas (salvo las externas), la estimación superior de la mortalidad atribuible por enfermedades respiratorias es menor, consecuencia de la inferior mortalidad por esta causa observada en la población, por lo que en teoría habría sido posible atribuir un menor número de fallecimientos anuales por enfermedades respiratorias que por todas las causas (salvo las externas) en todas las edades en la ciudad de Valladolid al nivel de exposición anual observado al O₃ respecto al valor natural de “fondo” de 50 µg/m³.

Indicador: mortalidad atribuible según el sexo por enfermedades respiratorias en todas las edades.

Gráfico 131

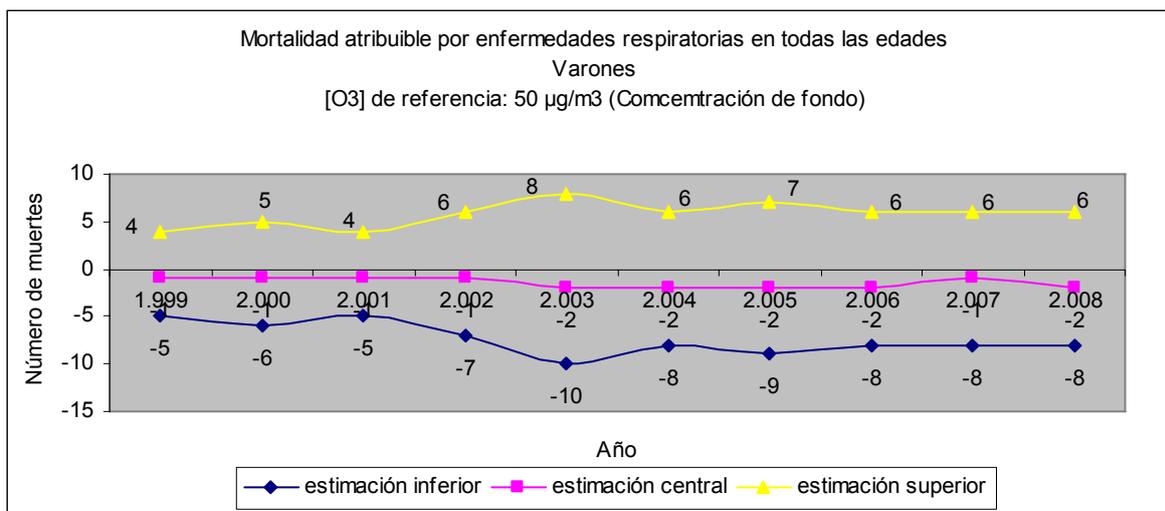
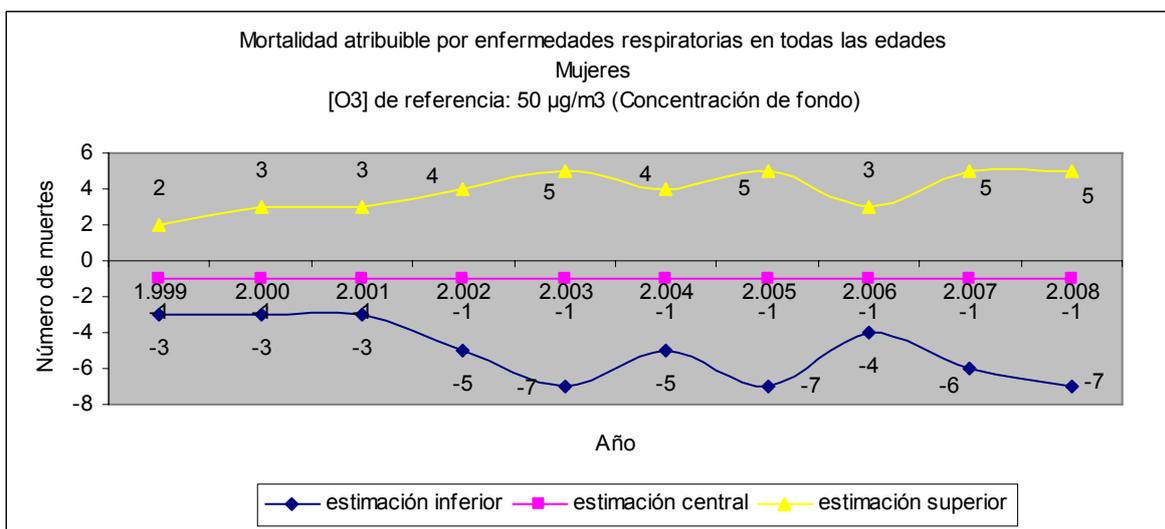


Gráfico 132



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales según el sexo por enfermedades respiratorias en todas las edades en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles observados de O₃ con una determinada concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad que podría atribuirse al nivel de contaminación observado de O₃ respecto a ese valor natural de “fondo” asumido a priori.

Magnitud: en ambos sexos únicamente la estimación superior muestra valores positivos, no despreciables y ligeramente mayores en varones respecto a las mujeres. Las otras dos estimaciones presentan valores negativos que se han de considerar nulos.

Evolución: en ambos sexos solamente la curva de la estimación superior sigue la pauta anual de cambios que muestra la curva de las concentraciones observadas de O₃. La tendencia de los valores positivos es ascendente.

Interpretación: posiblemente, si se considerase el escenario con un valor natural de “fondo” de exposición al O₃ de 50 µg/m³ durante el periodo de estudio, se podrían haber atribuido al nivel de

exposición anual observado al O₃ un número no despreciable de fallecimientos anuales en ambos sexos por enfermedades respiratorias en todas las edades en la ciudad de Valladolid. Asimismo, al estimarse valores nulos, también habría sido posible que no se hubieran podido atribuir fallecimientos en ambos sexos por esta causa al nivel de exposición anual observado al O₃ respecto al valor natural de “fondo” asumido a priori. Al comparar con el mismo escenario de exposición en ambos sexos para la mortalidad por todas las causas (salvo las externas), la estimación superior de la mortalidad atribuible por enfermedades respiratorias es menor, consecuencia de la inferior mortalidad por esta causa observada en la población, por lo que en teoría habría sido posible atribuir en ambos sexos un menor número de fallecimientos anuales por enfermedades respiratorias que por todas las causas (salvo las externas) en todas las edades en la ciudad de Valladolid al nivel de exposición anual observado al O₃ respecto al valor natural de “fondo” de 50 µg/m³.

IV.3.3. Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

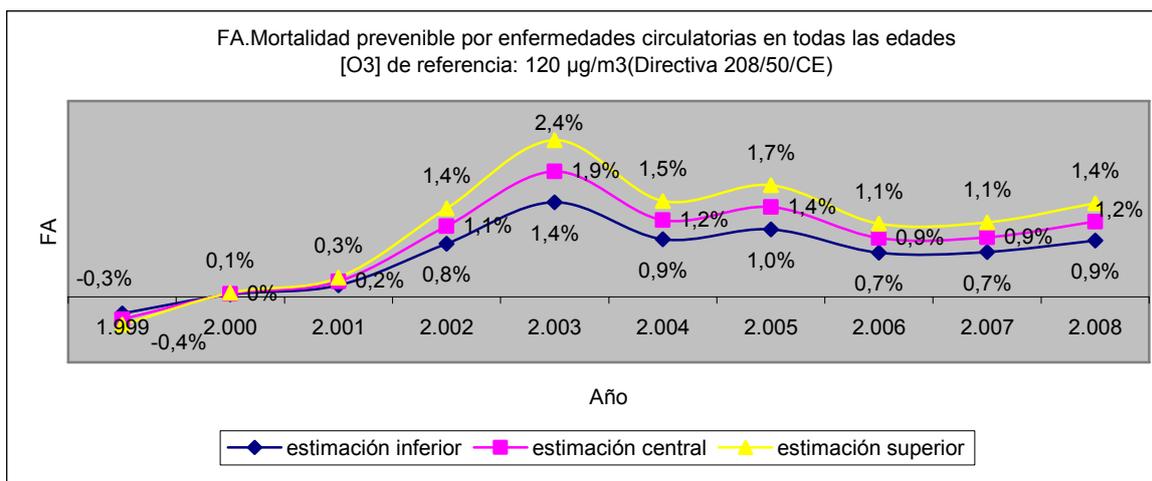
Las cifras absolutas observadas en la población general y según el sexo se muestran en los gráficos recogidos en el anexo I. Se puede observar que son superiores a las de mortalidad respiratoria y que en las mujeres superan a las observadas en los varones. En población general y en ambos sexos se podría indicar una muy ligera tendencia descendente durante el periodo de estudio. En el año 1999 la concentración de ozono monitorizada por la RCCAVA fue inferior al nivel de referencia de 120 µg/m³, con lo que como se explicó anteriormente, las estimaciones generadas por el modelo para 1999 no tienen interpretación y se deben considerar nulas.

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³

Escenario de exposición: *asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).*

Indicador: FA de la mortalidad prevenible por enfermedades circulatorias en todas las edades.

Gráfico 133



Descripción: estimación del impacto o contribución de la exposición al O₃ a la mortalidad anual por enfermedades circulatorias en todas las edades mediante la proporción de dicha mortalidad que podría disminuir si la exposición al factor de riesgo se redujera a la de un escenario de exposición ideal alternativo y factible.

Magnitud: En 1999, las tres estimaciones son negativas, y por tanto se interpretan como nulas, pues la concentración observada de O₃ está por debajo del nivel de referencia de este escenario de exposición. En el año 2000 la estimación superior apenas se sitúa por encima de 0 y la estimación central y la inferior son nulas. El resto de años del periodo las tres estimaciones presentan valores superiores a 0, de una cuantía no despreciable.

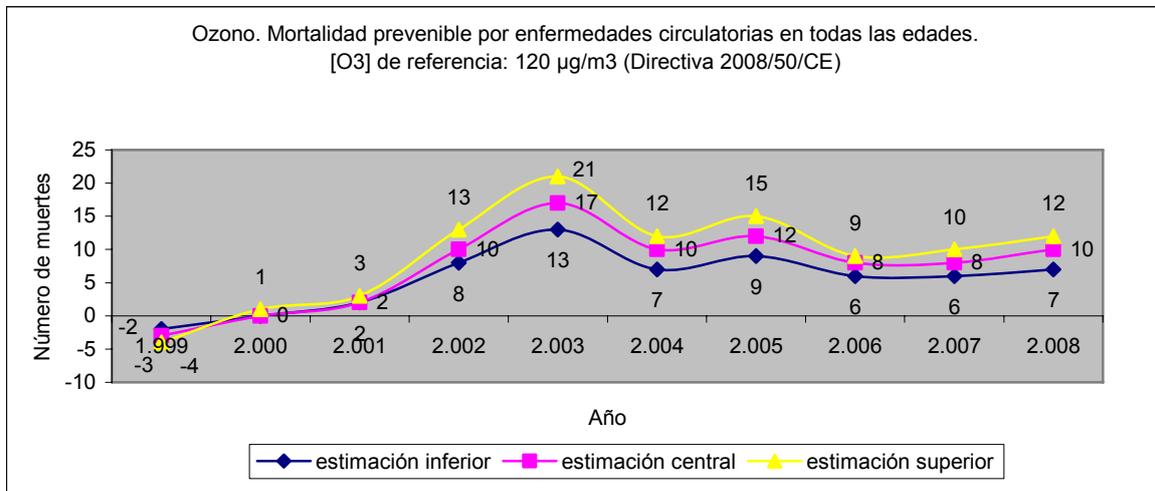
Evolución: a partir del año 2000 para la estimación superior y del 2001 para las estimaciones central e inferior, las curvas reproducen el patrón anual de cambios que dibuja la curva de las concentraciones observadas de O₃. La tendencia de las estimaciones positivas es ascendente.

Interpretación: posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición al O₃ durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por O₃ a 120 µg/m³, a partir del año 2000 se habría podido prevenir una pequeña proporción no despreciable de la mortalidad anual por enfermedades circulatorias en todas las edades en la ciudad de Valladolid. Asimismo también habría sido posible que en el año 2000 no se hubiera podido prevenir ninguna proporción de esta causa de mortalidad. Al comparar con el mismo escenario de exposición para la mortalidad por todas las causas (salvo las externas) y por enfermedades respiratorias, las estimaciones de la FA de la mortalidad prevenible por enfermedades circulatorias son más elevadas que para la mortalidad por todas las causas salvo las externas (a partir del año 2001), y que para la mortalidad por enfermedades respiratorias (a partir del año 2000), por lo que en teoría habría sido posible prevenir una mayor proporción de la mortalidad anual por enfermedades circulatorias que por todas las causas (salvo las externas) a partir del 2001 y por enfermedades respiratorias a partir del 2000 si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición al O₃ durante el periodo de estudio y se hubiera reducido

el nivel de contaminación por O₃ a 120 µg/m³, aunque también habría sido posible que en el 2000 y el 2001 estas últimas circunstancias no se hubieran producido.

Indicador: mortalidad prevenible por enfermedades circulatorias en todas las edades.

Gráfico 134



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales por enfermedades circulatorias en todas las edades en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles observados de O₃ con una concentración objetivo o “diana” superior a la concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad asociada a la exposición al O₃ y que podría evitarse si se asumiera esa concentración objetivo o “diana”.

Magnitud: en 1999 las tres estimaciones son negativas y se interpretan como nulas porque la concentración observada de O₃ está por debajo del nivel de referencia de este escenario. A partir del 2000 para la estimación superior y del 2001 para las otras dos (central e inferior), las estimaciones son mayores que 0, alcanzando en cualquier caso unos valores no despreciables.

Evolución: a partir del año 2000 para la estimación superior y del 2001 para las estimaciones central e inferior, las curvas reproducen la pauta anual de cambios que dibuja la curva de concentraciones observadas de O₃. La tendencia de las estimaciones positivas es ascendente.

Interpretación: posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por O₃ a 120 µg/m³, a partir del año 2000 se habría podido evitar un pequeño número no despreciable de fallecimientos anuales por enfermedades circulatorias en todas las edades en la ciudad de Valladolid. Asimismo también habría sido posible que en el año 2000 esta reducción de mortalidad probablemente no se hubiera producido. Al comparar con el mismo escenario de exposición para la mortalidad por todas las causas (salvo las externas) y por enfermedades respiratorias, las estimaciones de mortalidad prevenible por enfermedades circulatorias son menores que por todas las causas (salvo las externas) y mayores que por enfermedades respiratorias, producto de las diferencias en la mortalidad observada en la población, por lo que en teoría a partir del año 2000 habría sido posible evitar un menor número de fallecimientos

anuales por enfermedades circulatorias que por todas las causas (salvo las externas) y mayor que por enfermedades respiratorias en todas las edades si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición al O₃ durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por O₃ a 120 µg/m³, aunque también habría sido posible que en el 2000 estas últimas circunstancias no se hubieran producido.

Indicador: mortalidad prevenible según el sexo por enfermedades circulatorias en todas las edades.

Gráfico 135

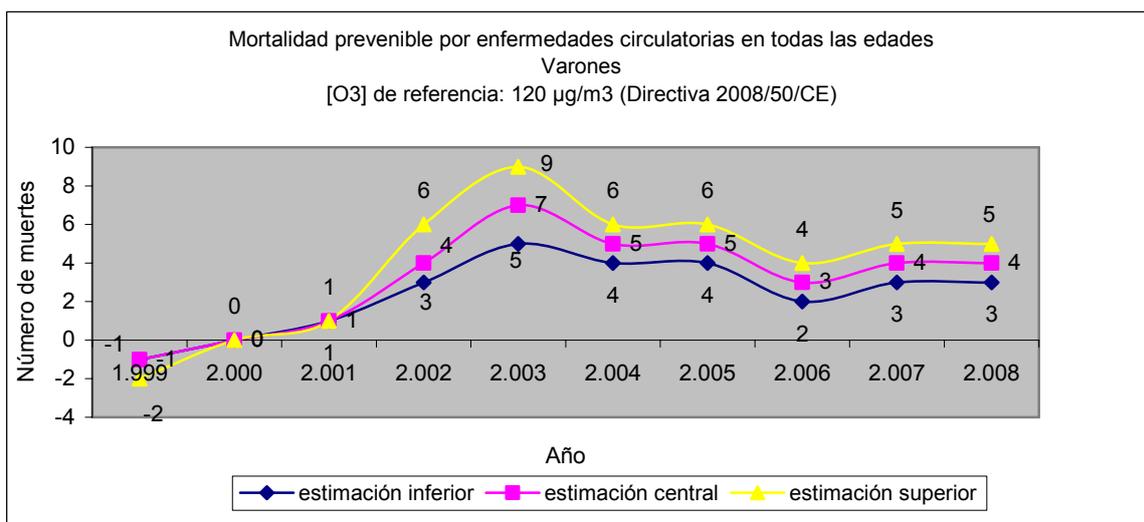
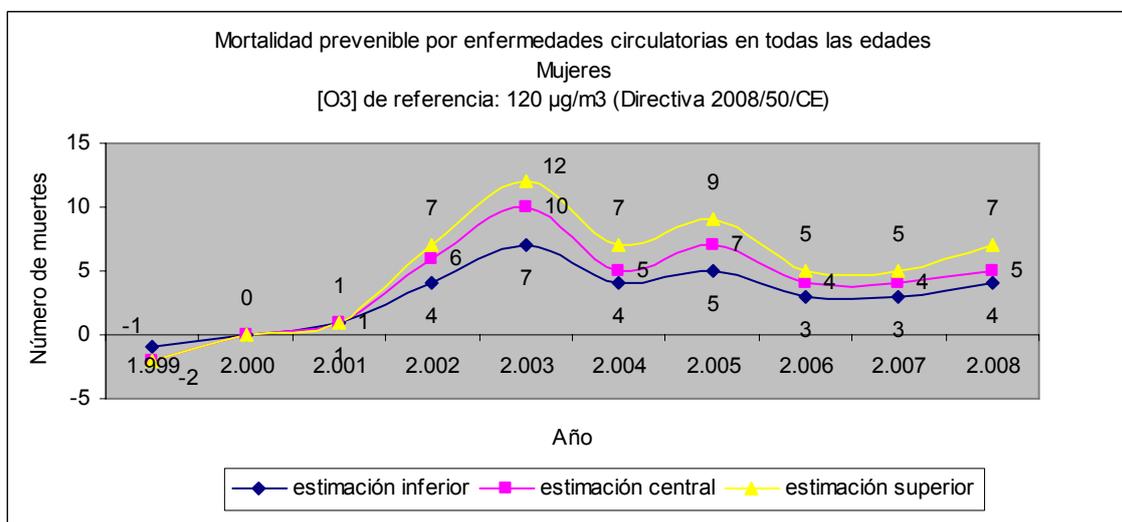


Gráfico 136



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales según el sexo por enfermedades circulatorias en todas las edades en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles observados de O₃ con una concentración objetivo o “diana” superior a la concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad asociada a la exposición al O₃ y que podría evitarse si se asumiera esa concentración objetivo o “diana”.

Magnitud: en ambos sexos, las tres estimaciones muestran valores nulos en 1999 y 2000. A partir de entonces se obtienen valores pequeños aunque no despreciables, más elevados en mujeres respecto a los varones a partir del año 2002.

Evolución: en ambos sexos, a partir de 2001 las tres estimaciones siguen la pauta anual de cambios marcada por la curva de las concentraciones observadas de O₃. La tendencia de las estimaciones no nulas es ascendente.

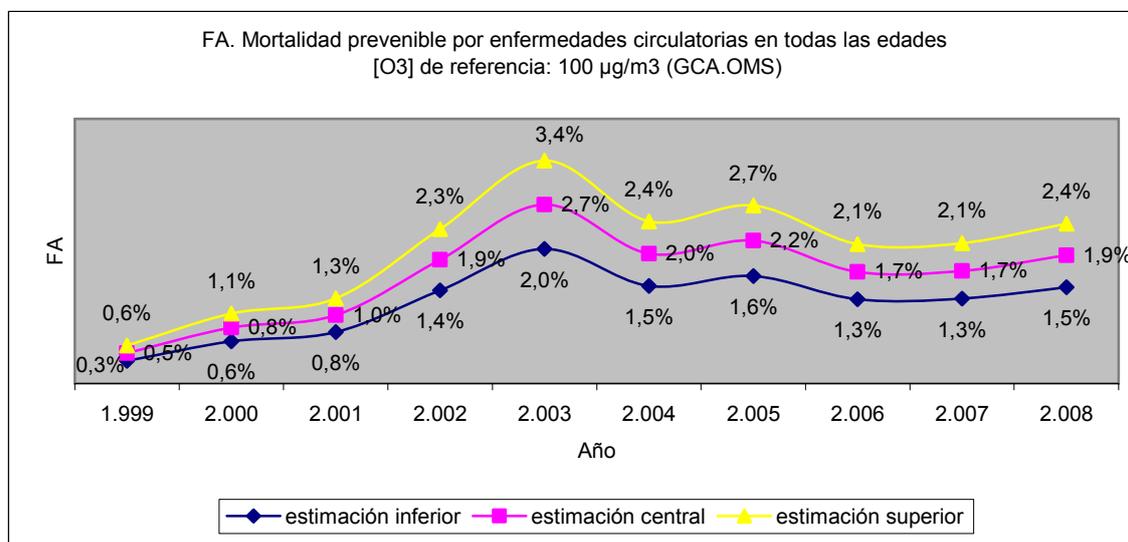
Interpretación: posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por O₃ a 120 µg/m³, a partir del año 2001 se habría podido evitar en ambos sexos un pequeño número no despreciable de fallecimientos anuales por enfermedades circulatorias en todas las edades en la ciudad de Valladolid. Al comparar con el mismo escenario de exposición en ambos sexos para la mortalidad por todas las causas (salvo las externas) y por enfermedades respiratorias, a partir de 2001 las estimaciones de mortalidad anual por enfermedades circulatorias son menores que por todas las causas (salvo las externas) y mayores que por enfermedades respiratorias, consecuencia de las diferencias en la mortalidad observada en la población, por lo que en teoría habría sido posible evitar un menor número de fallecimientos anuales en ambos sexos por enfermedades circulatorias en todas las edades que por todas las causas (salvo las externas) y mayor que por enfermedades respiratorias si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición al O₃ durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por O₃ a 120 µg/m³.

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Indicador: FA de la mortalidad prevenible por enfermedades circulatorias en todas las edades.

Gráfico 137



Descripción: estimación del impacto o contribución de la exposición al O₃ a la mortalidad anual por enfermedades circulatorias en todas las edades mediante la proporción de dicha mortalidad que podría disminuirse si la exposición al factor de riesgo se redujera a la de un escenario de exposición ideal alternativo y factible.

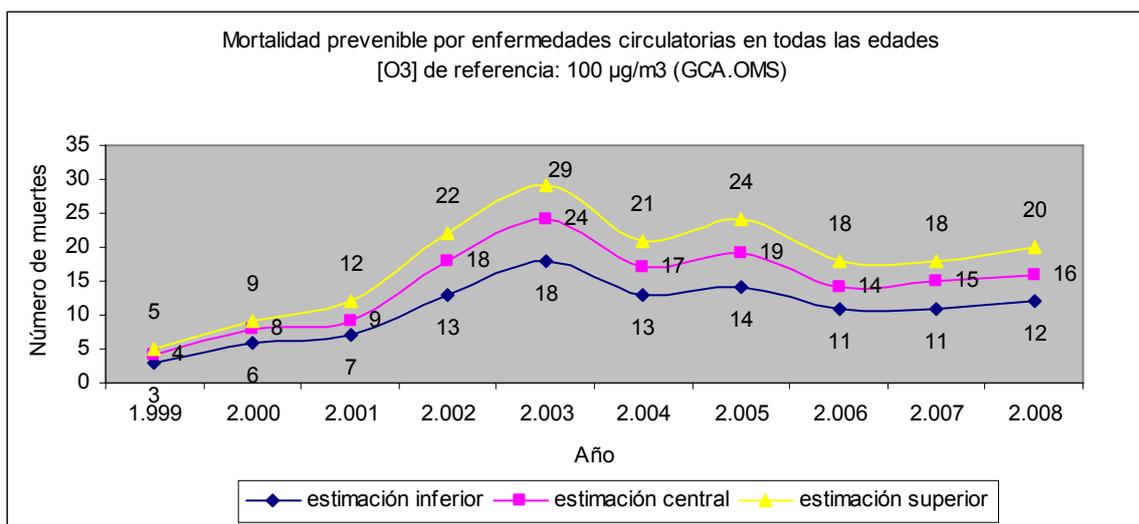
Magnitud: las curvas de las tres estimaciones muestran resultados superiores a 0 durante todo el periodo, de una cuantía no despreciable y más elevada que la obtenida en el escenario anterior, con un valor de referencia menos riguroso.

Evolución: las tres estimaciones reproducen el patrón anual de cambios de la curva de concentraciones observadas de O₃. La tendencia de las estimaciones es ascendente.

Interpretación: posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición al O₃ durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por O₃ a 100 µg/m³, se habría podido prevenir una pequeña proporción no despreciable de la mortalidad anual por enfermedades circulatorias en todas las edades en la ciudad de Valladolid. Al comparar con el mismo escenario de exposición para la mortalidad por todas las causas (salvo las externas) y por enfermedades respiratorias, las estimaciones de la FA de la mortalidad prevenible por enfermedades circulatorias son más elevadas, por lo que en teoría habría sido posible prevenir una mayor proporción de la mortalidad anual por enfermedades circulatorias que por todas las causas (salvo las externas) y que por enfermedades respiratorias si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición al O₃ durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por O₃ a 100 µg/m³.

Indicador: mortalidad prevenible por enfermedades circulatorias en todas las edades.

Gráfico 138



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales por enfermedades circulatorias en todas las edades en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles observados de O₃ con una concentración objetivo o “diana” superior a la concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad asociada a la exposición al O₃ y que podría evitarse si se asumiera esa concentración objetivo o “diana”.

Magnitud: todas las estimaciones son superiores al valor nulo, alcanzando una cuantía no despreciable, superior a la del escenario previo con un valor de referencia menos estricto.

Evolución: las curvas reproducen el patrón anual de cambios que muestra la curva de las concentraciones observadas de O₃. La tendencia de las estimaciones va en ascenso.

Interpretación: posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por O₃ a 100 µg/m³, se habría podido evitar un pequeño número no despreciable de fallecimientos anuales por enfermedades circulatorias en todas las edades en la ciudad de Valladolid. Al comparar con el mismo escenario de exposición para la mortalidad por todas las causas (salvo las externas) y por enfermedades respiratorias, las estimaciones de mortalidad prevenible por enfermedades circulatorias son menores que por todas las causas (salvo las externas) y mayores que por enfermedades respiratorias, por las diferencias en la mortalidad observada en la población, por lo que en teoría habría sido posible evitar un menor número de fallecimientos anuales por enfermedades circulatorias que por todas las causas (salvo las externas) y mayor que por enfermedades respiratorias en todas las edades si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición al O₃ durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por O₃ a 100 µg/m³.

Indicador: mortalidad prevenible según el sexo por enfermedades circulatorias en todas las edades.

Gráfico 139

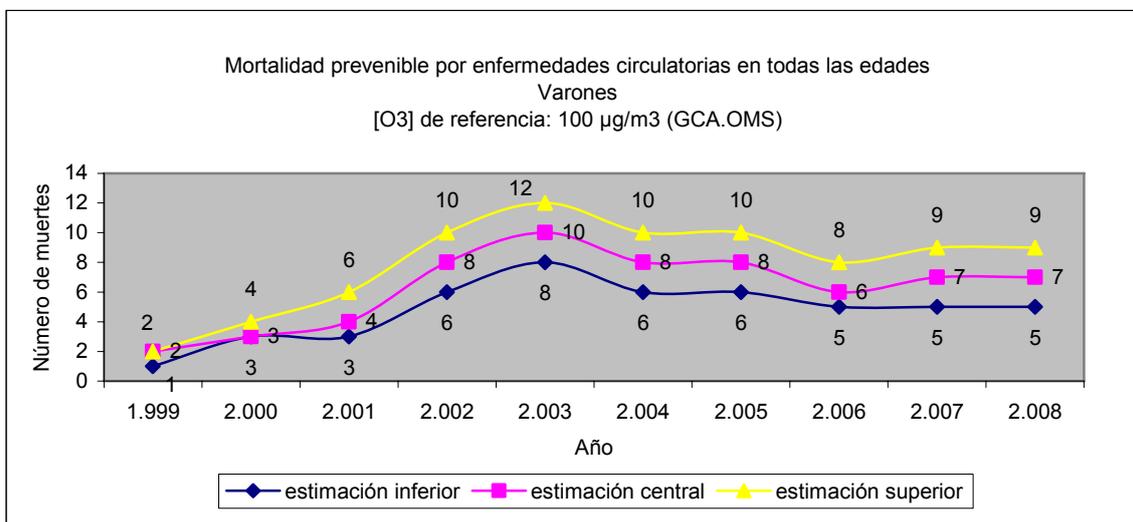
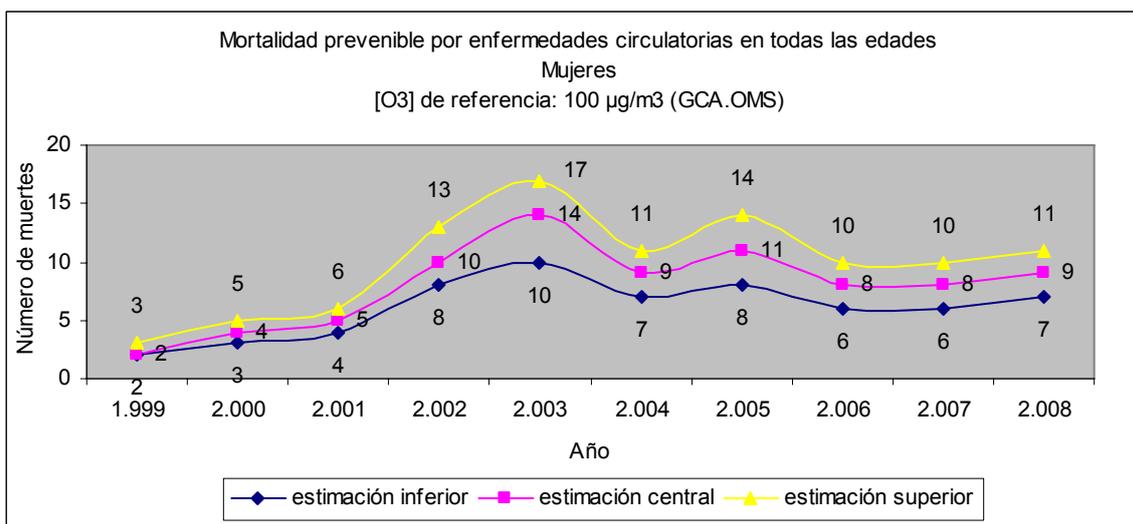


Gráfico 140



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales según el sexo por enfermedades circulatorias en todas las edades en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles observados de O₃ con una concentración objetivo o “diana” superior a la concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad asociada a la exposición al O₃ y que podría evitarse si se asumiera esa concentración objetivo o “diana”.

Magnitud: en ambos sexos durante todo el periodo se obtienen valores superiores a 0, no despreciables y mas elevados que los obtenidos en el escenario previo (con un valor de referencia menos riguroso). Asimismo en mujeres son superiores respecto a los varones, con una mortalidad inferior por esta causa.

Evolución: en ambos sexos las tres estimaciones siguen el patrón anual de cambios marcado por la curva de las concentraciones observadas de O₃. La tendencia de las estimaciones es ascendente.

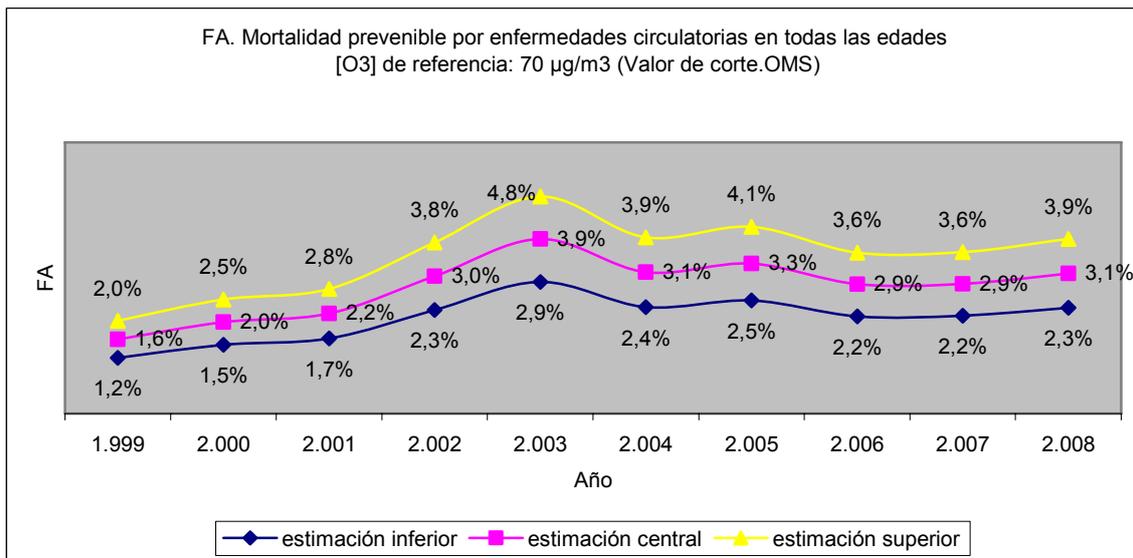
Interpretación: posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por O₃ a 100 µg/m³, se habría podido evitar en ambos sexos un pequeño número no despreciable de fallecimientos anuales por enfermedades circulatorias en todas las edades en la ciudad de Valladolid. Al comparar con el mismo escenario de exposición en ambos sexos para la mortalidad por todas las causas (salvo las externas) y por enfermedades respiratorias, las estimaciones de mortalidad anual por enfermedades circulatorias son menores que por todas las causas (salvo las externas) y mayores que por enfermedades respiratorias, consecuencia de la diferente mortalidad observada en la población, por lo que en teoría habría sido posible evitar un menor número de fallecimientos anuales en ambos sexos por enfermedades circulatorias en todas las edades que por todas las causas (salvo las externas) y mayor que por enfermedades respiratorias si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición al O₃ durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por O₃ a 100 µg/m³.

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Indicador: FA de la mortalidad prevenible por enfermedades circulatorias en todas las edades.

Gráfico 141



Descripción: estimación del impacto o contribución de la exposición al O₃ a la mortalidad anual por enfermedades circulatorias en todas las edades mediante la proporción de dicha mortalidad que podría disminuirse si la exposición al factor de riesgo se redujera a la de un escenario de exposición ideal alternativo y factible.

Magnitud: en todas las estimaciones se obtienen resultados superiores a 0 durante todo el periodo, más elevadas que en los dos escenarios previos, que asumían concentraciones de referencia menos rigurosas. Los valores no pueden considerarse desdeñables.

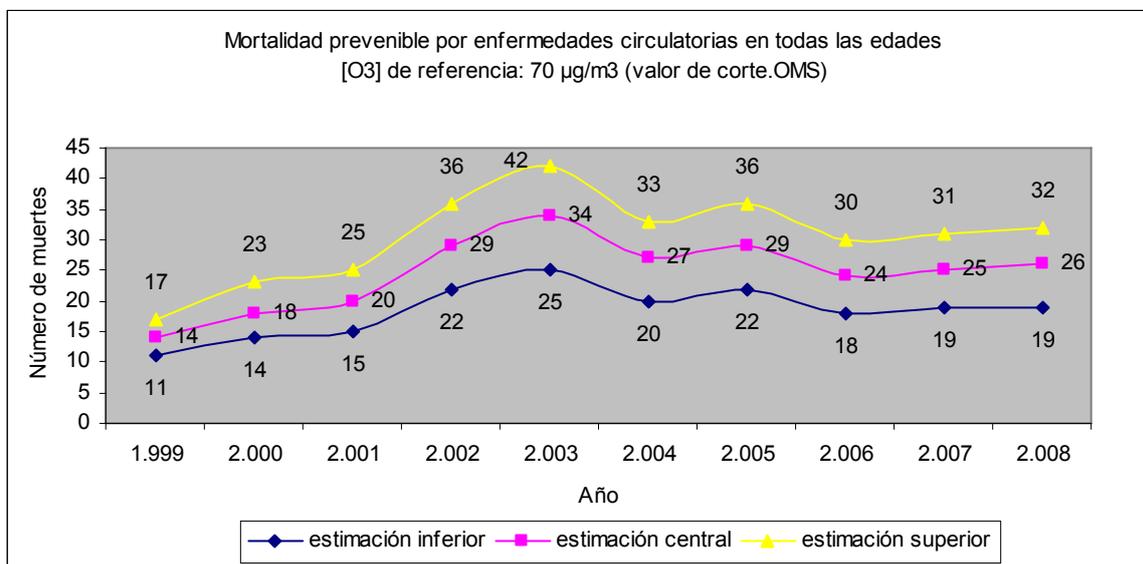
Evolución: las tres estimaciones reproducen el patrón anual de cambios que muestra la curva de las concentraciones observadas de O₃. La tendencia de las estimaciones es ascendente.

Interpretación: posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición al O₃ durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por O₃ a 70 µg/m³, se habría podido prevenir una pequeña proporción no despreciable de la mortalidad anual por enfermedades circulatorias en todas las edades en la ciudad de Valladolid. Al comparar con el mismo escenario de exposición para la mortalidad por todas las causas (salvo las externas) y por enfermedades respiratorias, las estimaciones de la FA de la mortalidad prevenible por enfermedades circulatorias son más elevadas, por lo que en teoría habría sido posible prevenir una mayor proporción de la mortalidad anual por enfermedades circulatorias que por todas las causas (salvo las externas) y que por enfermedades respiratorias si se hubiera

aplicado el valor límite de este escenario de exposición al O₃ durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por O₃ a 70 µg/m³.

Indicador: mortalidad prevenible por enfermedades circulatorias en todas las edades.

Gráfico 142



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales por enfermedades circulatorias en todas las edades en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles observados de O₃ con una concentración objetivo o “diana” superior a la concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad asociada a la exposición al O₃ y que podría evitarse si se asumiera esa concentración objetivo o “diana”.

Magnitud: todas las estimaciones son superiores a 0, de una cuantía no despreciable, y superior a la de los dos escenarios previos que asumían una concentración de referencia menos estricta.

Evolución: las curvas de las tres estimaciones describen una trayectoria que coincide con la pauta anual de cambios que marcan las concentraciones observadas de O₃.

Interpretación: posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por O₃ a 70 µg/m³, se habría podido evitar un pequeño número no despreciable de fallecimientos anuales por enfermedades circulatorias en todas las edades en la ciudad de Valladolid. Al comparar con el mismo escenario de exposición para la mortalidad por todas las causas (salvo las externas) y por enfermedades respiratorias, las estimaciones de mortalidad prevenible por enfermedades circulatorias son menores que por todas las causas (salvo las externas) y mayores que por enfermedades respiratorias, debido a las diferencias en la mortalidad observada en la población, por lo que en teoría habría sido posible evitar un menor número de fallecimientos anuales por enfermedades circulatorias que por todas las causas (salvo las externas) y mayor que por enfermedades respiratorias en todas las edades si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición al O₃ durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por O₃ a 70 µg/m³.

Indicador: mortalidad prevenible según el sexo por enfermedades circulatorias en todas las edades.

Gráfico 143

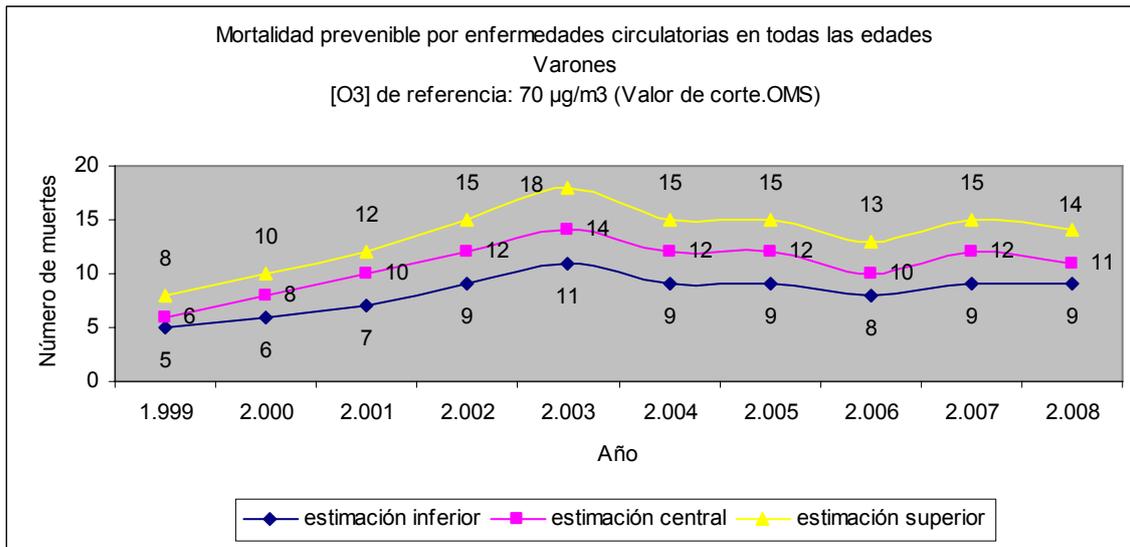
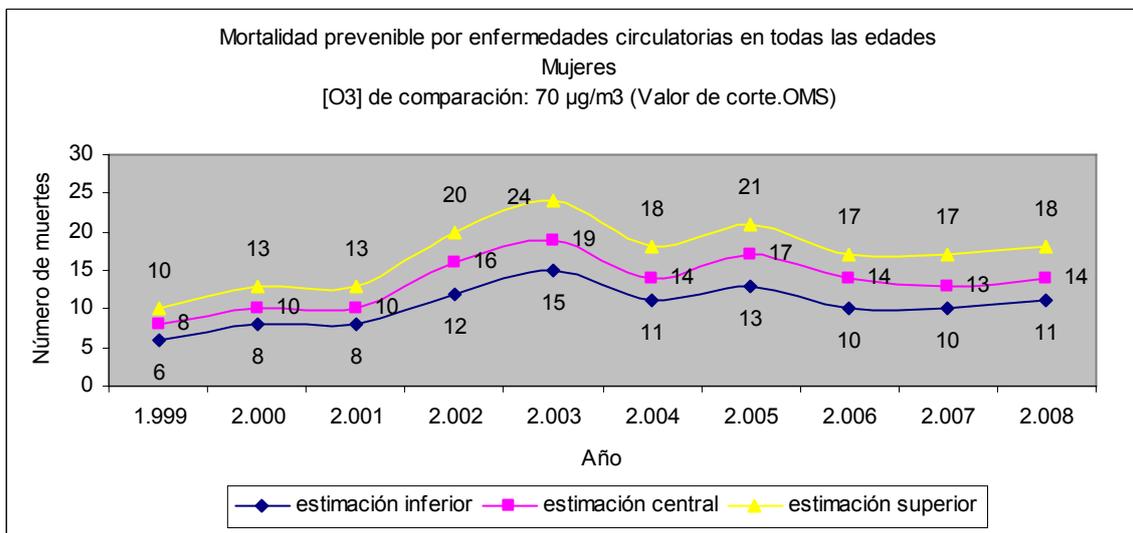


Gráfico 144



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales según el sexo por enfermedades circulatorias en todas las edades en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles observados de O₃ con una concentración objetivo o “diana” superior a la concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad asociada a la exposición al O₃ y que podría evitarse si se asumiera esa concentración objetivo o “diana”.

Magnitud: en ambos sexos durante todo el periodo se obtienen estimaciones superiores a 0, con un valor no despreciable, y mayores que las obtenidas en los dos escenarios previos (con concentraciones de referencia menos rigurosas). Asimismo en mujeres son más elevadas que en varones, los cuales muestran una mortalidad inferior por esta causa.

Evolución: en ambos sexos las tres estimaciones reproducen el patrón anual de cambios marcado por la curva de las concentraciones observadas de O₃. La tendencia de las estimaciones es ascendente.

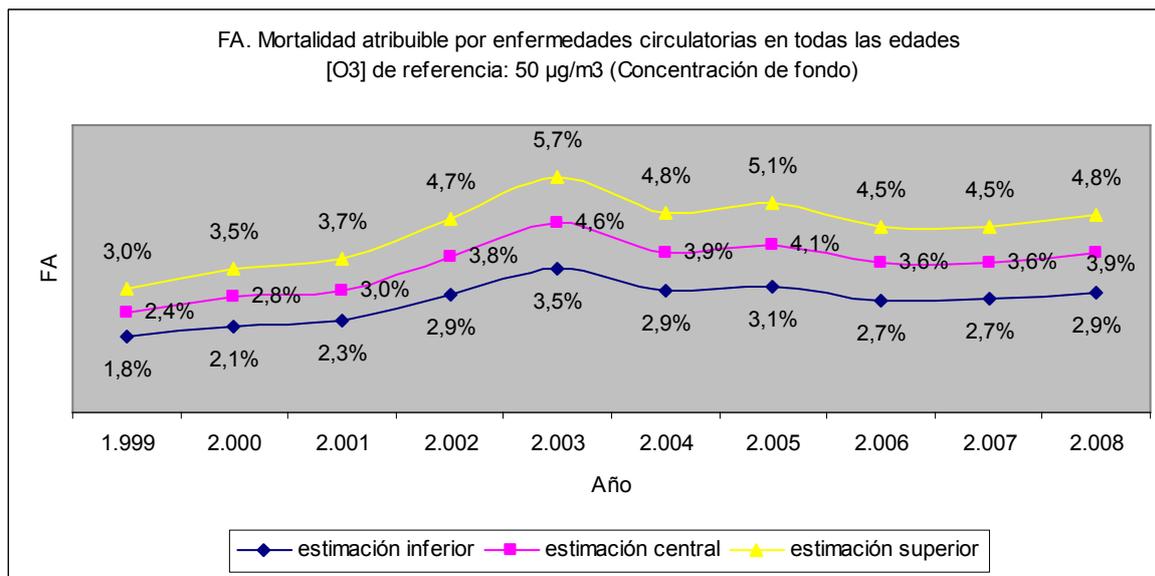
Interpretación: posiblemente, si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por O₃ a 70 µg/m³, se habría podido evitar en ambos sexos un pequeño número no despreciable de fallecimientos anuales por enfermedades circulatorias en todas las edades en la ciudad de Valladolid. Al comparar con el mismo escenario de exposición en ambos sexos para la mortalidad por todas las causas (salvo las externas) y por enfermedades respiratorias, las estimaciones de mortalidad anual por enfermedades circulatorias son menores que por todas las causas (salvo las externas) y mayores que por enfermedades respiratorias, consecuencia de la diferente mortalidad observada en la población, por lo que en teoría habría sido posible evitar un menor número de fallecimientos anuales en ambos sexos por enfermedades circulatorias en todas las edades que por todas las causas (salvo las externas) y mayor que por enfermedades respiratorias si se hubiera aplicado el valor límite de este escenario de exposición al O₃ durante el periodo de estudio y se hubiera reducido el nivel de contaminación por O₃ a 70 µg/m³.

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Indicador: FA de la mortalidad atribuible por enfermedades circulatorias en todas las edades.

Gráfico 145



Descripción: estimación del impacto o contribución de la exposición observada al O₃ a la mortalidad anual por enfermedades circulatorias en todas las edades mediante la proporción de

dicha mortalidad que podría atribuirse a la exposición observada al O₃ respecto a un determinado valor natural de “fondo” asumido a priori.

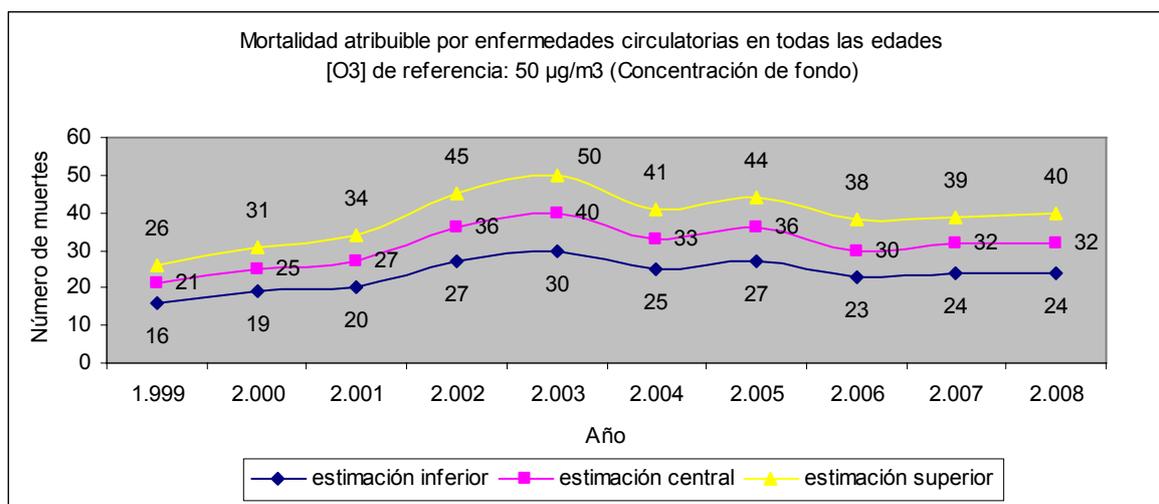
Magnitud: todas las estimaciones son superiores a 0, de una cuantía no despreciable.

Evolución: las curvas de las tres estimaciones dibujan una trayectoria que coincide con la pauta anual de cambios que marcan las concentraciones observadas de O₃.

Interpretación: posiblemente, si se considerase este escenario con un valor natural de “fondo” de exposición al O₃ de 50 µg/m³ durante el periodo de estudio, se podría haber atribuido al nivel de exposición anual observado al O₃ una proporción no despreciable de la mortalidad anual por enfermedades circulatorias en todas las edades en la ciudad de Valladolid. Al comparar con el mismo escenario de exposición para la mortalidad por todas las causas (salvo las externas) y por enfermedades respiratorias en todas las edades, las estimaciones de la FA de la mortalidad atribuible por enfermedades circulatorias son más elevadas por lo que en teoría habría sido posible atribuir una mayor proporción de la mortalidad anual por enfermedades circulatorias que por todas las causas (salvo las externas) y que por enfermedades respiratorias en la ciudad de Valladolid al nivel de exposición anual observado al O₃ respecto al valor natural de “fondo” de referencia de 50 µg/m³.

Indicador: mortalidad atribuible por enfermedades circulatorias en todas las edades.

Gráfico 146



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales por enfermedades circulatorias en todas las edades en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles observados de O₃ con una determinada concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad que podría atribuirse al nivel de contaminación observado de O₃ respecto a ese valor natural de “fondo” asumido a priori.

Magnitud: todas las estimaciones son superiores a 0, y de un valor no despreciable.

Evolución: las curvas de las tres estimaciones reproducen el patrón anual de cambios que marcan las concentraciones observadas de O₃.

Interpretación: posiblemente, si se considerase el escenario con un valor natural de “fondo” de exposición al O₃ de 50 µg/m³ durante el periodo de estudio, se podrían haber atribuido al nivel de exposición anual observado al O₃ un número no despreciable de fallecimientos anuales por enfermedades circulatorias en todas las edades en la ciudad de Valladolid. Al comparar con el mismo escenario de exposición para la mortalidad por todas las causas (salvo las externas) y por enfermedades respiratorias, las estimaciones de la mortalidad atribuible por enfermedades circulatorias son menores que por todas las causas (salvo las externas) y mayores que por enfermedades respiratorias, consecuencia de la diferente mortalidad observada en la población, por lo que en teoría habría sido posible atribuir un menor número de fallecimientos anuales por enfermedades circulatorias que por todas las causas (salvo las externas) y mayor que por enfermedades respiratorias en todas las edades en la ciudad de Valladolid al nivel de exposición anual observado al O₃ respecto al valor natural de “fondo” de 50 µg/m³.

Indicador: mortalidad atribuible según el sexo por enfermedades circulatorias en todas las edades.

Gráfico 147

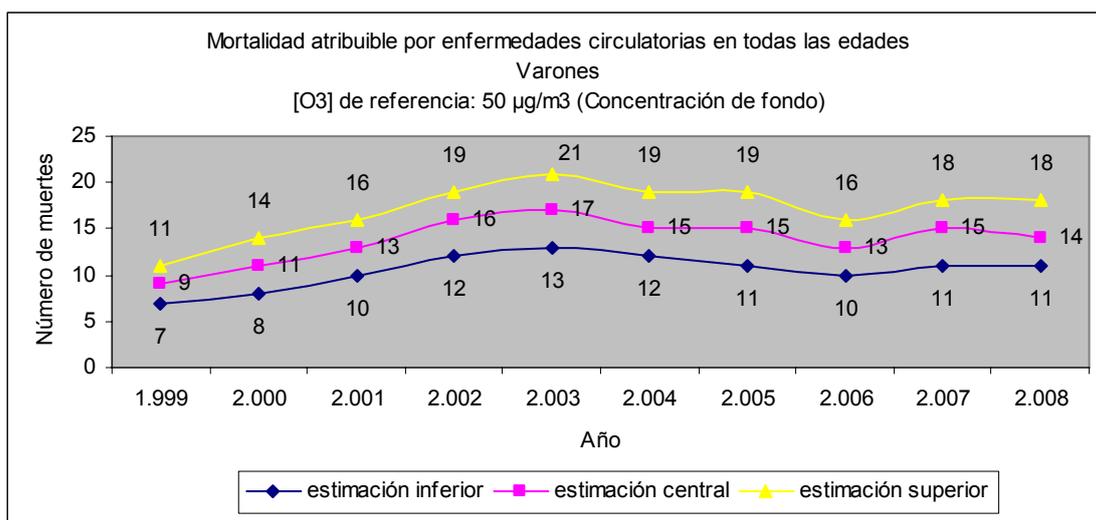
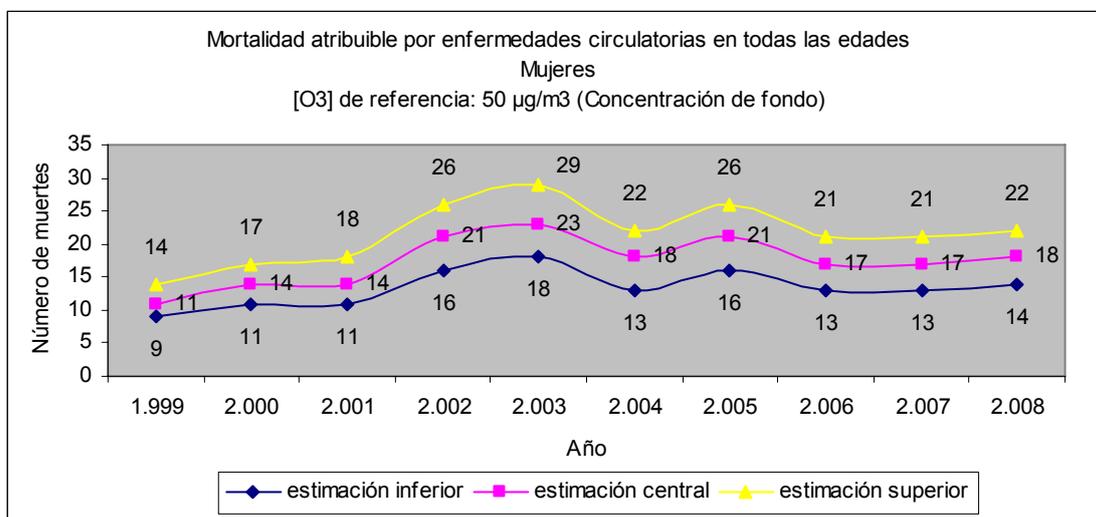


Gráfico 148



Descripción: estimación (a través del número de fallecimientos anuales según el sexo por enfermedades circulatorias en todas las edades en la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio) mediante la comparación de los niveles observados de O₃ con una determinada concentración natural de “fondo”, de la carga de enfermedad que podría atribuirse al nivel de contaminación observado de O₃ respecto a ese valor natural de “fondo” asumido a priori.

Magnitud: en ambos sexos durante todo el periodo se obtienen estimaciones superiores a 0, con un valor no despreciable. Asimismo, en mujeres son más elevadas que en varones, los cuales muestran una mortalidad menor por esta causa.

Evolución: en ambos sexos las tres estimaciones reproducen el patrón anual de cambios delineado por la curva de las concentraciones observadas de O₃. La tendencia de las estimaciones es ascendente.

Interpretación: posiblemente, si se considerase el escenario con un valor natural de “fondo” de exposición al O₃ de 50 µg/m³ durante el periodo de estudio, se podrían haber atribuido al nivel de exposición anual observado al O₃ un número no despreciable de fallecimientos anuales en ambos sexos por enfermedades circulatorias en todas las edades en la ciudad de Valladolid. Al comparar con el mismo escenario de exposición en ambos sexos para la mortalidad por todas las causas (salvo las externas) y por enfermedades respiratorias, las estimaciones de la mortalidad atribuible por enfermedades circulatorias son menores que por todas las causas (salvo las externas) y mayores que por enfermedades respiratorias, consecuencia de la diferente mortalidad observada por estas causas en la población, por lo que en teoría habría sido posible atribuir en ambos sexos un menor número de fallecimientos anuales por enfermedades circulatorias que por todas las causas (salvo las externas) y mayor que por enfermedades respiratorias en todas las edades en la ciudad de Valladolid al nivel de exposición anual observado al O₃ respecto al valor natural de “fondo” de 50 µg/m³.

IV.4. Limitaciones e incertidumbres

Es evidente la existencia de muchas incertidumbres a la hora de estimar los efectos sobre la salud asociados con la contaminación atmosférica. Con el paso del tiempo algunas de ellas se reducirán con la incorporación de nuevas evidencias procedentes de la investigación científica. Sin embargo, es inherente a cualquier estimación la presencia de cierta carga de incertidumbre. En muchas de ellas el sesgo podría resultar positivo o negativo.

Hay que señalar en principio que al tratarse de un estudio ecológico podemos incurrir en el sesgo denominado falacia ecológica porque se asumen medidas agregadas de exposición al trasladar los hallazgos encontrados en un nivel poblacional (ecológico) al nivel individual. Asumimos por tanto que al aceptar que la población total de la ciudad de Valladolid está expuesta, en promedio, a la misma concentración de contaminantes, incurrimos en un error puesto que el grado de validez de nuestros resultados es inferior al que resultaría de emplear una medición de la

exposición basada en estudios individuales. Asimismo no existe una certeza absoluta sobre la aplicabilidad de las FCR asumidas a nuestra población de estudio, aunque la presencia de ciudades españolas en diversos estudios paneuropeos incrementa la posibilidad de transferir las FCR a nuestro entorno y disminuir la incertidumbre en este aspecto.

Otra fuente de incertidumbre radica en la propia utilización del concepto de FA y del de FAP, que no está exenta de discusión como queda patente en la literatura respecto a su construcción e interpretación. En ciertos casos, la estimación de FAP es apropiada y útil. Las asunciones que subyacen una estimación apropiada de una FAP incluyen la relación causal entre el factor de riesgo y la enfermedad, la consecución inmediata, entre los previamente expuestos, de la no exposición al riesgo tras la eliminación de la exposición así como la independencia del factor o factores de riesgo considerados respecto de otros factores que influyen el riesgo de enfermedad de forma que sea posible imaginar el cambio en la distribución de la exposición de la población frente a solamente los factores de riesgo considerados. Estas premisas a menudo no se justifican, por lo que es imprescindible que los investigadores enmarquen correctamente su explicación y las limitaciones que conlleva. Asimismo, la FA proporciona un puente con el que comunicar los resultados de los estudios epidemiológicos, inyectándoles utilidad para las políticas de salud pública, forzando a los investigadores a examinar la pertinencia de sus resultados, pues si los RR y la exposición son pequeños las implicaciones para la salud pública pueden ser mínimas y la utilidad de la investigación cuestionable. Igualmente, otra cuestión que surge de manera natural al calcular la FA es si se puede eliminar el factor de riesgo mediante una intervención y si es así cual sería el beneficio para la sociedad al reducir o eliminar el factor de riesgo. Así pues, con respecto a la interpretación de la FA como la proporción del riesgo de enfermedad que se podría eliminar si el exceso de riesgo asociado con la exposición se eliminara, existe una premisa crítica como es la existencia de una intervención específica que reduzca el riesgo entre la población expuesta sin cambiar la distribución de otros factores de riesgo. La FA es únicamente una simple fracción derivada de la manipulación aritmética de unas probabilidades. Al igual que con otros indicadores en salud pública, su interpretación es fundamental. En ciertos entornos ha tomado vida propia, más allá de su significado real. Es responsabilidad del investigador precisar claramente el contexto en que se utiliza esta medida pues la FA es solamente el comienzo de la discusión de las consecuencias sobre la salud pública de cualquier intervención para reducir la prevalencia de las exposiciones de riesgo. Así pues, la FAP es una medida de asociación entre la exposición y la enfermedad de gran utilidad en salud pública porque facilita la elección entre varias alternativas de actuación. Sin embargo, el investigador en salud pública debe extremar el cuidado en la selección de la fórmula adecuada a su situación y en la correcta interpretación de los resultados. En cualquier caso, la aproximación que hace la OMS a la FA y a la FAP se ha considerado la adecuada para los objetivos de nuestro trabajo.

Igualmente hay que resaltar que el análisis que hemos presentado en nuestro trabajo no se debe considerar exhaustivo, pues nuestro modelo proporciona únicamente estimaciones para un subconjunto de los posibles efectos sobre la salud de los contaminantes que se han evaluado. No podemos ofrecer un resultado conjunto del efecto sobre la salud de los contaminantes analizados.

En nuestro análisis asumimos una serie de supuestos que llevan asociados una importante carga de incertidumbre. Algunos se refieren al diseño de los estudios de los que derivan las FCR. Otros a la metodología del modelo estadístico. Otra parte está relacionada con la medida tanto de la exposición de la población como de los indicadores del impacto de los contaminantes sobre la salud. Seguiremos entonces un esquema en el que comentaremos en primer lugar los problemas que arrojan incertidumbre sobre nuestros resultados respecto de la PM y a continuación plantearemos las limitaciones referidas al ozono, algunas de las cuales coinciden con las reseñadas para la PM.

PM

Se pueden obtener estimaciones superiores e inferiores al aplicar los coeficientes superior e inferior de los intervalos de confianza que estiman los riesgos relativos, lo que cubriría la incertidumbre estadística asociada con las estimaciones del riesgo aunque por otro lado se incorpora la incertidumbre debida al error de medida de la exposición de la población, a las diferencias en las mezclas de la contaminación y al estado de salud basal, y el extrapolar los resultados existentes a situaciones con concentraciones muy altas que sólo se encuentran en países en desarrollo. Para éste último caso, es probable que la extrapolación lineal de las estimaciones de la OMS sobreestimen el efecto de la PM sobre la mortalidad en las ciudades donde la concentración de PM_{10} sea superior a $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$, un valor que se encuentra entre las concentraciones de PM_{10} más altas referidas en los estudios epidemiológicos en Norte América y Europa Occidental. En este caso la OMS recomienda considerar limitar el riesgo relativo al que se encuentra para $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en esas ciudades ⁴. En nuestro caso no se alcanzan concentraciones tan elevadas de PM_{10} .

Nos encontramos por tanto con la incertidumbre en la elección de los estudios específicos y las FCR para analizar el riesgo, y su aplicabilidad a otras regiones del mundo. Afortunadamente los estudios sobre mortalidad por exposición a corto plazo se han reproducido en muchas ciudades por todo el mundo, incluidas ciudades de países en desarrollo. Así pues la aplicación de los hallazgos sobre los efectos en la mortalidad es razonable. Sin embargo se mantiene cierta incertidumbre a cerca de la magnitud actual del efecto y el intervalo de confianza apropiado. Basándose en la información disponible, la OMS ha intentado proporcionar un rango para estas estimaciones que probablemente incorpore el valor "real". Para las estimaciones sobre los

efectos en la mortalidad de la exposición a largo plazo se ha mostrado la sensibilidad de las estimaciones a determinadas asunciones. Así pues, se decidió utilizar en nuestro trabajo el método propuesto por la OMS que resumía la mejor información agregada sobre el riesgo disponible, como garantía para cometer el menor error posible ⁴.

Existe incertidumbre en relación con la forma de la FCR y si existe una concentración umbral del efecto. Esta circunstancia se ha discutido previamente, llegándose a la conclusión a partir de los estudios que han analizado explícitamente esta cuestión de que no existe evidencia para establecer un umbral del efecto. Además los estudios han demostrado efectos sobre la salud a concentraciones de PM muy bajas. La mayoría de los estudios también apoya la idea de que existe una relación lineal entre el riesgo relativo y la concentración ambiental de la PM, dentro del rango de exposiciones examinado. Sin embargo, para la mortalidad relacionada con la exposición a largo plazo, una función log-lineal es más plausible y debería emplearse para calcular las estimaciones en ciudades con concentraciones de contaminantes muy elevadas. Así se ha hecho en nuestro trabajo, aunque los contaminantes no presentaran concentraciones muy elevadas, considerando los dos tipos de relación (log-lineal y lineal). Tanto para las exposiciones a corto como a largo plazo se puede aplicar un umbral para determinar el impacto sobre las estimaciones globales calculadas, a modo de análisis de sensibilidad ⁴.

Los contaminantes concurrentes constituyen otro elemento de incertidumbre. Es probable que algunos de los efectos sobre la salud estimados incluyan el impacto tanto de la PM como de otros contaminantes correlacionados. Ya que muchos de los contaminantes provienen de una fuente común (por ejemplo la quema de combustible), la utilización de la PM como un indicador de la mezcla de contaminantes es razonable, pero conservadora ⁴. Se han demostrado efectos sobre la salud que no están incluidos en las estimaciones que proporciona la OMS por la exposición a otros contaminantes no relacionados espacial o temporalmente con la PM. Así pues, las exposiciones concurrentes a otros contaminantes que no se han tenido en cuenta en el modelo disminuyen la seguridad de las estimaciones que proporcionamos. En nuestro caso, hemos analizado también el efecto del ozono sobre la mortalidad, aunque no podemos separar los efectos de los contaminantes entre sí. Por tanto, el solapamiento del efecto de los diferentes contaminantes afecta a la validez de nuestras estimaciones.

Otra fuente de incertidumbre se deriva del hecho de que las estimaciones se proporcionan únicamente para un subconjunto de efectos adversos sobre la salud. Por ejemplo, no se facilitan estimaciones del efecto de la PM sobre el asma y los ingresos hospitalarios, aunque existe evidencia suficiente para los mismos. Así pues, puede que existan otros efectos sobre la mortalidad para los que aún no se ha podido proporcionar una estimación de su FCR y que al no poderse considerar supongan una merma en la magnitud de las estimaciones que se calculen ⁴.

La incertidumbre también afecta a las tasas basales en la población de los efectos de salud considerados. Con frecuencia se debe asumir una incidencia basal para la ciudad o el país de interés. Asimismo, la incidencia cambia a lo largo del tiempo, como los hábitos de salud, los ingresos u otros factores ⁴. En nuestro caso no hemos tenido que asumir una estimación del efecto de salud que nos interesaba evaluar para hallar una aproximación del indicador del efecto en salud basándonos en otra estimación previa, sino que hemos podido acudir a los datos que proporciona el INE para calcular esos indicadores directamente.

Con respecto a la mortalidad por todas las causas en todas las edades, una incertidumbre significativa asociada a este indicador de salud se relaciona con las diferencias en la distribución de las causas de mortalidad en diferentes ciudades, regiones o países. Se supone que la mayor parte de la mortalidad por todas las causas resultante de la exposición a la PM se asocia con enfermedades cardiovasculares y pulmonares. Por tanto, en una zona con una proporción relativamente baja de mortalidad cardiopulmonar (en países en desarrollo con relativamente mayor mortalidad por malnutrición y diarrea) es más probable que el impacto de la contaminación atmosférica a corto plazo se sobreestime porque se aplica el incremento del porcentaje en la mortalidad debido a la contaminación atmosférica a una tasa de mortalidad que incluye relativamente más casos de enfermedad no cardiopulmonar. Sin embargo, los estudios existentes de países en desarrollo sugieren que un aumento en la mortalidad en torno al 1% por cada $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM es una aproximación razonable, y que el efecto probable se encuentra dentro del rango que se ha propuesto para calcular la carga atribuible de enfermedad ⁴.

En el caso de la mortalidad por exposición a corto plazo en los menores de 5 años hay que señalar que aunque existen estudios que indican que se pueden aplicar los coeficientes β señalados para este caso, y por ende los RR estimados, no sólo para la mortalidad respiratoria sino también para la mortalidad por todas las causas, esto supondría asumir una estructura similar de los patrones de mortalidad y del nivel de atención sanitaria. Puesto que esto no se puede admitir siempre, la OMS sugiere aplicar únicamente este coeficiente a las enfermedades respiratorias. Su aplicación a la mortalidad por todas las causas podría representar un valor en el límite superior de la carga de enfermedad causada por la contaminación atmosférica y podría resultar en una sobreestimación de la misma en ciertas regiones. Por lo tanto, el modelo de exposición lineal que se indica en la tabla 1 en la que se han expuesto los coeficientes β que se han aplicado en este trabajo, con un coeficiente β de 0,00166 (IC 95% de 0,00034–0,0030), se debería usar para calcular los RR de las enfermedades respiratorias y, donde sea aplicable para todas las causas de mortalidad como el límite superior ⁴. En nuestro ámbito esto puede no ser aplicable por lo que la incertidumbre asociada a esta estimación aumenta.

Las variables meteorológicas influyen sobre los datos de concentraciones, por lo que suponen otra fuente de incertidumbre para los datos que alimentan el modelo que hemos propuesto.

Asimismo, las variaciones en la medición de las concentraciones existentes de los contaminantes influyen en las estimaciones para cada ciudad o región considerada. La aplicación de programas de mejora de la calidad del aire durante estos años, el cambio en los métodos de medida de los contaminantes a medida que se refinaban los protocolos de medición o la presencia de episodios de contaminación extrema, por ejemplo el humo de incendios forestales masivos o la intrusión de polvo procedente del Sahara (circunstancia contemplada por la Agencia Estatal de Meteorología y que supone ajustar las concentraciones recogidas por la red de monitorización conforme a los datos corregidos que facilita la Agencia) pueden influir en la determinación de la exposición de la población y por tanto en la magnitud de las estimaciones del efecto en salud del contaminante evaluado que se extraigan del modelo. En este sentido, los informes anuales publicados en su página Web por la RCCAVA señalan que las concentraciones de PM_{10} tienen carácter provisional en tanto el Instituto de Salud Carlos III no certifique los resultados válidos de intrusiones saharianas²³⁴. Esta circunstancia añade incertidumbre a la medición de la exposición de la población. Se podrían analizar las estimaciones que proporcione el modelo comparando los resultados obtenidos con los datos de exposición publicados que hemos utilizado en este caso con las estimaciones que se obtuvieran al introducir en el modelo las cifras de concentración resultantes del reanálisis efectuado por el Instituto de Salud Carlos III.

La red de estaciones de medida ha estado sometida a cambios importantes a lo largo del tiempo, que han influido en la estabilidad del aporte de datos estadísticamente válidos, no contando con las mismas estaciones a lo largo de todo el periodo de estudio, variando su localización y experimentando procesos de auditoria y adaptación que aunque hayan mejorado la calidad de los datos que ofrecían pueden haber influido sobre la magnitud de sus promedios.

Por ejemplo, en cuanto a las estaciones medidoras de PM, en el año 1999 proporcionaron datos válidos dos de siete; en el año 2000 fueron las siete las que dieron datos útiles; en 2001 cuatro estaciones de siete aportaron datos válidos; en el 2002 fueron cuatro de ocho; en el 2003 las seis estaciones capacitadas para medir la PM proporcionaron datos válidos; en 2004 nos encontramos con que cuatro de las seis estaciones pudieron proporcionar datos aprovechables; en el año 2005 las seis estaciones que podían medir PM han facilitado datos adecuados; en 2006 una de las seis estaciones medidoras de PM no pudo contribuir con datos válidos; en el 2007 las cinco estaciones que podían medir la PM funcionaron correctamente y finalmente en el año 2008 cuatro de las seis estaciones adaptadas para medir la PM tuvieron un porcentaje de datos válidos igual o superior al estándar de calidad de la red, situado en el 90%²³⁴.

Por último, como ya mencionamos, nuestro trabajo carece de medidas reales de la $PM_{2,5}$ porque la RCCAVA no ha comenzado a medir este contaminante hasta 2008. Por tanto se acudió al factor de conversión aconsejado por la OMS para estimar las concentraciones de $PM_{2,5}$, con lo que las estimaciones referidas a esta contaminante se ven afectadas por esta fuente de

incertidumbre. Esta deficiencia se resolverá gracias a que la legislación ya obliga a controlar la concentración de $PM_{2,5}$ con lo que a medida que la red de estaciones genere una base de datos lo suficientemente amplia se podrán utilizar esos datos en posteriores estudios similares al que hemos realizado en este trabajo y se resolverá parte de la incertidumbre asociada a la caracterización de la exposición de la población.

O₃

El indicador de exposición seleccionado y en particular del punto de corte por encima del que se calculan los efectos influye sobre la estimación del impacto. La decisión de utilizar una concentración específica de ozono para la comparación de la situación real de la ciudad de Valladolid con algún estándar establecido se ha basado en la estimación bien del impacto negativo del contaminante (casos de muerte atribuibles) o bien del impacto positivo que tendría sobre la mortalidad calcular el número de casos de muerte evitados teóricamente si se hubieran aplicado los valores límite marcados en la normativa legal o en las GCA de la OMS.

En primer lugar, como se comentó al hablar de la PM, nos encontramos con la incertidumbre de elegir cuales serían los estudios y las FCR específicas en los que basarse para calcular las estimaciones. Debido a diferencias probablemente relacionadas con la localización del estudio, la población objeto de estudio, el tamaño y la duración del análisis así como a los métodos de análisis, las estimaciones calculadas pueden diferir de unos estudios a otros. Por esta razón se ha preferido utilizar los hallazgos procedentes del meta-análisis realizado por la OMS en el que se sugerían varias estimaciones del RR que luego se han introducido en las ecuaciones del modelo que proponía el CARB ^{14, 16}.

Existen varias cuestiones respecto al diseño y la interpretación de los estudios de series temporales referentes a los efectos del O₃ sobre la salud que introducen incertidumbre en el análisis. El principal escollo que se afronta en el análisis es la eliminación del sesgo debido a la confusión por factores temporales a corto plazo que actúan en escalas de tiempo de días a estaciones. La correlación del ozono con estos factores de confusión tiende a ser más alta que la de la PM u otros contaminantes gaseosos. Así pues, las especificaciones de los modelos que pueden ser apropiados para la PM (el contaminante de interés en la mayor parte de la literatura disponible) pueden no ser adecuados para el O₃. No existen demasiados estudios que hayan analizado estos posibles efectos para el O₃, lo que añade otro elemento de incertidumbre a las estimaciones. En nuestro caso, como hemos dicho, se decidió escoger las estimaciones de riesgo que proporcionaba el meta-análisis de la OMS en el que se analizaban los efectos sobre la salud de la PM y del O₃, y aplicarlas al modelo de cálculo que proponía el CARB. Ambos trabajos suponen dos ejemplos bastante robustos de aplicación de herramientas metodológicas y estadísticas firmemente establecidas ^{14, 16}.

La forma de la FCR y la existencia o no una concentración umbral para los efectos sobre la salud contribuyen a la incertidumbre de las estimaciones que se basen en ellas. Ya se ha señalado que existe poca evidencia para determinar un umbral de efecto. A la hora de determinar si se puede identificar un nivel de seguridad para el O₃ es importante considerar si la FCR es lineal a lo largo de todo el rango de concentraciones o si por el contrario muestra señales de la existencia de un umbral. En la literatura epidemiológica sobre el O₃ solamente unos pocos estudios sobre ingresos hospitalarios y visitas al servicio de urgencias han analizado la forma de las FCR. Estos estudios también han estudiado la existencia o no de un umbral para el O₃. Puesto que solamente unos pocos estudios han investigado la presencia de un efecto umbral y que los pocos estudios disponibles no abarcan todos los efectos posibles sobre la salud, la literatura epidemiológica no puede proporcionar una base concluyente sobre la existencia o no de un efecto umbral poblacional, probablemente debido a que a nivel poblacional, la variabilidad de los umbrales individuales es menos evidente, lo que haría imposible asegurar una concentración de no-efecto en la población. La diversidad de factores que posiblemente determinan el umbral individual, como la edad, enfermedades pre-existentes, el estatus socioeconómico, hábitos personales y factores genéticos impiden la determinación de una concentración clara de ausencia de efecto. Asimismo, muchos de los estudios disponibles se realizaron con unas concentraciones ambientales de O₃ bastante bajas, así que no se estaría extrapolando más allá del rango descrito por los estudios ¹⁶.

Así pues, se ha asumido que no existe un umbral de efecto para el O₃. La Joint WHO/Convention Task Force consideró en 2004 que basándose en la evidencia disponible hasta la fecha, así como en la revisión del tema realizada por la OMS en 2008, no existe evidencia suficiente para definir un nivel por debajo del cual el O₃ no influye en la mortalidad por lo que no existe una evidencia concluyente de un umbral a nivel poblacional. Sin embargo existe una incertidumbre considerable sobre la magnitud del efecto en la mortalidad a concentraciones diarias bajas por dos razones: la incertidumbre en la forma de las FCR a concentraciones de O₃ muy bajas y a que las estimaciones de las concentraciones de ozono generadas por los modelos atmosféricos en el rango más bajo de las concentraciones de O₃ no son de confianza ¹³.

Por otro lado, aunque se asuma que no exista un umbral de efecto puede que, en cualquier caso, no se den efectos sobre la salud por debajo de un estándar de O₃ determinado, con lo que el análisis que se realice podría sobreestimar el impacto del O₃. La realización de un análisis de sensibilidad asumiendo varios posibles umbrales diferentes podría situar las diferentes estimaciones en un marco más amplio y contribuir a la interpretación de los resultados, permitiendo valorar la magnitud de los cambios entre las distintas hipótesis que se acepten.

Hemos considerado en nuestro trabajo la concentración de 70 µg/m³ que la OMS señala como el valor límite a partir del que considerar estadísticamente significativo un posible aumento del

riesgo de mortalidad ocasionado por la exposición al O₃, por lo que resulta aceptable considerarla a su vez como un posible valor objetivo a alcanzar por las autoridades competentes. Se ha introducido en el modelo asimismo la concentración de 50 µg/m³, en principio desde el enfoque de una posible concentración natural “de fondo” y no como un probable umbral teórico a partir del que asumir la existencia de efectos negativos para la salud ¹³.

Asimismo, en el caso de las FCR puede influir el sesgo de publicación. El meta-análisis publicado por la OMS lo tuvo en cuenta al sugerir sus estimaciones. Es importante diferenciar dos implicaciones del sesgo de publicación. La primera se relaciona con la detección del daño. El sesgo de publicación podría llevar a una conclusión falsa sobre la asociación entre la contaminación atmosférica y un indicador de salud, es decir que existe una asociación cuando de hecho no la hay. La otra implicación afecta al análisis del impacto sobre la salud porque el sesgo de publicación podría llevar a exagerar la magnitud estimada de los impactos en salud. Entonces sería necesario ajustar por el sesgo antes de emplear las estimaciones del impacto en salud ^{14, 16}. En nuestro trabajo se decidió emplear las estimaciones revisadas frente a esta circunstancia por lo que la incertidumbre que se añadiría a nuestros resultados por esta circunstancia sería menor.

Hay que señalar la importancia de la estacionalidad para el O₃, con concentraciones elevadas en verano y bajas en invierno, opuestas al ciclo normal de la mortalidad y morbilidad diaria, que es típicamente alta en invierno y baja en el verano. Un control inadecuado del patrón estacional en los estudios de series temporales conduce a estimaciones sesgadas, que en el caso del O₃ produce normalmente asociaciones estadísticamente significativas inversas entre el O₃ y los efectos en salud. Mientras que el análisis de datos anuales globales sugiere asociaciones positivas entre la exposición al O₃ y ciertos efectos sobre la salud, otros conjuntos de datos analizados de manera estacional muestran estimaciones positivas del riesgo relativo para el verano y estimaciones negativas del riesgo relativo para el invierno. La causa de este fenómeno no se ha investigado de manera homogénea, pero puede estar relacionada con umbrales, diferencias en la exposición personal entre estaciones o a la exposición a otros contaminantes concurrentes. Los datos que hemos utilizado en nuestro trabajo son anuales, sin diferenciar la estacionalidad, por lo que se pueden ver afectados por esta circunstancia. Por el contrario, para contaminantes que alcanzan su pico de concentraciones en invierno, como por ejemplo el CO y el NO₂, el sesgo se inclina hacia estimaciones del efecto positivas. Los patrones temporales de los ingresos hospitalarios o las visitas al servicio de urgencias varían más que la mortalidad diaria. Así pues, las funciones suavizadas que se han desarrollado y afinado para el análisis de datos de mortalidad diaria puede que no funcionen tan bien al eliminar los patrones cíclicos de los estudios de morbilidad ¹³. En nuestro trabajo no se ha tenido en cuenta el efecto del O₃ sobre la morbilidad, por lo que la estacionalidad de las concentraciones del O₃ afectaría únicamente a las estimaciones de mortalidad.

Otro potencial factor de confusión son las variaciones diarias de los contaminantes concurrentes y de los factores meteorológicos. Respecto a los contaminantes acompañantes, las variaciones diarias del O₃ no se suelen correlacionar con la mayor parte de los otros contaminantes de interés (CO, NO₂, SO₂, PM₁₀), pero pueden correlacionarse más con la PM_{2,5} medida durante los meses de verano. Es problemático medir los efectos independientes de dos contaminantes sobre la salud que están de alguna manera correlacionados a lo largo del tiempo. Sin embargo, se puede acudir primero al enfoque clásico de la estimación inicial de los efectos de cada contaminante de forma individual para estimar a continuación sus efectos en un modelo con dos contaminantes. Por esta razón se ha enfatizado la utilización de estudios que hayan controlado también la PM. En cualquier caso, subsiste un grado de incertidumbre considerable frente a esta circunstancia. Esta cuestión se relaciona con la validez de la medida de exposición. Afinar esta medición ayudará sin duda a discriminar el efecto de los diferentes contaminantes. El empleo de métodos de biomonitorización más personalizada podría contribuir a lograrlo, aunque como ya se ha mencionado, es muy complicado medir el efecto de cada contaminante en presencia de otros agentes que se relacionan e influyen entre sí ^{13, 15, 16}.

Al igual que ocurría con la PM, se subestiman los efectos sobre la salud del O₃. La incapacidad de calcular todos los impactos posibles que se asocian con las concentraciones actuales de O₃ limita el análisis de sus consecuencias sobre la salud puesto que las estimaciones se proporcionan solamente para un subconjunto de posibles efectos adversos, subestimando por tanto su efecto total sobre la salud. Las estimaciones de la carga de enfermedad por el O₃ se basan fundamentalmente en estudios sobre la mortalidad, y no tanto en otros indicadores. Igualmente puede suceder que esta subestimación de los efectos del O₃ afecte a grupos de población determinados, como por ejemplo los niños, que tienen una menor mortalidad ¹³.

En nuestro trabajo no se presentan estimaciones del efecto del O₃ sobre la inducción o exacerbación del asma, otros síntomas respiratorios, la inflamación de la vía aérea y cambios agudos y a largo plazo en la función pulmonar, aunque existe evidencia para tales efectos. Asimismo, aunque la OMS ha facilitado las FCR estimadas para calcular el efecto del O₃ sobre indicadores de morbilidad como los ingresos respiratorios, los días de restricción en la actividad, el uso de broncodilatadores en asmáticos o síntomas respiratorios agudos ¹³, no se aplican a la población de estudio de nuestro trabajo al no disponerse de datos de la población de interés.

Como sucede con otros contaminantes, la exposición al O₃ no se distribuye de manera equitativa entre la población, aumentando la susceptibilidad en algunos individuos (dependiendo de la capacidad antioxidante, la presencia de asma, la edad o la actividad física que se desarrolle). Es conveniente que futuros estudios describan mejor los grupos susceptibles ¹³. En nuestro trabajo hemos podido describir a los grupos de población para los que la OMS ha proporcionado estimaciones del riesgo relativo por exposición a la contaminación atmosférica.

De igual forma que para la PM, surge la incertidumbre al estimar las tasas basales de los efectos en salud que se quieren analizar en la población de estudio. A menudo se ha de asumir una incidencia basal para la población de la ciudad o región que se analiza. Asimismo la incidencia puede cambiar a lo largo del tiempo al modificarse variables como los hábitos de salud, el nivel de ingresos u otros factores ¹⁵. Como se señaló para la PM, en nuestro caso no se han tenido que asumir estimaciones de la mortalidad considerada, obteniéndose ésta de los datos sociodemográficos que proporciona el INE.

Las asunciones respecto a la exposición de la población también introducen incertidumbre, sobre la capacidad de la red de medición de la contaminación atmosférica para proporcionar estimaciones representativas de la exposición al contaminante en la población de estudio. La mayor parte de los estudios emplean monitores fijos de fondo y poblacionales. De acuerdo con las recomendaciones del meta-análisis realizado por la OMS se ha empleado como tiempo medio de las concentraciones la medición octohoraria. Cuando las concentraciones no se presentan en este formato se puede aplicar una razón de conversión para transformarlos al formato recomendado por la OMS y en el que ya se podrían utilizar las estimaciones de RR que la OMS facilita en su meta-análisis de 2004 ^{13, 14}. En nuestro caso no ha sido necesario realizar esta transformación, lo que habría añadido más incertidumbre a la estimación de la exposición, pues el Ayuntamiento de Valladolid nos proporcionó los datos en el formato aconsejado por la OMS. En el futuro sería deseable que los estudios epidemiológicos presenten una asignación más individual de la exposición.

Como ya hemos mencionado en el caso de la PM, los cambios en la red de estaciones de medida seguramente hayan influido en la calidad de los datos de las concentraciones de exposición de la población al O₃ que se han introducido en el modelo. En lo que respecta al O₃, en los años 1999 y 2000 las cuatro estaciones medidoras de O₃ proporcionaron un porcentaje de datos válido; en 2001 solamente dos de las cuatro estaciones facilitaron datos válidos; en el año 2002 únicamente una de las tres estaciones medidoras de O₃ generó datos válidos; en 2003 tres estaciones de las cuatro que funcionaron presentaron datos estadísticamente válidos; a partir de 2004 y hasta 2008 las tres estaciones que funcionaban aportaron un porcentaje de datos válido conforme al estándar de calidad de la red. Todas estas circunstancias pueden influir en la validez y exactitud de los datos de exposición de la población que hemos empleado ²³⁵.

Conclusiones

V. Conclusiones

1. La magnitud de nuestras estimaciones de la carga de enfermedad relacionada con los contaminantes analizados es sensible al tipo de FCR asumida y a la concentración de referencia, pudiendo alcanzarse valores nulos, mínimos o bien muy elevados.

2. En cuanto a la exposición a corto plazo a la PM_{10} y la mortalidad prevenible respecto a las GCA de la OMS, como límites superiores de la serie analizada, nuestras estimaciones para la mortalidad por todas las causas (salvo las externas) en todas las edades indican que en 1999 se habría podido prevenir una proporción anual de dicha mortalidad del 2,5 % y evitar 63 fallecimientos; para la mortalidad por enfermedad respiratoria y por todas las causas (salvo las externas) en menores de 5 años en 1999 se habría podido prevenir una proporción anual de dichas causas del 7,4 % y evitar un fallecimiento anual por todas las causas (salvo las externas).

3. En cuanto a la exposición a largo plazo a la $PM_{2,5}$ y la mortalidad prevenible según un modelo log-lineal respecto a las GCA de la OMS, como límites superiores de la serie analizada, nuestras estimaciones para la mortalidad por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años señalan que en 1999 se habría podido prevenir una proporción anual de dicha mortalidad del 25 % y evitar 171 fallecimientos; para la mortalidad por cáncer de pulmón en mayores de 30 años se habría podido prevenir en 1999 una proporción anual de dicha mortalidad del 34,9 % y en 2004 evitar 50 fallecimientos.

4. En cuanto a la exposición a corto plazo al O_3 y la mortalidad prevenible respecto a las GCA de la OMS, como límites superiores de la serie analizada, nuestras estimaciones para la mortalidad por todas las causas (salvo las externas) en todas las edades indican que en 2003 se habría podido prevenir una proporción anual de dicha mortalidad del 2 % y evitar 52 fallecimientos; para la mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades en 2003 se habría podido prevenir una proporción anual de dicha mortalidad del 2,7 % y evitar 8 fallecimientos; para la mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades se habría podido prevenir en 2003 una proporción anual de dicha mortalidad del 3,4 % y evitar 29 fallecimientos.

5. En el caso de la exposición a corto plazo a la PM_{10} y la mortalidad atribuible respecto a una concentración de referencia de fondo de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, como límites superiores de la serie analizada, nuestras estimaciones para la mortalidad por todas las causas (salvo las externas) en todas las edades indican que en 1999 se habría podido atribuir una proporción anual de dicha mortalidad del 3,5 % y 87 fallecimientos; para la mortalidad por enfermedad respiratoria y por todas las causas (salvo las externas) en menores de 5 años se habría podido atribuir en 1999 una proporción anual del 10,1 % y un fallecimiento por todas las causas (salvo las externas).

6. En el caso de la exposición a largo plazo a la $PM_{2,5}$ y la mortalidad atribuible según un modelo log-lineal respecto a una concentración de referencia de fondo de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, como límites superiores de la serie analizada, nuestras estimaciones para la mortalidad por enfermedad cardiopulmonar en mayores de 30 años señalan que se habría podido atribuir en 1999 una proporción anual del 29,8 % y en el año 2000 un total de 205 fallecimientos; para la mortalidad por cáncer de pulmón en mayores de 30 años se habría podido atribuir en 1999 una proporción anual del 41 % y en el año 2004 un total de 60 fallecimientos.

7. En el caso de la exposición a corto plazo al O_3 y la mortalidad atribuible respecto a una concentración de referencia de fondo de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, como límites superiores de la serie analizada, nuestras estimaciones para la mortalidad por todas las causas (salvo las externas) en todas las edades indican que en 2003 se habría podido atribuir una proporción anual del 3,5 % y 89 fallecimientos; para la mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades se habría podido atribuir en 2003 una proporción anual del 4,6 % y 13 fallecimientos; para la mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades en 2003 se habría podido atribuir una proporción anual del 5,7 % y 50 fallecimientos.

8. En aquellos casos en que se han obtenido estimaciones nulas, también habría sido posible que anualmente para cada causa de muerte analizada no se hubiera podido prevenir o bien atribuir ninguna proporción de su mortalidad ni evitar o bien atribuir ningún fallecimiento.

9. El impacto negativo sobre la salud de la población de la ciudad de Valladolid durante el periodo de estudio podría haber sido mayor de no haberse cumplido con los objetivos legales vigentes en su momento para el control de la contaminación atmosférica.

10. La magnitud de nuestras estimaciones, a pesar de no disponer como referencia cuantitativa de otros estudios que hayan utilizado el mismo método propuesto por la OMS empleado en nuestro trabajo, no impide considerarlas, aunque sea de forma cualitativa, de la suficiente entidad como para inducir una reflexión sobre las oportunidades de mejora del control de la calidad del aire atmosférico en la ciudad de Valladolid dentro de unos límites técnicamente factibles más allá de los valores establecidos en la legislación como pueden ser las recomendaciones de las GCA de la OMS y sobre la aplicación de métodos de EIS en las tareas de priorización y planificación en salud pública en nuestro entorno.

En cualquier caso no podemos olvidar una de las claves de las intervenciones sobre la salud pública: pequeñas reducciones en los niveles de los factores de riesgo pueden suponer un gran beneficio sobre la salud de toda la población.

Futuras posibilidades de investigación

VI. Futuras posibilidades de investigación

A continuación vamos a exponer una lista con diversas cuestiones susceptibles de desarrollarse con mayor profundidad en futuros trabajos como líneas de investigación propias y que bien se podrían derivar de nuestro trabajo o bien podrían utilizar nuestras estimaciones como base para iniciar nuevos proyectos de investigación sobre los efectos de la contaminación atmosférica en la salud.

- Análisis de los datos con mediciones reales, no estimadas, de $PM_{2,5}$.
- Reanálisis de los datos tras calcular una relación $PM_{10} / PM_{2,5}$ basada en mediciones reales de $PM_{2,5}$.
- Reanálisis de los datos comparando nuestras estimaciones en este trabajo con las que se obtendrían de utilizar las cifras de concentración de PM resultantes del reanálisis efectuado por el Instituto de Salud Carlos III.
- Análisis de los efectos de los contaminantes evaluados en nuestro estudio en diferentes subgrupos de población: población infantil, deportistas y enfermos de asma.
- Interacción del O_3 con los diferentes alérgenos controlados por el RACYL (Registro aerobiológico de Castilla y León).
- Análisis económico de la CAE estimada en nuestro estudio.
- Evaluación de las posibles causas de las irregularidades observadas en algunas de nuestras estimaciones en el seguimiento del patrón anual de cambios mostrado por la curva de concentraciones observadas o estimadas de los contaminantes.

Bibliografía

VII. Bibliografía

1. Agencia de Evaluación de Tecnologías Sanitarias (AETS). Instituto de Salud Carlos III - Ministerio de Sanidad y Consumo. Sandín Vázquez M, Sarría Santamera A. "Evaluación de Impacto en Salud y Medio Ambiente". Madrid: AETS - Instituto de Salud Carlos III, Madrid. Diciembre de 2007.
2. Boldo E et al. Evaluación de Impacto en Salud: una herramienta infrautilizada en salud pública. Ejemplo Apehis (Air Pollution and Health: a European Information System). Boletín epidemiológico semanal. 2005 Vol. 13 nº 9/97-108.
3. <http://www.euro.who.int/en/what-we-do/health-topics/environmental-health/health-impact-assessment> (acceso 5-6-2010)
4. Ostro B. Outdoor air pollution: Assesing the environmental burden of disease at national and local levels. Geneva. World Health Organization. 2004. (WHO Environmental Burden of Disease Series. No. 5).
5. Air quality guidelines. Global update 2005. Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. WHO. 2006.
6. Commission of the European Communities. White Paper. Together for Health: A Strategic Approach for the EU 2008-2013. Brussels, 23.10.2007. COM(2007) 630.
7. World Health Report 2002 - Reducing Risks, Promoting Healthy Life. Geneva. WHO. 2002.
8. <http://www.euro.who.int/en/what-we-do/health-topics/environmental-health/air-quality> (acceso 5-6-2010)
9. Preventing disease through healthy environments. Towards an estimate of the environmental burden of disease. Prüss-Üstün A, Corvalán C. WHO. 2006.
10. Levine B. What does the population attributable fraction mean?. Preventing Chronic Disease, 2007 January; 4(1).
11. Llorca J et al. Fracción atribuible poblacional: cálculo e interpretación. Gaceta Sanitaria 2001; 15: 61-7.
12. Introduction and methods: Assessing the environmental burden of disease at national and local levels. Environmental burden of disease series No. 1. A Prüss-Üstün, C Mathers, C Corvalán, A Woodward. World Health Organization. 2003
13. Amann M et al. Health risks of ozone from long-range transboundary air pollution. WHO 2008.
14. Anderson HR et al. Meta-analysis of time-series studies and panel studies of Particulate Matter (PM) and Ozone (O₃). Report of a WHO task group.2004.
15. Joint WHO / Convention Task Force on the Health Aspects of Air Pollution. Health risks of particulate matter from long-range transboundary air pollution. WHO 2006.

16. California Environmental Protection Agency Air Resources Board. Revision Review of the California Ambient Air Quality Standard for Ozone. Volume IV of IV Appendices B-G. Staff Report Initial Statement of Reasons for Proposed Rulemaking. October 27, 2005.
17. California Environmental Protection Agency. Air Resources Board's Emission Reduction Plan for Ports and International Goods Movement. Appendix A. Health Analysis. 21 March 2006.
18. Cohen, AJ et al. Mortality impacts of Urban Air Pollution. En "Comparative Quantification of Health Risks: Global and Regional Burden of Disease Attributable to Selected Major Risk Factors, Vol. 2; Ezzati, M.; Lopez, AD; Rodgers, A; Murray, CJL, Eds.; World Health Organization: Geneva, Switzerland, 2004; pp 1353–1433".
19. Health risk of particulate matter from long range transboundary air pollution: preliminary assessment. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe, 1999 (document EUR/ICP/EHBI 04 01 02).
20. Health aspects of air pollution with particulate matter, ozone and nitrogen dioxide. Report on a WHO working group. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe, 2003 (document EUR/03/5042688)
21. Health aspects of air pollution – answers to follow-up questions from CAFE. Report on a WHO working group. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe, (document EUR/04/5046026).
22. Modelling and assessment of the health impact of particulate matter and ozone. Geneva, United Nations Economic Commission for Europe, 2004 (document EB.AIR/WG.1/2004/11).
23. Second position paper on particulate matter. Brussels, CAFE Working Group on Particulate Matter, 2004.
24. Air quality criteria for particulate matter. Washington, DC, US Environmental Protection Agency, 2004).
25. Hurley F et al. Methodology for the cost–benefit analysis for CAFE. Volume 2: health impact assessment. Brussels, European Commission, 2005.
26. Watkiss P, Pye S, Holland M. CAFE CBA: baseline analysis 2000 to 2020. Brussels, European Commission, 2005. <http://ec.europa.eu/environment/archives/cafe/general/keydocs.htm>
27. Holland MR, Forster D, eds. Externalities of Energy: ExternE Project. Vol. 7: methodology update 1998. Brussels, European Commission, 1999.
28. Rabl A. Interpretation of air pollution mortality: number of deaths or years of life lost?. Journal of the Air & Waste Management Association, 2003, 53:41–50.
29. Levy JI et al. Assessing the public health benefits of reduced ozone concentrations. Environmental Health Perspectives, 2001, 109:1215–1226.
30. Health aspects of air pollution. Results from the WHO project "Systematic review of health aspects of air pollution in Europe". Copenhagen, WHO Regional Office for Europe, 2004.

31. Avol EL et al. Respiratory effects of relocating to areas of differing air pollution levels. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 2001, 164:2067–2072.
32. Friedman MS et al. Impact of changes in transportation and commuting behaviors during the 1996 summer Olympic Games in Atlanta on air quality and childhood asthma. *Journal of the American Medical Association*, 2001, 285:897–905.
33. Ostro B. A search for a threshold in the relationship of air pollution to mortality: a reanalysis of data on London winters. *Environmental Health Perspectives*. 1984. December; 58: 397–399.
34. Díaz J, Ballester F, López-Vélez R (revisores). Capítulo 16. Impactos sobre la salud humana. En “Evaluación Preliminar de los Impactos en España por Efecto del Cambio Climático”. Proyecto ECCE – Informe Final. Ministerio de Medio Ambiente. 2005.
35. Pope CA et al. Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. *Journal of the American Medical Association*, 2002, 287:1132–1141.
36. http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair_aqg/en/index.html (acceso 5-6-2010)
37. Factores de riesgo atmosférico que causan enfermedades en los niños en España. Informes, estudios e investigación. 2009. Ministerio de Sanidad y Política Social.
38. Fernández Patier (1990). Investigación de iones sulfato en las partículas en suspensión en el aire. Influencia meteorológica y relación con otros contaminantes.
39. Querol X et al. Speciation and origin of PM₁₀ and PM_{2.5} in selected European cities. *Atmospheric Environment*, 2004, 38:6547-6555.
40. Health effects of transport-related air pollution. Michal Krzyzanowski et al (eds). WHO. 2005.
41. Amann M et al. Baseline scenarios for the Clean Air for Europe (CAFE) programme. Laxenburg, International Institute for Applied Systems Analysis, 2005.
42. Tarrasón L et al. Transboundary acidification, eutrophication and ground level ozone in Europe in 2003. Oslo, Norwegian Meteorological Institute, 2005. (EMEP Report 1/2005).
43. Vickery JS. Conceptual models of PM for North American regions. En: “McMurry PH, Shepherd M, Vickery JS, (editores). *Particulate matter science for policy makers*. Cambridge, Cambridge University Press. 2004”.
44. Chow JC et al. PM₁₀ source apportionment in California’s San Joaquin Valley. *Atmospheric Environment*, 1992, 18: 3335-3354.
45. Health aspects of air pollution – answers to follow-up questions from CAFE. Report on a WHO working group meeting, Bonn, Germany, 15–16 January 2004. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe, 2004.
46. Effects of air pollution on children’s health and development: a review of the evidence. 2005. WHO, European Centre for Environment and Health, Bonn Office.
47. <http://ec.europa.eu/environment/air/quality/standards.htm> (acceso 10-6-2010)

48. USEPA (1996). Review of the National Ambient Air Quality Standards for Particulate Matter: policy assessment of scientific and technical information. Research Triangle Park, NC, Office of air Quality Planning and Standards (staff paper EPA-452\R-96-013).
49. Health aspects of air pollution with particulate matter, ozone and nitrogen dioxide. Report of a WHO Working Group. Bonn, Germany, 13-15 January 2003.
50. Ostro B et al. . The impact of fine particulate matter on mortality in Bangkok, Thailand. In: Chow J, Koutrakis P, eds. PM_{2,5}: a fine particle standard, Volume II. 1998, Pittsburgh, PA, Air & Waste Management Association, pp 939-949.
51. Kunzli N et al. Public-health impact of outdoor and traffic-related air pollution: a European assessment. *Lancet*. 2000; 356: 795-801.
52. Deck L Bet al. Estimates of the health risk reductions associated with attainment of alternative particulate matter standards in two U.S. cities. *Risk Analysis*. 2001 Oct; 21 (5):821-36.
53. APHEIS Health Impact Assessment of Air Pollution in 26 European Cities. Second year report, 2000-2001.IVS.
54. World Bank (2002). Improving Air Quality in Metropolitan Mexico City: An Economic Valuation. Washington DC, World Bank (Research Working Paper No. 2785).
55. WHO (2001). Quantification of the Health Effects of Exposure to Air Pollution. Report of a WHO Working Group Bilthoven, Netherlands. 20-22 November 2000.
56. National Research Council (2002). Estimating the public health benefits of proposed air pollution regulations. Washington, DC, National Academy Press.
57. Schwartz Jet al. Is daily mortality associated specifically with fine particles? *Journal of the Air and Waste Management Association*. 1996 Oct; 46(10):927-39.
58. Schwartz J. Assessing confounding, effect modification and thresholds in the association between ambient particles and daily deaths. *Environmental Health Perspectives*. 2000 Jun; 108 (6):563-8.
59. Burnett RT et al. Association between particulate- and gas-phase components of urban air pollution and daily mortality in eight Canadian cities. *Inhalation Toxicol*. 2000; 12 Suppl 4:15-39.
60. Katsouyanni K et al. Confounding and effect modification in the short-term effects of ambient particles on total mortality: Results from 29 European cities within the APHEA 2 project. *Epidemiology*, 2001, 12:521–531.
61. Samet JM et al. National morbidity, mortality and air pollution study. Cambridge, MA, Health Effects Institute, 2000 (HEI Report 94, Part 2).
62. Samet JM et al. Fine particulate air pollution and mortality in 20 U.S. cities, 1987–1994. *New England Journal of Medicine*, 2000, 343:1742– 1749.
63. Dominici Fet al. On the Use of Generalized Additive Models in Time-Series Studies of Air Pollution and Health. *American Journal of Epidemiology*. (2002) 156(3): 193-203.

64. Zeger SL et al. Exposure measurement error in time-series studies of air pollution: concepts and consequences. *Environmental Health Perspectives*. 2000 May; 108(5): 419–426.
65. Ostro BD (1993). The association of air pollution and mortality: examining the case for inference. *Archives of Environmental Health*, 48 (5): 336-42.
66. Dockery DW, Pope CA III (1994). Acute respiratory effects of particulate air pollution. *Annual Review of Public Health*, 15: 107-32.
67. Health Effects Institute (2004). *Health Effects of Outdoor Air Pollution in Developing Countries of Asia: a literature review*, Boston, MA, April.
68. Ostro BD et al. The impact of particulate matter on daily mortality in Bangkok, Thailand. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 199, 49: 100-107.
69. Castillejos Met al. Airborne coarse particles and mortality. *Inhalation Toxicology*, 2000, 12(Suppl. 1): 67-72.
70. Ostro BD et al. Air pollution and mortality: results from a study in Santiago, Chile. *Journal of exposure Analysis and Environmental Epidemiology*, 1996, 6: 97-114.
71. Hong YC et al. PM₁₀ exposure, gaseous pollutants, and daily mortality in Inchon, South Korea. *Environmental Health Perspectives*, 1999, 107: 873-878.
72. Simpson RW et al. Associations between outdoor air pollution and daily mortality in Brisbane, Australia. *Archives of Environmental Health*, 1997, 52 (6): 442-454.
73. Morgan G et al. Air pollution and daily mortality in Sydney, Australia, 1989 through 1993. *American Journal of Public Health*, 1998, 88: 759-764.
74. Xu Z et al. Air pollution and daily mortality in Shenyang, China. *Archives of Environmental Health*, 2000, 55: 115-120.
75. Lee JT et al. Air pollution and daily mortality in seven major cities of Korea, 1991-1997. *Environmental Research*, 2000, 84: 247-254.
76. Cropper MLet al. The health benefits of air pollution control in Delhi. *American Journal of Agricultural Economics*, 1997, 79: 1625-1629.
77. Schwartz J. The distributed lag between air pollution and daily deaths. *Epidemiology*, 2000, 11: 320-326.
78. Penna MLF, Duchide MP. Air pollution and infant mortality from pneumonia in the Rio de Janeiro metropolitan area. *Bulletin of the Pan American Health Organization*, 1991, 25: 47-54.
79. Bobak M, Leon DA. Air pollution and infant mortality: the effects are specific for respiratory causes in the postneonatal period. *Epidemiology*, 1998, 9: S58.
80. Woodruff TJ et al. The relationship between selected causes of postneonatal infant mortality and particulate air pollution in the United States. *Environmental Health Perspectives*, 1997, 105: 608-612.
81. Ritz B et al. Effect of air pollution on preterm birth among children born in Southern California between 1989 and 1993. *Epidemiology*, 2000, 11(5): 502-511.

82. Lacasana M et al. Exposure to ambient air pollution and prenatal and early childhood health effects. *European Journal of Epidemiology*, 2005; 20:183-99.
83. Saldiva PH et al Association between air pollution and mortality due to respiratory diseases in children in Sao Paulo, Brazil: a preliminary report. *Environmental Research*, 1994, 65: 218-225.
84. Gouveia N, Fletcher T. Respiratory diseases in children and outdoor air pollution in Sao Paulo, Brazil: a time series analysis. *Occupational and Environmental Medicine*, 2000, 57: 477-483.
85. Conceicao GMS et al. Air pollution and child mortality: a time series study in Sao Paulo, Brazil. *Environmental Health Perspectives*, 2001, 109(Suppl. 3):347-350.
86. Loomis D et al. Air pollution and infant mortality in Mexico City. *Epidemiology*, 1999, 10: 118-123.
87. Schwarz J. Air pollution and daily mortality in Birmingham, Alabama. *American Journal of Epidemiology*, 1993, 137: 1136-1147.
88. Fairley D. Daily mortality and air pollution in Santa Clara County, California: 1989-1996. *Environmental Health Perspectives*, 1999, 107(8):637-641.
89. Liao D et al. Daily variation of particulate air pollution and poor cardiac autonomic control in the elderly. *Environmental Health Perspectives*, 1999, 107 (7):521-525.
90. Pope CA III et al. Heart rate variability associated with particulate air pollution. *American Heart Journal*, 1999, 138(5 Pt 1):890-899.
91. Gold DR et al. Ambient air pollution and heart rate variability. *Circulation*, 2000, 101(11): 1267-1273.
92. Peters A et al. Increased particulate air pollution and the triggering of myocardial infarction. *Circulation*, 2001, 103:2810-2815.
93. Nolan J et al. Prospective study of heart rate variability and mortality in chronic heart failure: results of the United Kingdom heart failure evaluation and assessment of risk trial (UK-heart). *Circulation*, 1998, 98: 1510-1516.
94. Zeger SL et al. Harvesting-resistant estimates of air pollution effects on mortality. *Epidemiology*, 1999, 10(2):171-175.
95. Schwartz J. Harvesting and long term exposure effects in the relationship between air pollution and mortality. *American Journal of Epidemiology*, 2000, 151: 440-448.
96. Schwartz J. Is there harvesting in the association of airborne particles with daily deaths and hospital admissions?. *Epidemiology*, 2001,12(1): 55-61.
97. Wordley J et al. Short term variations in hospital admissions and mortality and particulate air pollution. *Occupational and Environmental Medicine*, 1997, 54(2): 108-116.
98. Gwyn RC et al. A time-series analysis of acidic particulate matter and daily mortality and morbidity in the Buffalo, New York, region. *Environmental Health Perspectives*, 2000, 108(2): 125-133.

99. Schwartz J, Zanobetti A. Using meta-smoothing to estimate dose-response trends across multiple studies, with application to air pollution and daily death. *Epidemiology*, 2000, 11(6): 666-672.
100. Daniels MJ et al. Estimating particulate matter mortality dose-response curves and threshold levels: an analysis of daily time-series for the 20 largest US cities. *American Journal of Epidemiology*, 2000, 152(5): 397-406.
101. Dockery DW et al. An association between air pollution and mortality in six US cities. *New England Journal of Medicine*, 1993, 329: 1753-1759.
102. Pope CA III et al. Particulate air pollution as a predictor of mortality in a prospective study of US adults. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 1995, 151:669-674.
103. Künzli N et al. Assessment of deaths attributable to air pollution: should we use risk estimates based on time series or cohort studies? *American Journal of Epidemiology*, 2001, 10:1050–1055.
104. Pope CA III. Epidemiology of fine particulate air pollution and human health: biologic mechanisms and who's at risk?. *Environmental Health Perspectives*, 2000,108 (Suppl.) 713-723.
105. Brunekreef B. Air pollution and life expectancy: is there a relation?. *Occupational and Environmental Medicine*, 1997, 54(11): 781-784.
106. Krewski D et al. Reanalysis of the Harvard Six Cities Study and the American Cancer Society Study of Particulate Air Pollution and Mortality. 2000, Boston, MA, Health Effects Institute.
107. Pandey KD et al. Ambient particulate matter concentrations in residential areas of world cities: New estimates based on global model of ambient particulates (GMAPS). 2004, Washington, DC: Development Research Group and the Environment Department, World Bank.
108. Quian Z et al. Long term ambient air pollution levels in four Chinese cities: inter-city and intra-city concentration gradients for epidemiological studies. *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology*, 2001, 11: 341-351.
109. Ostro BD et al. Air pollution and daily mortality in the Coachella Valley, California: a study of PM₁₀ dominated by coarse particles. *Environmental Research*, 1999, 81(3): 231-238.
110. Second Position Paper on Particulate Matter. CAFE Working Group on Particulate Matter December 20th,2004
111. <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/eco/036993-I/036993-3.3.pdf> (acceso el 20-6-2010)
112. <http://safetyservices.ucdavis.edu/safetynets/snml/sn63> (acceso el 20-6-2010).
113. AirBase: the European Air Quality Data Base. Copenhagen, European Environment Agency, 2008.

114. Tarrasón L et al. Transboundary acidification, eutrophication and ground level ozone in Europe from 1990 to 2004 in support of the review of the Gothenburg protocol. Oslo, Norwegian Meteorological Institute, 2006 (EMEP Status Report 1/2006)
115. Gryparis A et al. Acute effects of ozone on mortality from “the air pollution and health: a European approach” project. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 2004, 170:1080–1087.
116. Bell M et al. The exposure–response curve for ozone and risk of mortality and the adequacy of current ozone regulations. *Environmental Health Perspectives*, 2006, 114:532–536.
117. Pryor WA. How far does ozone penetrate into pulmonary air/tissue boundary before it reacts?. *Free Radical Biology & Medicine*, 1992, 12:83–88.
118. Ballinger CA et al. Antioxidant-mediated augmentation of ozone-induced membrane oxidation. *Free Radical Biology & Medicine*, 2005, 38:515–526.
119. Park SK et al. Effects of air pollution on heart rate variability: the VA normative aging study. *Environmental Health Perspectives*, 2005, 113:304–309.
120. Rich DQ et al. Increased risk of paroxysmal atrial fibrillation episodes associated with acute increases in ambient air pollution. *Environmental Health Perspectives*, 2005, 114:120–123.
121. Larrieu S et al. Short term effects of air pollution on hospitalizations for cardiovascular diseases in eight French cities: the PSAS program. *Science of the Total Environment*, 2007, 387:105–112.
122. Barnett AG et al. The effects of air pollution on hospitalizations for cardiovascular disease in elderly people in Australian and New Zealand cities. *Environmental Health Perspectives*, 2006, 114:1018–1023.
123. Zanobetti A, Schwarz J. Air pollution and emergency admissions in Boston, MA. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 2006, 60:890–895.
124. Health risks of ozone in Europe. Geneva, United Nations Economic Commission for Europe, 2008 (document ECE/EB.AIR/WG.1/2008/12).
125. Effects of air pollution on children’s health and development. A review of the evidence. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe, 2005.
126. Hong YC et al. Air pollution: a new risk factor in ischemic stroke mortality. *Stroke*, 2002, 33:2165–2169.
127. Schwartz J. How sensitive is the association between ozone and daily deaths to control for temperature? *Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 2005, 171:627–631.
128. Goldberg MS et al. Associations between daily cause-specific mortality and concentrations of ground-level ozone in Montreal, Quebec. *American Journal of Epidemiology*, 2001, 154:817–826.

129. Bell ML et al. A meta-analysis of time-series studies of ozone and mortality with comparison to the national morbidity, mortality, and air pollution study. *Epidemiology*, 2005, 16:436–445.
130. Ito K et al. Associations between ozone and daily mortality: analysis and meta-analysis. *Epidemiology*, 2005, 16:446–457.
131. Levy JI et al. Ozone exposure and mortality: an empiric bayes metaregression analysis. *Epidemiology*, 2005, 16:458–468.
132. Zanobetti A, Schwartz J. Mortality displacement in the association of ozone with mortality. An analysis of 48 cities in the United States. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 2008, 177:184–189.
133. Martínez F et al. Valoración del impacto de la ola de calor del verano de 2003 sobre la mortalidad. *Gaceta Sanitaria*, 2004, 18:250–258.
134. Filleul L et al. The relation between temperature, ozone, and mortality in nine French cities during the heatwave of 2003. *Environmental Health Perspectives*, 2006, 114:1344–1347.
135. Fischer PH et al. Air pollution related deaths during the 2003 heat wave in the Netherlands. *Atmospheric Environment*, 2004, 38:1083–1085.
136. Stedman JR. The predicted number of air pollution related deaths in the UK during the August 2003 heat wave. *Atmospheric Environment*, 2004, 38:1087–1090.
137. Peters JM et al. A study of 12 Southern California communities with differing levels and types of air pollution. I. Prevalence of respiratory morbidity. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 1999, 159:760–767.
138. Peters JM et al. A study of 12 Southern California communities with differing levels and types of air pollution. II. Effects on pulmonary function. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 1999, 159:768–775.
139. Gauderman WJ et al. Association between air pollution and lung function growth in Southern California children. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 2000, 162:1383–1390.
140. Gauderman WJ et al. Association between air pollution and lung function growth in Southern California children: results from a second cohort. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 2002, 166:76–84.
141. Gauderman WJ et al. The effect of air pollution on lung development from 10 to 18 years of age. *New England Journal of Medicine*, 2004, 351:1057–1067.
142. Künzli N et al. Association between lifetime ambient ozone exposure and pulmonary function in college freshman – results of a pilot study. *Environmental Research*, 1997, 72:8–23.
143. Tager IB et al. Effect of chronic exposure to ambient ozone on lung function in young adults. *Epidemiology*, 2005, 16:751–759.

144. Galizia A, Kinney P. Long-term residence in areas of high ozone: associations with respiratory health in a nationwide sample of non-smoking young adults. *Environmental Health Perspectives*, 1999, 107:675–679.
145. Ihorst G et al. Long- and medium-term ozone effects on lung growth including a broad spectrum of exposure. *European Respiratory Journal*, 2004, 23:292–299.
146. Brook RD et al. Inhalation of fine particulate air pollution and ozone causes acute arterial vasoconstriction in healthy adults. *Circulation*, 2002, 105:1534–1536.
147. Künzli N et al. Ambient air pollution and atherosclerosis in Los Angeles. *Environmental Health Perspectives*, 2005, 113:201–206.
148. McConnell R et al. Asthma in exercising children exposed to ozone: a cohort study. *Lancet*, 2002, 359:386–391.
149. McDonnell WF et al. Long-term ambient concentration and the incidence of asthma in non-smoking adults: the AHSMOG study. *Environmental Research*, 1999, 80(2, Part 1):110–121.
150. Jerrett M et al. Spatial analysis of air pollution and mortality in Los Angeles. *Epidemiology*, 2005, 16:727–736.
151. Abbey D et al. Long-term inhalable particles and other air pollutants related to mortality in nonsmokers. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 1999, 159:373–382.
152. Sarnat J et al. Assessing the relationship between personal particulate and gaseous exposures of senior citizens living in Baltimore, MD. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 2000, 50:1184–1198.
153. Sarnat JA et al. Ambient gas concentrations and personal particulate matter exposures: implications for studying the health effects of particles. *Epidemiology*, 2005, 16:385–395.
154. Schwartz J. Lung function and chronic exposure to air pollution: a cross sectional analysis of NHANES II. *Environmental Research*, 1989, 50:309–321.
155. Clancy L et al. Effect of air-pollution control on death rates in Dublin, Ireland: an intervention study. *Lancet*, 2002, 360:1210–1214.
156. Hedley AJ et al. Cardiorespiratory and all-cause mortality after restrictions on sulphur content of fuel in Hong Kong: an intervention study. *Lancet*, 2002, 360:1646–1652.
157. Liu L-JS. et al. Use of personal measurements for ozone exposure assessment: a pilot study. *Environmental Health Perspectives*, 1993, 101:318–324.
158. Liu L-JS. et al. Ozone exposure assessment in a Southern California community. *Environmental Health Perspectives*, 1997, 105:58–65.
159. Janssen NA et al. Air conditioning and source-specific particles as modifiers of the effect of PM₁₀ on hospital admissions for heart and lung disease. *Environmental Health Perspectives*, 2002, 110:43–49.

160. Geyh AS et al. The Harvard Southern California chronic ozone exposure study: assessing ozone exposure of grade-school-age children in two Southern California communities. *Environmental Health Perspectives*, 2000, 108:265–270.
161. Tolbert PE et al. Air quality and pediatric emergency room visits for asthma in Atlanta, Georgia. *American Journal of Epidemiology*, 2000, 151:798–810.
162. Delfino RJ et al. Daily asthma severity in relation to personal ozone exposure and outdoor fungal spores. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 1996, 154:633–641.
163. Navidi W, Lurmann F. Measurement error in air pollution exposure assessment. *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology*, 1995, 5:111–124.
164. Abbey DE et al. Estimating cumulative ambient concentrations of air pollutants: description and precision of methods used for an epidemiological study. *Archives of Environmental Health*, 1991, 46:281–287.
165. Frischer T et al. Lung function growth and ambient ozone: A three-year population study in school children. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 1999, 160:390–396.
166. Guicheri R. Ozone on an urban and regional scale with reference to the situation in the Netherlands. En: "Isaksen IAA, ed. Tropospheric ozone, regional and global scale interactions. Dordrecht, D. Reidel, 1988 (NATO ASI Series, Series C, Vol. 227)".
167. Simpson D. Biogenic emissions in Europe. 2. Implications for ozone control strategies. *Journal of Geophysical Research*, 1995, 100(D11):22 891–22 906.
168. Simpson D et al. Inventorying emissions from nature in Europe. *Journal of Geophysical Research*, 1999, 104(D7):8113–8152.
169. Sofiev M, Tuovinen J-P. Factors determining the robustness of Am40 and other ozone exposure indices. *Atmospheric Environment*, 2001, 35:3521–3528.
170. Simpson D et al. A comparison of two different approaches for mapping potential ozone damage to vegetation. A model study. *Environmental Pollution*, 2007, 146:715–725.
171. Dentener F et al. The impact of air pollutant and methane emission controls on tropospheric ozone and radiative forcing: CTM calculations for the period 1990–2030. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 2005, 5:1731–1755.
172. Stevenson D et al. Impacts of climate change and variability on tropospheric ozone and its precursors. *Faraday Discussions*, 2005, 130:41–57.
173. Vautard R et al. Evaluation and intercomparison of ozone and PM₁₀ simulations by several chemistry transport models over four European cities within the CityDelta project. *Atmospheric Environment*, 2007, 41:173–188.
174. Public health related impacts of climate change in California. A Report from: California Climate Change Center. White Paper. 2006

175. http://www.cdc.gov/climatechange/effects/airway_diseases.htm (acceso 15-6-2010).
176. Basu, R, Samet J. Relation between elevated ambient temperature and mortality: A review of the epidemiologic evidence. *Epidemiologic Reviews*, 2002, 24: 190–202.
177. Keatinge W, Donaldson G. Mortality related to cold and air pollution in London after allowance for effects of associated weather patterns. *Environmental Research*, section A, 2001, 86: 209–216.
178. Air Quality Expert Group. Air quality and climate change: a UK perspective. London, Department for Environment, Food and Rural Affairs, 2007.
179. Ramaswamy V et al. Radiative forcing of climate change. En: "Houghton JT et al (eds). *Climate change 2001: the scientific basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, Cambridge University Press, 2001".
180. Johnson CE et al. Role of climate feedback on methane and ozone studied with a coupled ocean-atmosphere-chemistry model. *Geophysical Research Letters*, 2001, 28:1723–1726.
181. Murazaki K, Hess P. How does climate change contribute to surface ozone change over the United States?. *Journal of Geophysical Research*, 2006, 111:D05301.
182. Langner J et al. Impact of climate change on surface ozone and deposition of sulphur and nitrogen in Europe. *Atmospheric Environment*, 2005, 39:1129–1141.
183. Zeng G, Pyle JA. Changes in tropospheric ozone between 2000 and 2100 modeled with a chemistry-climate model. *Geophysical Research Letters*, 2003, 30(7):1392.
184. Stevenson DS et al. Multi-model ensemble simulations of present-day and near-future tropospheric ozone. *Journal of Geophysical Research*, 2006, 111:D08301.
185. ACCENT (base de datos en Internet). Urbino, University of Urbino. (<http://www.accent-network.org/>, acceso 5-6-2010).
186. Bernstein L et al. *Climate change 2007: synthesis report*. Geneva, Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007
187. Bell M et al. Climate change, ambient ozone, and health in 50 US cities. *Climate Change*, 2007, 82:61–76.
188. Zhang Lijun, vice minister China environmental agency (SEPA). 2005. Speech reported by Agence France Presse, October 25, 2005.
189. Ballester Fet al. Air Pollution and Mortality in Valencia, Spain: a Study using the APHEA Methodology. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 1996, 50:527-533.
190. Michelozzi Pet al. Air pollution and daily mortality in Rome, Italy. *Occupational and Environmental Medicine*, 1998; 55: 605-610.
191. Biggeri, A., Bellini, P. y Terracini, B. (eds.). 2001. Meta-analysis of the Italian Studies on Short term Effects of Air Pollution. *Epidemiologia & Prevenzione* 25(2).

192. Ballester F et al. Air pollution and emergency hospital admissions for cardiovascular diseases in Valencia, Spain. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 2001; 55:57-65.
193. Katsouyanni K. Health effects of air pollution in southern Europe: are there interacting factors?. *Environmental Health Perspectives*, 1995; 103 Suppl 2: 23-27.
194. Pekkanen J et al. Daily concentrations of air pollution and plasma fibrinogen in London. *Occupational and Environmental Medicine*, 2000, 57: 818-822.
195. Sartor F et al. Temperature, ambient ozone levels, and mortality during summer 1994, in Belgium, *Environmental Research*, 1995; 70: 105-113.
196. Sunyer J et al. Air pollution and mortality in Barcelona. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 1996; 50 Suppl 1:s76-s80.
197. Touloumi G et al. Short-term Effects of Ambient Oxidant Exposure on Mortality: A Combined Analysis within the APHEA Project. *American Journal of Epidemiology*, 1997, 146(2): 177-185.
198. Ballester F et al. Air pollution and cardiovascular admissions association in Spain: results within the EMECAS project. *Journal of Epidemiology & Community Health*. 2006 Apr; 60 (4):328-36.
199. Fernández-Patier R, Ballester F. 2000. Objetivo 21. Mejorar la calidad del aire. En:” DOYMA (Ed.). Informe SESPAS 2000. Barcelona. pgs. 279-289”.
200. Viana M et al. Influence of African dust on the levels of atmospheric particulates in the Canary Islands air quality network. *Atmospheric Environment*, 2002; 36: 5861–5875.
201. Rodriguez S et al. Saharan dust contributions to PM10 and TSP levels in Southern and Eastern Spain. *Atmospheric Environment*, 2001; 35: 2433-2447.
202. Bateson TF, Schwartz J. Who is sensitive to the Effects of Particulate Air Pollution on Mortality? A case-crossover analysis of the effect modifiers. *Epidemiology*, 2004; 15: 143-149.
203. Tamburlini G et al. Children’s health and environment: A review of evidence. *Environmental issue report N°29*, 2002, EEA-W.H.O. Copenhagen.
204. Martins MC et al. Influence of socioeconomic conditions on air pollution adverse health effects in elderly people: an analysis of six regions in Sao Paulo, Brazil. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 2004; 58:41-6.
205. Jerrett M et al. Do socioeconomic characteristics modify the short term association between air pollution and mortality? Evidence from a zonal time series in Hamilton, Canada. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 2004, 58(1): 31-40.
206. Lipfert FW. Air pollution and poverty: does the sword cut both ways? *Journal of Epidemiology & Community Health*, 2004; 58(1): 2-3.
207. LEY 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.
208. <http://ec.europa.eu/environment/air/legis.htm> (acceso 10-6-2010)

209. http://ec.europa.eu/environment/air/index_en.htm (acceso 10-6-2010)
210. Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.
211. Real Decreto 100/2011, de 28 de enero, por el que se actualiza el catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y se establecen las disposiciones básicas para su aplicación.
212. Estrategia española de calidad del aire. Ministerio de Medio Ambiente. 2007.
213. Observatorio de la sostenibilidad en España (OSE): Sostenibilidad en España 2007.
214. Observatorio de la sostenibilidad en España (OSE): Sostenibilidad en España 2009.
215. Ballester F et al. El proyecto EMECAS: protocolo del estudio multicéntrico en España de los efectos a corto plazo de la contaminación atmosférica sobre la salud. *Revista Española de Salud Pública*, 2005; Mar-Apr; 79(2):229-42.
216. Katsouyanni K et al. Short term effects of air pollution on health: a European approach using epidemiologic time series data: the APHEA protocol. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 1996; Apr; 50 Suppl 1:S12-S18.
217. Atkinson RW et al. Acute effects of particulate air pollution on respiratory admissions: results from APHEA 2 project. *Air pollution and health: a European approach. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 2001; 164:1860-1866.
218. Le Tertre A et al. Short-term effects of air pollution on mortality in nine French cities: a quantitative summary. *Archives of Environmental Health*, 2002; Jul-Aug;57 (4):311-9.
219. Ministerio de Sanidad y Política Social. Documento base para el desarrollo de un Plan Nacional de Salud y Medio Ambiente: resumen ejecutivo: "Alteraciones de la salud más relevantes con implicaciones ambientales: situación. Enfermedades respiratorias".García-Marcos L; Guillén Pérez JJ.
<http://www.mspsi.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/medioAmbiente/resumenDocumentacion.htm>, (acceso 18-9-2010).
220. Sunyer J et al. Effects of urban air pollution on emergency room admissions for chronic obstructive pulmonary disease. *American Journal of Epidemiology*, 1991; 134: 277-286.
221. Sunyer J, Basagana X. Particles, and not gases, are associated with the risk of death in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *International Journal of Epidemiology*, 2001; 30: 1138-1140.
222. Guillen Perez JJ et al. Asistencia inusual a los servicios de urgencia del hospital por asma y enfermedad obstructiva crónica y polución por SO₂ en Cartagena, España. *Revista Española de Salud Pública*, 1995; 69: 305-314.

223. Tenias JM et al. Association between hospital emergency visits for asthma and air pollution in Valencia, Spain. *Occupational and Environmental Medicine*, 1998; 55: 541-547.
224. Ballester F et al. Polución atmosférica particulada y salud en Valencia. España 1994-1996. *Gaceta Sanitaria*, 2002; 16: 464-479.
225. Galan I et al. Short-term effects of air pollution on daily asthma emergency room admissions. *European Respiratory Journal*, 2003; 22: 802-808.
226. Sunyer J et al. Air pollution and mortality in Barcelona. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 1996, 50 Suppl 1: s76-s80.
227. Tobias GA et al. Impacto de la polución atmosférica en la mortalidad y en las urgencias por enfermedad pulmonar obstructiva crónica y asma en Barcelona. *Gaceta Sanitaria*, 1998; 12: 223-230.
228. Sunyer J et al. Effect of nitrogen dioxide and ozone on the risk of dying in patients with severe asthma. *Thorax* 2002; 57: 687-693.
229. Sunyer J et al. Patients with chronic obstructive pulmonary disease are at increased risk of death associated with urban particle air pollution: a case-crossover analysis. *American Journal of Epidemiology*, 2000; 151: 50-56.
230. Ballester F et al. El proyecto EMECAM: estudio multicéntrico español sobre la relación entre la contaminación atmosférica y la mortalidad. Antecedentes, participantes, objetivos y metodología. *Revista Española de Salud Pública*, 1999 Mar./Abr. ;73(2):165-175.
231. Ballester F et al. The EMECAM project: a multicentre study on air pollution and mortality in Spain: combined results for particulates and for sulfur dioxide. *Occupational & Environmental Medicine*, 2002 May; 59(5):300-8.
232. Calidad del aire: análisis de los datos en la RCCAVA en el año 2008 conforme al R.D.1073/2002. Ayuntamiento de Valladolid. <http://www10.ava.es/rccava/08biblioteca.html> (acceso 15-6-2010)
233. Modelos matemáticos y procesos dinámicos: un primer contacto. Pérez Cacho S et al. Universidad de Valladolid. Secretariado de Publicaciones e Intercambio Editorial. 2002.
234. <http://www10.ava.es/rccava/08biblioteca.html>
235. Datos proporcionados por la RCCAVA del Ayuntamiento de Valladolid.
236. http://www.ine.es/inebmenu/mnu_cifraspob.htm (acceso 10-5-2010)
237. http://www.ine.es/inebmenu/mnu_salud.htm (acceso 10-5-2010)
238. Anderson HR et al. Publication bias in studies of ambient particulate pollution and daily mortality. *Epidemiology*, 2002; 13: 394.
239. Peacock JL et al. Publication bias in studies of PM₁₀ and children's lung function. *Epidemiology*, 2002; 13: 391.
240. Rockhill B et al. Use and misuse of population attributable fractions. *American Journal of Public Health*, 1998; 88:15-19.

241. Steenland K, Armstrong B. An overview of methods for calculating the burden of disease due to specific risk factors. *Epidemiology*, 2006; 17(5):512-19.
242. http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/metrics_paf/en/index.html (acceso 20-6-2010)
243. Bonjour S, PhD. Technical Officer. Public Health and Environment (PHE). WHO. Geneva. (Comunicación personal).
244. Le Tertre A et al. Short-term effects of particulate air pollution on cardiovascular diseases in eight European cities. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 2002; 56:773-9.
245. Alonso Fustel E et al. Evaluación en cinco ciudades españolas del impacto en salud de la contaminación atmosférica por partículas. Proyecto europeo APHEIS. *Revista Española de Salud Pública*, 2005; 79: 297-308.
246. Boldo E et al. Apheis: health impact assessment of long-term exposure to PM_{2.5} in 23 European cities. *European Journal of Epidemiology*, 2006; 21(6):449–458.
247. Ballester F et al. Reducing ambient levels of fine particulates could substantially improve health: a mortality impact assessment for 26 European cities. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 2008; 62(2): 98–105.
248. Pérez L et al. Estimating the health and economic benefits associated with reducing air pollution in the Barcelona metropolitan area (Spain). *Gaceta Sanitaria*, 2009; 23(4):287–294.
249. Boldo E et al. Health impact assessment of a reduction in ambient PM_{2.5} levels in Spain. *Environment International*, 2011 Feb; 37 (2):342-348.
250. Linares C et al. Impact of urban air pollutants and noise levels over daily hospital admissions in children in Madrid: a time series analysis. *International Archives of Occupational & Environmental Health*, 2006 Feb; 79(2):143-52.
251. Linares C, Díaz J. Impact of particulate matter with diameter of less than 2.5 microns PM_{2.5} on daily hospital admissions in 0-10-year-olds in Madrid. Spain (2003-2005). *Gaceta Sanitaria*, 2009 May-Jun; 23(3):192-7.
252. Linares C, Díaz J Short-term effect of concentrations of fine particulate matter on hospital admissions due to cardiovascular and respiratory causes among the over-75 age group in Madrid, Spain. *Public Health*. 2010 Jan; 124(1):28-36.
253. Linares C, Diaz J. Short-term effect of PM_{2.5} on daily hospital admissions in Madrid (2003-2005). *International Journal of Environmental Health Research*, 2010 Apr; 20 (2):129-40.
254. Jiménez E et al. Role of Saharan dust in the relationship between particulate matter and short-term daily mortality among the elderly in Madrid (Spain). *Science of the Total Environment*, 2010 Nov 1; 408(23):5729-36.

255. Maté T et al. Short-term effect of fine particulate matter (PM 2.5) on daily mortality due to diseases of the circulatory system in Madrid (Spain). *Science of the Total Environment*, 2010 Nov 1; 408 (23):5750-7.
256. Guaita R et al. Short-term impact of particulate matter PM_{2,5} on respiratory mortality in Madrid. *International Journal of Environmental Health Research*, 2011 Aug; 21(4):260-74.
257. Medina S et al. APHEIS Monitoring the Effects of Air Pollution on Public Health in Europe. Scientific report, 1999-2000. Saint-Maurice: Institut de Vielle Sanitaire; 2001.
258. Institut de Veille Sanitaire. Evaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine. Version actualisée du guide méthodologique 2003, EIS-PA. <http://www.invs.sante.fr/surveillance/psas9/> (acceso 1-7-2010)
259. Air Quality Health Impact Assessment software AirQ2.2. <http://www.euro.who.int/en/what-we-do/health-topics/environment-and-health/air-quality/activities/quantification-of-the-health-effects-of-exposure-to-air-pollution-the-air-quality-health-impact-assessment-software-airq-2.2> (acceso 1-7-2010)
260. <http://www.epa.gov/AMD/CMAQ/> (acceso 1-7-2010)
261. <http://www.epa.gov/air/benmap/index.html> (acceso 1-7-2010)

VIII. ANEXOS

VIII.1. Anexo I

Cifras de población

Gráfico 1

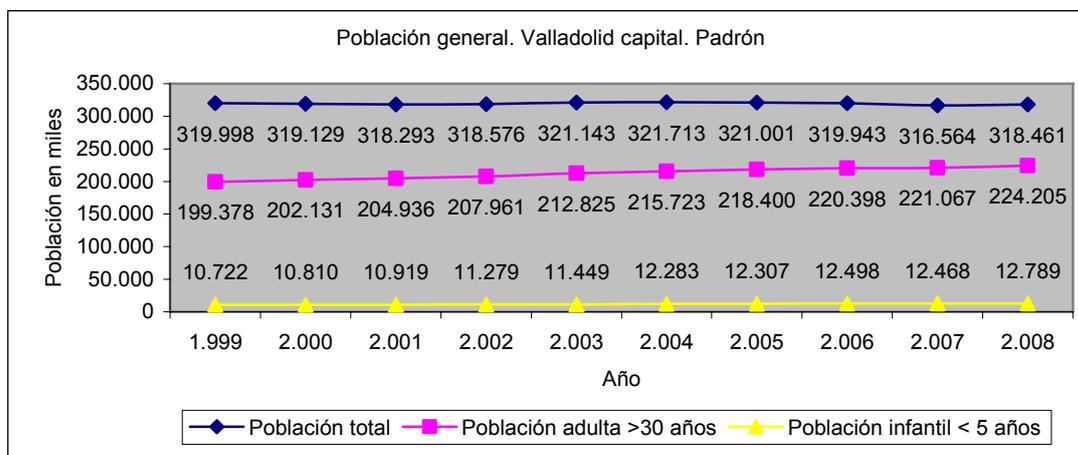


Gráfico 2

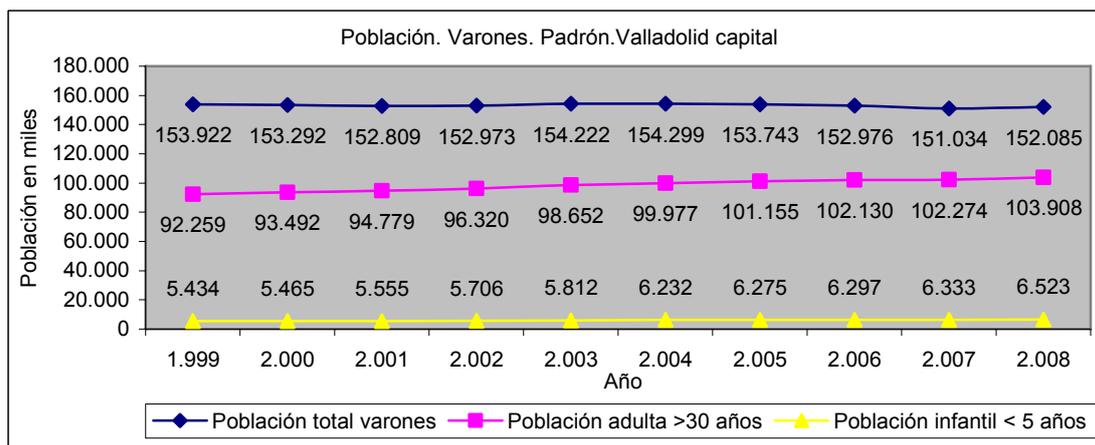
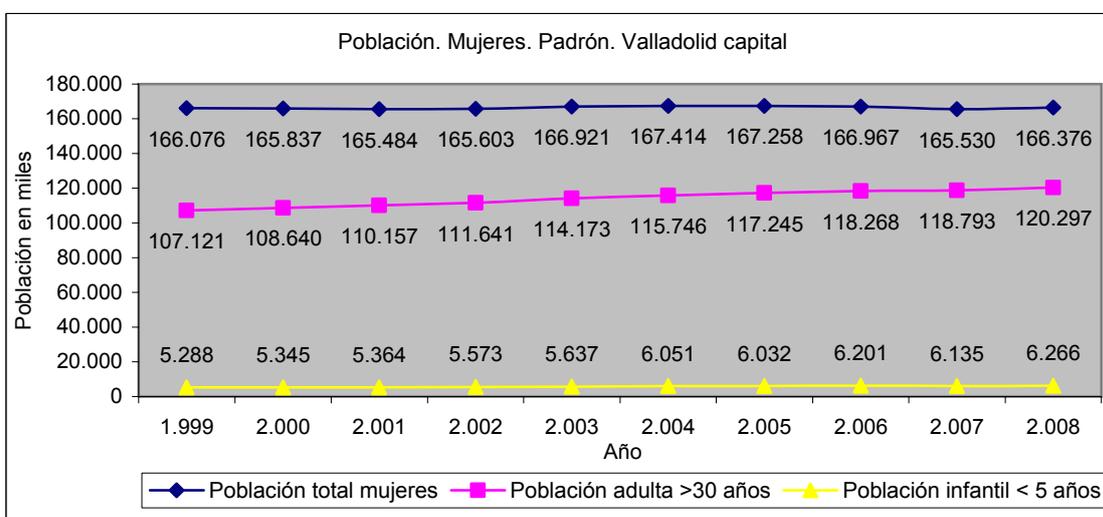


Gráfico 3



Concentración de contaminantes

Gráfico 4

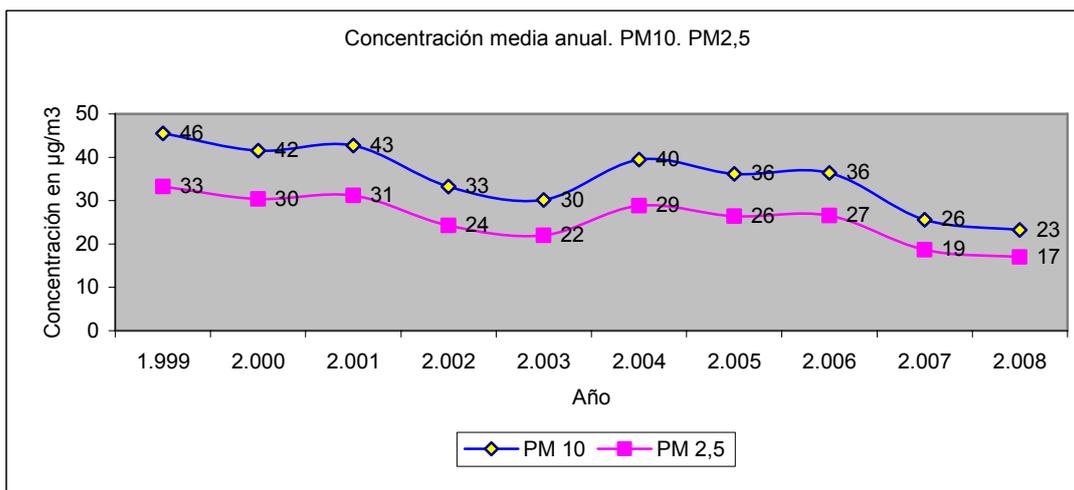
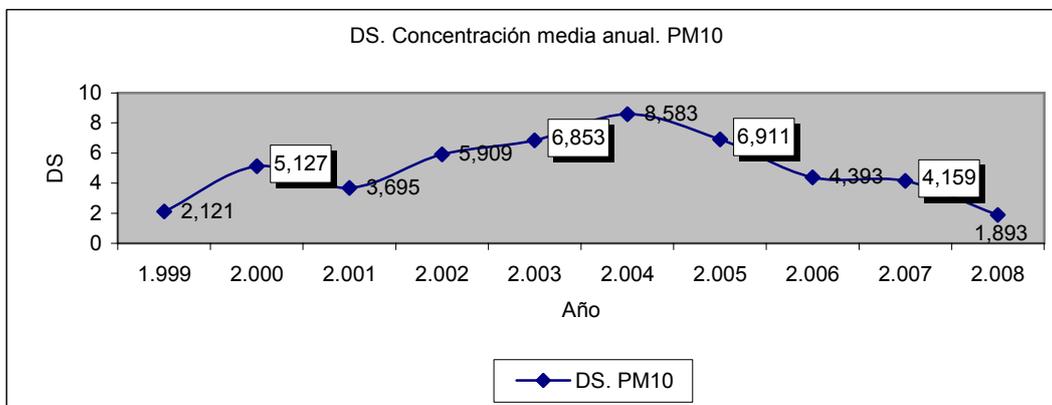


Gráfico 5



Las tablas anteriores presentan las concentraciones anuales medias de PM₁₀ (observadas) y PM_{2,5} (estimadas) y las desviaciones estándar (DS) de las concentraciones de PM₁₀, resaltándose aquellos años en que todas las estaciones proporcionaron un porcentaje de resultados válido para la PM.

Gráfico 6

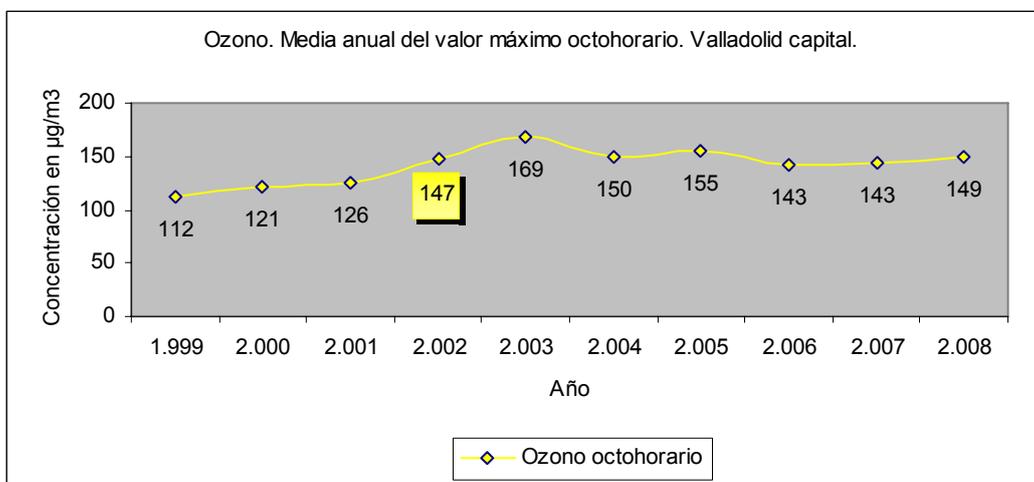
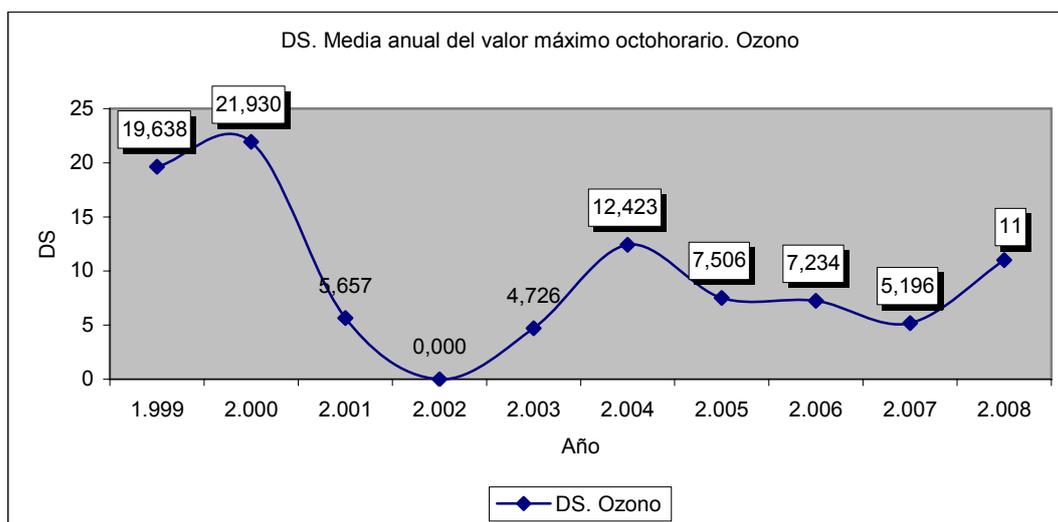


Gráfico 7



En el caso del O₃ se destacan también aquellos años en que todas las estaciones de la red que monitorizaban el ozono ofrecieron resultados válidos. En 2002 ninguna estación proporcionó el porcentaje de mediciones mínimo para poder considerar a los datos válidos por lo que se decidió introducir en el modelo la media aritmética de los años anterior y posterior. Igualmente, en el año 2002 el valor de la DS se ha considerado nulo.

Mortalidad

A continuación se muestran los gráficos con las cifras de mortalidad en las diferentes causas de muerte analizadas.

Gráfico 8

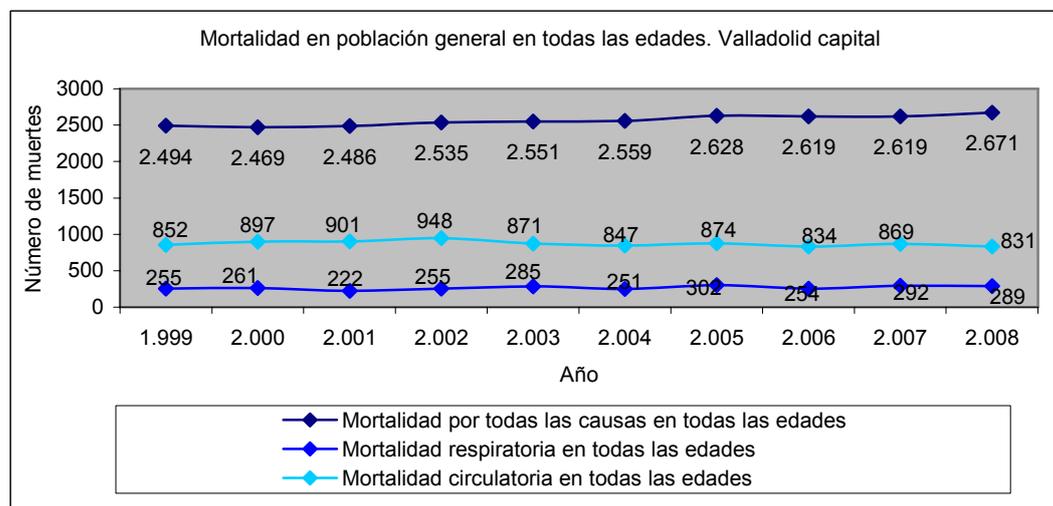


Gráfico 9

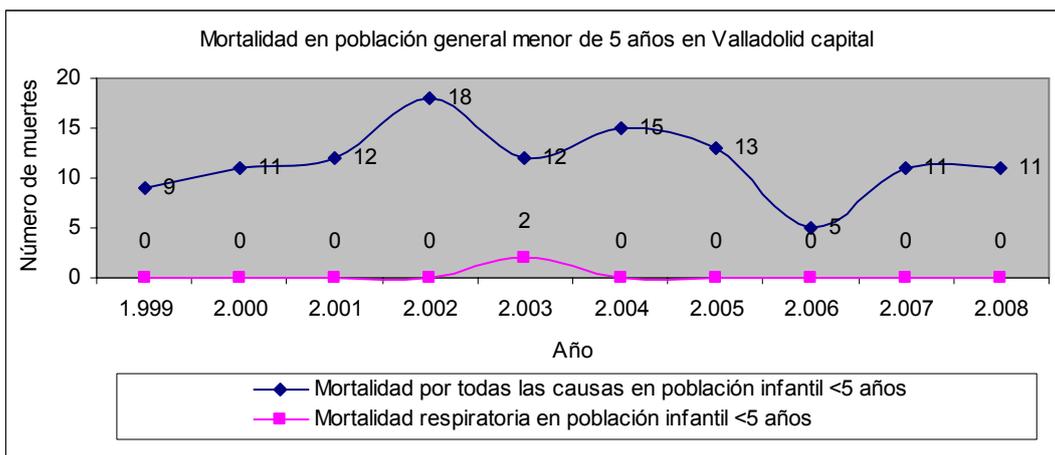


Gráfico 10

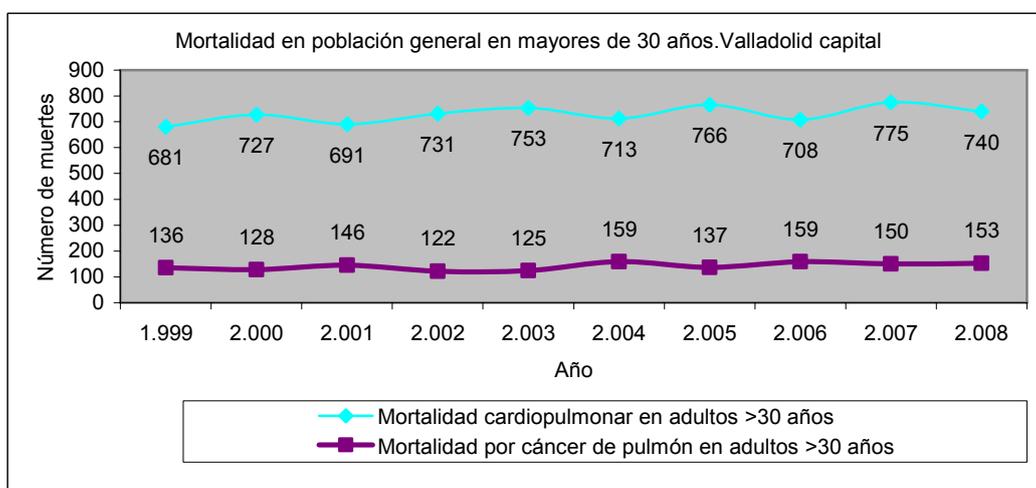


Gráfico 11

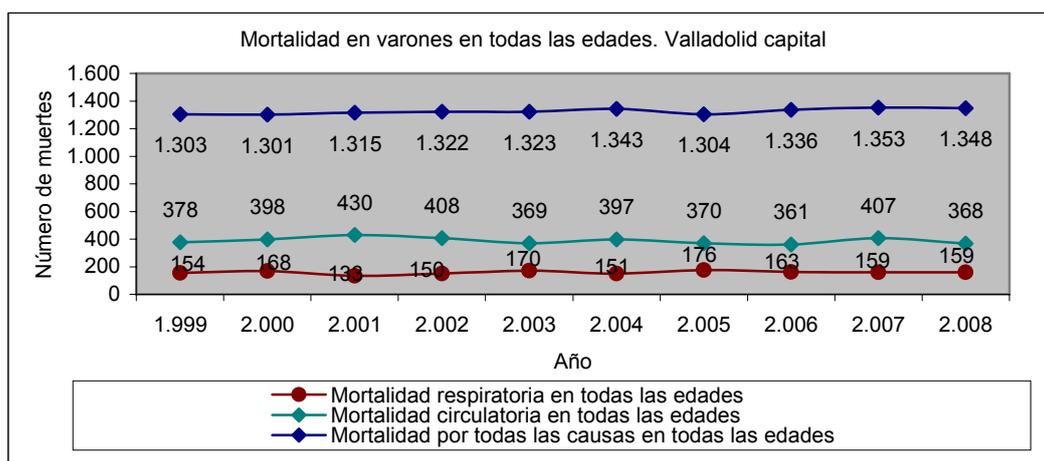


Gráfico 12

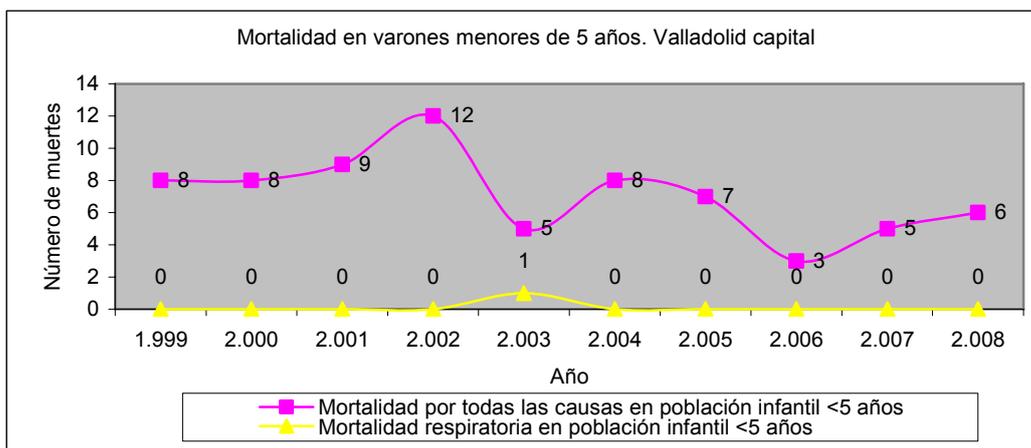


Gráfico 13

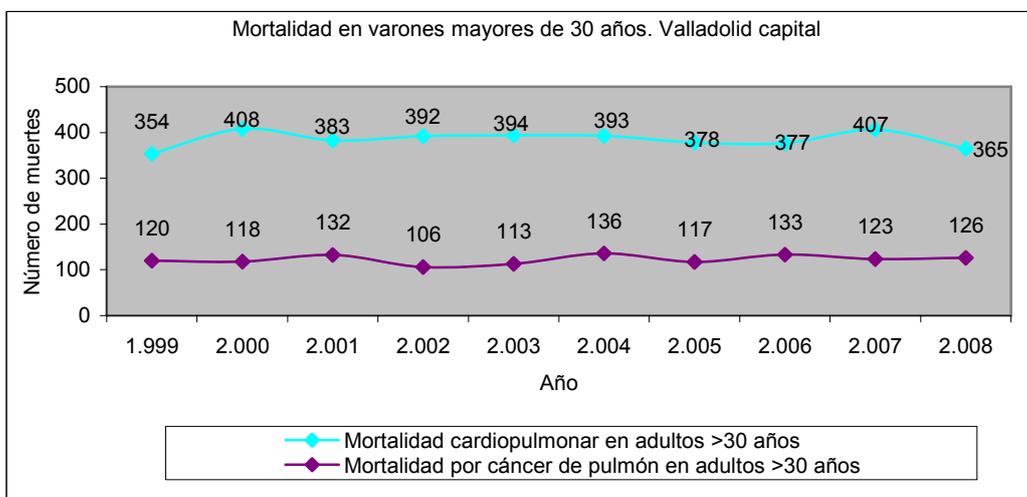


Gráfico 14

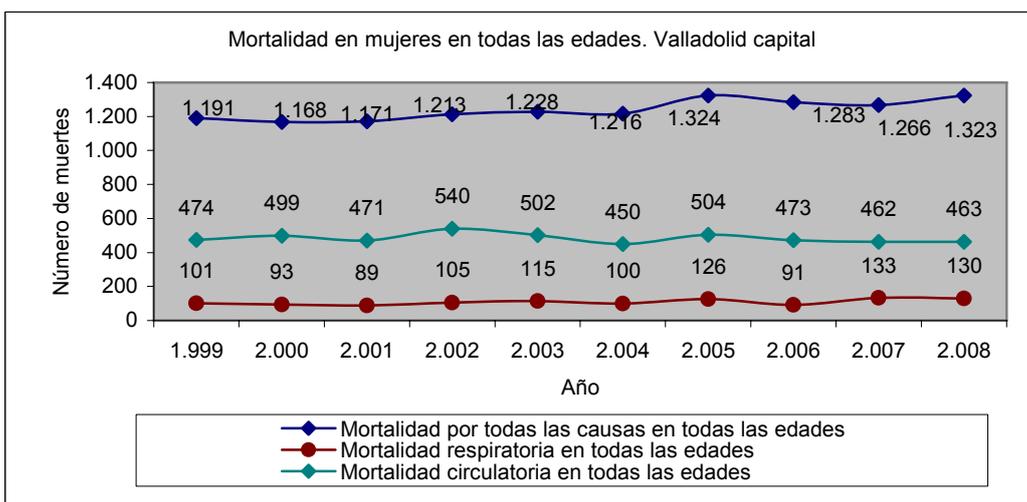


Gráfico 15

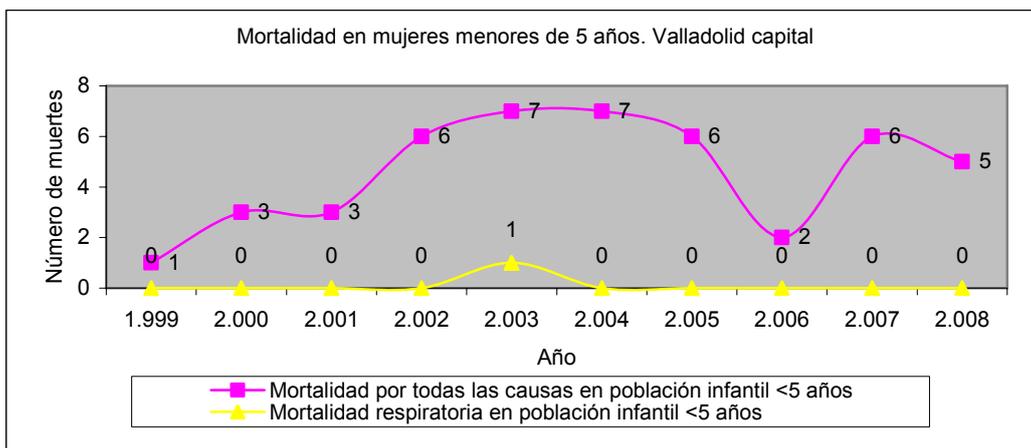
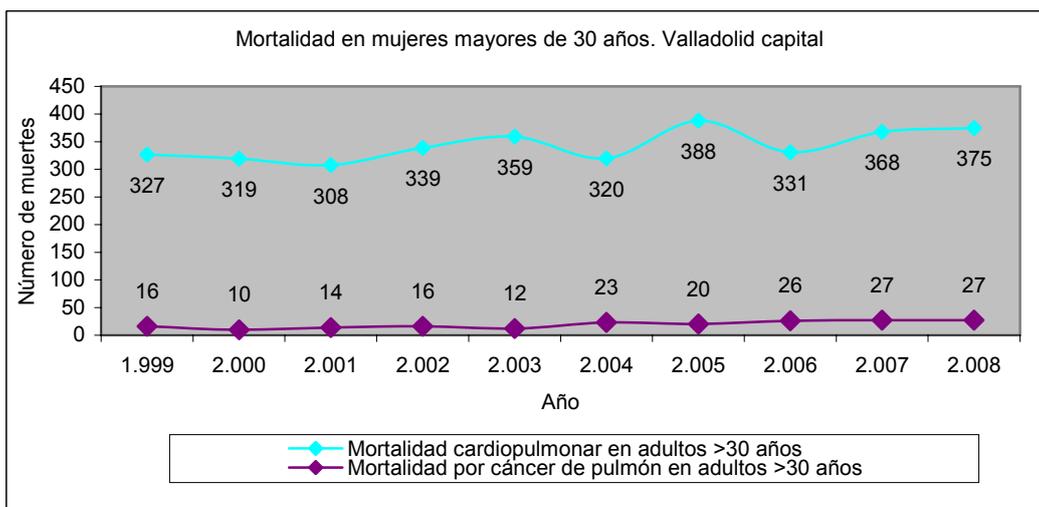


Gráfico 16



VIII.2. Anexo II

Acciones políticas para reducir la carga de enfermedad

Pensar que la exposición a concentraciones de contaminantes atmosféricos por debajo de los estándares establecidos en disposiciones legales o en recomendaciones científicas no supone ningún riesgo es un error, puesto que el cumplimiento de esos estándares no excluye de manera absoluta el desarrollo de efectos adversos para la salud pues la exposición a los contaminantes atmosféricos no se distribuye de forma equitativa entre la población, siendo más susceptibles unas personas que otras, dependiendo por ejemplo de la edad (niños y ancianos), la presencia de enfermedades cardíacas o pulmonares concurrentes o del nivel cultural y socioeconómico (relacionado por ejemplo con la cercanía de la vivienda a fuentes de emisión de contaminantes). Asimismo, el efecto cóctel o exposición combinada a diversos agentes contaminantes, y por diversas vías, puede provocar daños a la salud.

Cuantificar los riesgos para la salud asociados a la exposición a la contaminación atmosférica puede ser una ayuda importante para quienes diseñan políticas de salud en sus tareas de priorización y planificación, sumándose a otras consideraciones como el coste económico, la preocupación social y la aceptabilidad de las medidas que se decidieran tomar para disminuir las consecuencias de la contaminación atmosférica sobre la salud. Las estimaciones calculadas indicarán la magnitud del problema y proporcionarán la perspectiva necesaria para que el control de la contaminación atmosférica se pueda priorizar frente a otras intervenciones que también puedan mejorar la salud pública. Puesto que gran parte de quienes diseñan políticas no son conscientes de todos los efectos sobre la salud asociados con la exposición a la contaminación atmosférica, la cuantificación de estos efectos puede convertirse en una herramienta educativa bastante efectiva. Concienciar de los riesgos para la salud asociados con la contaminación atmosférica es un primer paso crucial para desarrollar estrategias de control efectivas. El cálculo de estos riesgos también indicará el esfuerzo necesario para cada ciudad o región así como para la propia estrategia ⁴.

Puesto que la PM proviene de gran variedad de fuentes, las estrategias de control apropiadas dependerán del área de estudio. Algunas partículas se generan directamente de fuentes como los automóviles, autobuses, y camiones. En otros casos, gases como el SO₂, el NO₂ y los COVs interaccionan con otros compuestos en suspensión en el aire para formar la PM. Las partículas “gruesas” son mayores de 2,5 µm y provienen generalmente de fuentes como automóviles circulando por vías sin pavimentar, manejo de materias primas y actividades industriales de trituración y pulverización como la fabricación de cemento. Las partículas “finas” tienen menos de 2,5 µm de diámetro y se producen en la quema de combustibles en vehículos a motor, plantas generadoras de electricidad e instalaciones industriales, chimeneas domésticas, hornos de leña,

incendios forestales y combustión de biomasa. Las partículas finas también se pueden formar en la atmósfera a partir de gases como el SO₂, NO₂ y los COVs⁴.

El control de la PM implica tanto estrategias institucionales de las administraciones locales, regionales o nacionales como el cambio de comportamientos individuales en la población afectada. Ejemplos de acciones del primer tipo pueden ser la instalación de instrumentos de control en los motores de los vehículos (como los catalizadores), fomentar la mejora de la tecnología empleada en la combustión especialmente en los motores diesel y en fuentes estacionarias como las plantas eléctricas, las calderas industriales y los sistemas domésticos de cocina y calefacción. Asimismo se pueden regular otras actividades como el uso de ciertos motores, la quema a cielo abierto de residuos y la quema incontrolada de bosques y campos de cultivo⁴.

En el caso del O₃ se deben adoptar medidas que reduzcan las emisiones de precursores de ozono, como los NO_x, COVs, CO y metano, considerando a su vez la complejidad del proceso que conlleva a la formación del O₃ troposférico. Igualmente, en este caso es imprescindible la aplicación de la legislación europea, incluyéndose no solo las Directivas apropiadas, sino también los Reglamentos Euro 5 y Euro 6 respecto a la homologación de vehículos a motor. Como ocurre con otros contaminantes atmosféricos, las medidas que reduzcan los precursores de ozono también disminuirán los niveles de otros contaminantes atmosféricos y de gases de efecto invernadero. Al mismo tiempo, menores concentraciones de ozono en la atmósfera reducirían el daño sobre la vegetación¹³.

El marco europeo facilita la aplicación de ambas medidas en nuestro país, pero son precisas políticas efectivas para conseguir un sistema integral e integrado por los diferentes sectores implicados: medio ambiente, salud pública, transporte, industria, etc. La medida más importante es la disminución de las emisiones de gases contaminantes. Esto comporta la puesta en marcha de estrategias en el sector transporte, urbanístico, industrial con el uso eficiente de la energía y la utilización progresiva de energías renovables. Asimismo es preciso fomentar la educación de la salud y a la promoción de hábitos saludables, entre los que se incluirían el uso eficiente y responsable de la energía y los consejos para aumentar la protección de los ciudadanos (por ejemplo en los días con altos niveles de O₃)¹⁷.

Las administraciones públicas también pueden promover el uso de fuentes de energía “limpia” y renovable, como las energías solar y eólica, y pueden fomentar el abandono de la utilización de combustibles “sucios” como por ejemplo el carbón. Respecto al transporte, las estrategias que han tenido éxito a largo plazo en el control de la contaminación atmosférica se han centrado en proporcionar alternativas a los coches y autobuses diesel, que incluyen el ferrocarril, los autobuses eléctricos o con otros combustibles alternativos y la promoción de las vías para

peatones y ciclistas. Asimismo, las estrategias urbanísticas que priman el diseño de una ciudad compacta alrededor del transporte público, el peatón y el ciclista pueden ayudar a reducir las distancias a recorrer y por tanto la necesidad de utilizar el automóvil. Además de reducir las emisiones de los vehículos, dichas estrategias pueden producir otros beneficios importantes para la salud en la prevención de accidentes de tráfico, la reducción del ruido, la creación de espacios deportivos y recreativos, etc. Las estrategias de control a largo plazo pueden asociarse a la planificación del transporte y de la ordenación del territorio. En última instancia, la población puede tomar la iniciativa en la reducción de la contaminación al elegir los medios de transporte públicos o los medios de transporte no motorizados, procurando aumentar la eficiencia energética y empleando electrodomésticos con tecnologías más limpias ⁴.

En el caso específico de la población infantil, las administraciones competentes deberían desarrollar una correcta ordenación territorial que ubique las escuelas, guarderías, zonas de juego, polideportivos, etc. alejados, en la medida de lo posible, de las carreteras o vías urbanas con alta intensidad de tráfico o de los núcleos industriales. Asimismo, es fundamental la educación de los niños para que ellos mismos minimicen sus exposiciones voluntarias, por ejemplo, evitando llevarse las manos a la boca o jugar en zona con tráfico ³⁷.

En nuestro país podemos decir que los datos y el conocimiento sobre la relación que existe entre los factores medioambientales y la salud son limitados y que la multiplicidad y disparidad de las competencias y responsabilidades en materia de medio ambiente y salud entre las diferentes administraciones públicas dificulta abordar los problemas de salud que originan los riesgos ambientales.

Es necesario integrar los sistemas de alerta en salud pública con los sistemas de monitorización y control de la calidad del aire atmosférico de forma que se tenga fácil acceso a la información meteorológica, ambiental, de salud y sociodemográfica. Esta iniciativa podría resultar muy útil a la hora de desarrollar y aplicar medidas de adaptación frente al cambio climático.

VIII.3. Anexo III

Tablas de resultados en población general

Año 1999

PM₁₀

Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en todas las edades: mortalidad por todas las causas (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 40 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 40 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 1

	β	$RR=\exp[\beta (X-X_0)]$	$FA= (RR-1)/RR$	MP
Estimación inferior	0,0006	1,003	0,003	8
Estimación central	0,0008	1,004	0,004	11
Estimación superior	0,0010	1,006	0,005	14

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 20 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 20 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 2

	β	$RR=\exp[\beta (X-X_0)]$	$FA= (RR-1)/RR$	MP
Estimación inferior	0,0006	1,015	0,015	38
Estimación central	0,0008	1,021	0,020	50
Estimación superior	0,0010	1,026	0,025	63

Mortalidad atribuible para una [PM₁₀] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 10 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 3

	β	$RR=\exp[\beta (X-X_0)]$	$FA= (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0006	1,022	0,021	53
Estimación central	0,0008	1,029	0,028	70
Estimación superior	0,0010	1,036	0,035	87

Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en niños menores de 5 años: mortalidad respiratoria y por todas las causas (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una $[PM_{10}]$ de referencia de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 4

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= $(RR-1)/RR$	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	1,002	0,002	0	0
Estimación central	0,00166	1,009	0,009	0	0
Estimación superior	0,0030	1,017	0,016	0	0

Mortalidad prevenible para una $[PM_{10}]$ de referencia de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 5

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= $(RR-1)/RR$	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	1,009	0,009	0	0
Estimación central	0,00166	1,043	0,041	0	0
Estimación superior	0,0030	1,080	0,074	0	1

Mortalidad atribuible para una $[PM_{10}]$ de referencia de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 6

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= $(RR-1)/RR$	MA Resp	MA Tc
Estimación inferior	0,00034	1,012	0,012	0	0
Estimación central	0,00166	1,061	0,057	0	1
Estimación superior	0,0030	1,112	0,101	0	1

PM_{2,5}

Mortalidad cardiopulmonar relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años

Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 25 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 25 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 7

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0562	1,016	0,015	10
Estimación central	0,1552	1,044	0,042	28
Estimación superior	0,2541	1,072	0,067	46

Relación lineal alternativa:

Tabla 8

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0032	1,027	0,026	18
Estimación central	0,0089	1,076	0,071	48
Estimación superior	0,0146	1,128	0,113	77

Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 10 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 9

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0562	1,066	0,062	42
Estimación central	0,1552	1,193	0,161	110
Estimación superior	0,2541	1,334	0,250	171

Relación lineal alternativa:

Tabla 10

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0032	1,078	0,072	49
Estimación central	0,0089	1,230	0,187	128
Estimación superior	0,0146	1,405	0,288	196

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 11

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0562	1,081	0,075	51
Estimación central	0,1552	1,241	0,194	132
Estimación superior	0,2541	1,425	0,298	203

Relación lineal alternativa:

Tabla 12

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0032	1,086	0,079	54
Estimación central	0,0089	1,258	0,205	140
Estimación superior	0,0146	1,457	0,314	214

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 13

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0562	1,103	0,093	63
Estimación central	0,1552	1,310	0,237	161
Estimación superior	0,2541	1,556	0,357	243

Relación lineal alternativa:

Tabla 14

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0032	1,095	0,087	59
Estimación central	0,0089	1,287	0,223	152
Estimación superior	0,0146	1,511	0,338	230

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 3 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 3 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 15

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0562	1,128	0,114	77
Estimación central	0,1552	1,395	0,283	193
Estimación superior	0,2541	1,725	0,420	286

Relación lineal alternativa:

Tabla 16

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0032	1,102	0,093	63
Estimación central	0,0089	1,310	0,236	161
Estimación superior	0,0146	1,556	0,357	243

Mortalidad por cáncer de pulmón relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años

Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 25 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 25 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 17

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0856	1,024	0,023	3
Estimación central	0,2322	1,066	0,062	8
Estimación superior	0,3787	1,110	0,099	13

Relación lineal alternativa:

Tabla 18

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0043	1,036	0,035	5
Estimación central	0,0127	1,110	0,099	13
Estimación superior	0,0210	1,188	0,159	22

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 19

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MP
Estimación inferior	0,0856	1,102	0,093	13
Estimación central	0,2322	1,301	0,232	32
Estimación superior	0,3787	1,537	0,349	48

Relación lineal alternativa:

Tabla 20

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MP
Estimación inferior	0,0043	1,105	0,095	13
Estimación central	0,0127	1,342	0,255	35
Estimación superior	0,0210	1,629	0,386	53

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 21

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0856	1,127	0,112	15
Estimación central	0,2322	1,382	0,276	38
Estimación superior	0,3787	1,695	0,410	56

Relación lineal alternativa:

Tabla 22

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0043	1,117	0,105	14
Estimación central	0,0127	1,385	0,278	38
Estimación superior	0,0210	1,717	0,418	57

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 5 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 5 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 23

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,161	0,138	19
Estimación central	0,2322	1,498	0,332	45
Estimación superior	0,3787	1,934	0,483	66

Relación lineal alternativa:

Tabla 24

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,130	0,115	16
Estimación central	0,0127	1,430	0,301	41
Estimación superior	0,0210	1,810	0,447	61

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 3 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 3 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 25

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,202	0,168	23
Estimación central	0,2322	1,646	0,392	53
Estimación superior	0,3787	2,254	0,556	76

Relación lineal alternativa:

Tabla 26

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,139	0,122	17
Estimación central	0,0127	1,466	0,318	43
Estimación superior	0,0210	1,887	0,470	64

O₃

Mortalidad relacionada con la exposición a corto plazo al ozono

Comparación con niveles de Ozono de 120, 100 y 70 µg/m³

Mortalidad por todas las causas (salvo causas externas) en todas las edades

Tabla 27

	RR asumido	β	RR para 120 µg/m ³	RR para 100 µg/m ³	RR para 70 µg/m ³
Estimación inferior	1	0	1	1	1
Estimación central	1,002	0,00019980	0,99830314	1,00230034	1,00832618
Estimación superior	1,003	0,00029955	0,99745706	1,00345078	1,01250895

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 28

	RR asumido	β	RR para 120 µg/m ³	RR para 100 µg/m ³	RR para 70 µg/m ³
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	1,00426975	0,99425216	0,97941282
Estimación central	0,999	-0,00010005	1,00085079	0,99885009	0,99585653
Estimación superior	1,004	0,00039920	0,99661253	1,00460138	1,01670488

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 29

	RR asumido	β	RR para 120 µg/m ³	RR para 100 µg/m ³	RR para 70 µg/m ³
Estimación inferior	1,003	0,00029955	0,99745706	1,00345078	1,01250895
Estimación central	1,004	0,00039920	0,99661253	1,00460138	1,01670488
Estimación superior	1,005	0,00049875	0,99576956	1,00575215	1,02091399

Comparación con un nivel de Ozono de 50 µg/m³

Mortalidad por todas las causas (salvo causas externas) en todas las edades

Tabla 30

	RR asumido	β	RR para 50 µg/m ³
Estimación inferior	1	0	1
Estimación central	1,002	0,00019980	1,01236352
Estimación superior	1,003	0,00029955	1,01859312

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 31

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	0,96964318
Estimación central	0,999	-0,00010005	0,99386581
Estimación superior	1,004	0,00039920	1,02485479

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 32

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1,003	0,00029955	1,01859312
Estimación central	1,004	0,00039920	1,02485479
Estimación superior	1,005	0,00049875	1,03114866

Mortalidad por todas las causas en todas las edades (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una $[\text{O}_3]$ de referencia de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 33

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	0,99830314	-0,00169975	-4
Estimación superior	0,00029955	0,99745706	-0,00254943	-6

Mortalidad prevenible para una $[\text{O}_3]$ de referencia de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 34

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,00230034	0,00229507	6
Estimación superior	0,00029955	1,00345078	0,00343891	9

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 35

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,00832618	0,00825743	21
Estimación superior	0,00029955	1,01250895	0,01235441	31

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 36

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,01236352	0,01221253	30
Estimación superior	0,00029955	1,01859312	0,01825373	46

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades**Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³**

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 37

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	1,00426975	0,00425160	1
Estimación central	-0,00010005	1,00085079	0,00085006	0
Estimación superior	0,00039920	0,99661253	-0,00339898	-1

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 38

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,99425216	-0,00578107	-1
Estimación central	-0,00010005	0,99885009	-0,00115124	0
Estimación superior	0,00039920	1,00460138	0,00458030	1

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 39

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,97941282	-0,02101992	-5
Estimación central	-0,00010005	0,99585653	-0,00416071	-1
Estimación superior	0,00039920	1,01670488	0,01643041	4

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 40

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	-0,00050125	0,96964318	-0,03130721	-8
Estimación central	-0,00010005	0,99386581	-0,00617205	-2
Estimación superior	0,00039920	1,02485479	0,02425201	6

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades**Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³**

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 41

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	0,99745706	-0,00254943	-2
Estimación central	0,00039920	0,99661253	-0,00339898	-3
Estimación superior	0,00049875	0,99576956	-0,00424841	-4

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 42

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,00345078	0,00343891	3
Estimación central	0,00039920	1,00460138	0,00458030	4
Estimación superior	0,00049875	1,00575215	0,00571926	5

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 43

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,01250895	0,01235441	11
Estimación central	0,00039920	1,01670488	0,01643041	14
Estimación superior	0,00049875	1,02091399	0,02048556	17

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de "fondo" de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 44

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,00029955	1,01859312	0,01825373	16
Estimación central	0,00039920	1,02485479	0,02425201	21
Estimación superior	0,00049875	1,03114866	0,03020773	26

Tablas de resultados en población masculina

Año 1999

PM₁₀

Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en todas las edades: mortalidad por todas las causas (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 40 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 40 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 1

	β	RR=exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0006	1,003	0,003	4
Estimación central	0,0008	1,004	0,004	6
Estimación superior	0,0010	1,006	0,005	7

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 20 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 20 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 2

	β	RR=exp[β (X-Xo)]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0006	1,015	0,015	20
Estimación central	0,0008	1,021	0,020	26
Estimación superior	0,0010	1,026	0,025	33

Mortalidad atribuible para una [PM₁₀] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 10 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 3

	β	RR=exp[β (X-Xo)]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0006	1,022	0,021	27
Estimación central	0,0008	1,029	0,028	36
Estimación superior	0,0010	1,036	0,035	45

Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en niños menores de 5 años: mortalidad respiratoria y por todas las causas (salvo causas externas)**Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 40 µg/m³**

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 40 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 4

	β	RR = exp[β (X-Xo)]	FA= (RR-1)/RR	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	1,002	0,002	0	0
Estimación central	0,00166	1,009	0,009	0	0
Estimación superior	0,0030	1,017	0,016	0	0

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 20 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 20 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 5

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	1,009	0,009	0	0
Estimación central	0,00166	1,043	0,041	0	0
Estimación superior	0,0030	1,080	0,074	0	1

Mortalidad atribuible para una [PM₁₀] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 10 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 6

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA Resp	MA Tc
Estimación inferior	0,00034	1,012	0,012	0	0
Estimación central	0,00166	1,061	0,057	0	0
Estimación superior	0,0030	1,112	0,101	0	1

PM_{2,5}

Mortalidad cardiopulmonar relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años

Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 25 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 25 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 7

	β	RR= [(X+1)/(X ₀ +1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0562	1,016	0,015	5
Estimación central	0,1552	1,044	0,042	15
Estimación superior	0,2541	1,072	0,067	24

Relación lineal alternativa:

Tabla 8

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0032	1,027	0,026	9
Estimación central	0,0089	1,076	0,071	25
Estimación superior	0,0146	1,128	0,113	40

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 9

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0562	1,066	0,062	22
Estimación central	0,1552	1,193	0,161	57
Estimación superior	0,2541	1,334	0,250	89

Relación lineal alternativa:

Tabla 10

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0032	1,078	0,072	25
Estimación central	0,0089	1,230	0,187	66
Estimación superior	0,0146	1,405	0,288	102

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 11

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0562	1,081	0,075	27
Estimación central	0,1552	1,241	0,194	69
Estimación superior	0,2541	1,425	0,298	106

Relación lineal alternativa:

Tabla 12

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0032	1,086	0,079	28
Estimación central	0,0089	1,258	0,205	73
Estimación superior	0,0146	1,457	0,314	111

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 13

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0562	1,103	0,093	33
Estimación central	0,1552	1,310	0,237	84
Estimación superior	0,2541	1,556	0,357	127

Relación lineal alternativa:

Tabla 14

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0032	1,095	0,087	31
Estimación central	0,0089	1,287	0,223	79
Estimación superior	0,0146	1,511	0,338	120

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 15

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0562	1,128	0,114	40
Estimación central	0,1552	1,395	0,283	100
Estimación superior	0,2541	1,725	0,420	149

Relación lineal alternativa:

Tabla 16

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0032	1,102	0,093	33
Estimación central	0,0089	1,310	0,236	84
Estimación superior	0,0146	1,556	0,357	127

Mortalidad por cáncer de pulmón relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 17

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0856	1,024	0,023	3
Estimación central	0,2322	1,066	0,062	7
Estimación superior	0,3787	1,110	0,099	12

Relación lineal alternativa:

Tabla 18

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0043	1,036	0,035	4
Estimación central	0,0127	1,110	0,099	12
Estimación superior	0,0210	1,188	0,159	19

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 19

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0856	1,102	0,093	11
Estimación central	0,2322	1,301	0,232	28
Estimación superior	0,3787	1,537	0,349	42

Relación lineal alternativa:

Tabla 20

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0043	1,105	0,095	11
Estimación central	0,0127	1,342	0,255	31
Estimación superior	0,0210	1,629	0,386	46

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 21

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,127	0,112	13
Estimación central	0,2322	1,382	0,276	33
Estimación superior	0,3787	1,695	0,410	49

Relación lineal alternativa:

Tabla 22

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,117	0,105	13
Estimación central	0,0127	1,385	0,278	33
Estimación superior	0,0210	1,717	0,418	50

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 23

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,161	0,138	17
Estimación central	0,2322	1,498	0,332	40
Estimación superior	0,3787	1,934	0,483	58

Relación lineal alternativa:

Tabla 24

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,130	0,115	14
Estimación central	0,0127	1,430	0,301	36
Estimación superior	0,0210	1,810	0,447	54

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de "fondo" de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 25

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,202	0,168	20
Estimación central	0,2322	1,646	0,392	47
Estimación superior	0,3787	2,254	0,556	67

Relación lineal alternativa:

Tabla 26

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,139	0,122	15
Estimación central	0,0127	1,466	0,318	38
Estimación superior	0,0210	1,887	0,470	56

O₃

Mortalidad relacionada con la exposición a corto plazo al ozono

Comparación con niveles de Ozono de 120, 100 y $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Mortalidad por todas las causas (salvo causas externas) en todas las edades

Tabla 27

	RR asumido	β	RR para $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1	0	1	1	1
Estimación central	1,002	0,00019980	0,99830314	1,00230034	1,00832618
Estimación superior	1,003	0,00029955	0,99745706	1,00345078	1,01250895

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 28

	RR asumido	β	RR para 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	1,00426975	0,99425216	0,97941282
Estimación central	0,999	-0,00010005	1,00085079	0,99885009	0,99585653
Estimación superior	1,004	0,00039920	0,99661253	1,00460138	1,01670488

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 29

	RR asumido	β	RR para 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1,003	0,00029955	0,99745706	1,00345078	1,01250895
Estimación central	1,004	0,00039920	0,99661253	1,00460138	1,01670488
Estimación superior	1,005	0,00049875	0,99576956	1,00575215	1,02091399

Comparación con un nivel de Ozono de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mortalidad por todas las causas (salvo causas externas) en todas las edades

Tabla 30

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1	0	1
Estimación central	1,002	0,00019980	1,01236352
Estimación superior	1,003	0,00029955	1,01859312

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 31

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	0,96964318
Estimación central	0,999	-0,00010005	0,99386581
Estimación superior	1,004	0,00039920	1,02485479

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 32

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1,003	0,00029955	1,01859312
Estimación central	1,004	0,00039920	1,02485479
Estimación superior	1,005	0,00049875	1,03114866

Mortalidad por todas las causas en todas las edades (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una $[\text{O}_3]$ de referencia de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 33

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	0,99830314	-0,00169975	-2
Estimación superior	0,00029955	0,99745706	-0,00254943	-3

Mortalidad prevenible para una $[\text{O}_3]$ de referencia de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 34

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,00230034	0,00229507	3
Estimación superior	0,00029955	1,00345078	0,00343891	4

Mortalidad prevenible para una $[\text{O}_3]$ de referencia de 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 35

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,00832618	0,00825743	11
Estimación superior	0,00029955	1,01250895	0,01235441	16

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 36

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,01236352	0,01221253	16
Estimación superior	0,00029955	1,01859312	0,01825373	24

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades**Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³**

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 37

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	1,00426975	0,00425160	1
Estimación central	-0,00010005	1,00085079	0,00085006	0
Estimación superior	0,00039920	0,99661253	-0,00339898	-1

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 38

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,99425216	-0,00578107	-1
Estimación central	-0,00010005	0,99885009	-0,00115124	0
Estimación superior	0,00039920	1,00460138	0,00458030	1

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 39

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,97941282	-0,02101992	-3
Estimación central	-0,00010005	0,99585653	-0,00416071	-1
Estimación superior	0,00039920	1,01670488	0,01643041	3

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 40

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	-0,00050125	0,96964318	-0,03130721	-5
Estimación central	-0,00010005	0,99386581	-0,00617205	-1
Estimación superior	0,00039920	1,02485479	0,02425201	4

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 41

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	0,99745706	-0,00254943	-1
Estimación central	0,00039920	0,99661253	-0,00339898	-1
Estimación superior	0,00049875	0,99576956	-0,00424841	-2

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 42

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,00345078	0,00343891	1
Estimación central	0,00039920	1,00460138	0,00458030	2
Estimación superior	0,00049875	1,00575215	0,00571926	2

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 43

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,01250895	0,01235441	5
Estimación central	0,00039920	1,01670488	0,01643041	6
Estimación superior	0,00049875	1,02091399	0,02048556	8

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 44

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,00029955	1,01859312	0,01825373	7
Estimación central	0,00039920	1,02485479	0,02425201	9
Estimación superior	0,00049875	1,03114866	0,03020773	11

Tablas de resultados en población femenina

Año 1999

PM₁₀

Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en todas las edades: mortalidad por todas las causas (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 40 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 40 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 1

	β	RR=exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0006	1,003	0,003	4
Estimación central	0,0008	1,004	0,004	5
Estimación superior	0,0010	1,006	0,005	7

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 20 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 20 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 2

	β	RR=exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0006	1,015	0,015	18
Estimación central	0,0008	1,021	0,020	24
Estimación superior	0,0010	1,026	0,025	30

Mortalidad atribuible para una [PM₁₀] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 10 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 3

	β	RR=exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0006	1,022	0,021	25
Estimación central	0,0008	1,029	0,028	33
Estimación superior	0,0010	1,036	0,035	42

**Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en niños menores de 5 años:
mortalidad respiratoria y por todas las causas (salvo causas externas)**

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 40 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 40 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 4

	β	RR = exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	1,002	0,002	0	0
Estimación central	0,00166	1,009	0,009	0	0
Estimación superior	0,0030	1,017	0,016	0	0

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 20 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 20 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 5

	β	RR = exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	1,009	0,009	0	0
Estimación central	0,00166	1,043	0,041	0	0
Estimación superior	0,0030	1,080	0,074	0	0

Mortalidad atribuible para una [PM₁₀] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 10 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 6

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA Resp	MA Tc
Estimación inferior	0,00034	1,012	0,012	0	0
Estimación central	0,00166	1,061	0,057	0	0
Estimación superior	0,0030	1,112	0,101	0	0

PM_{2,5}

Mortalidad cardiopulmonar relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años

Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 25 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 25 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 7

	β	RR= [(X+1)/(X ₀ +1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0562	1,016	0,015	5
Estimación central	0,1552	1,044	0,042	14
Estimación superior	0,2541	1,072	0,067	22

Relación lineal alternativa:

Tabla 8

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0032	1,027	0,026	9
Estimación central	0,0089	1,076	0,071	23
Estimación superior	0,0146	1,128	0,113	37

Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 10 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 9

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0562	1,066	0,062	20
Estimación central	0,1552	1,193	0,161	53
Estimación superior	0,2541	1,334	0,250	82

Relación lineal alternativa:

Tabla 10

	β	RR = exp[β (X-Xo)]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0032	1,078	0,072	24
Estimación central	0,0089	1,230	0,187	61
Estimación superior	0,0146	1,405	0,288	94

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 7,5 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 7,5 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 11

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0562	1,081	0,075	25
Estimación central	0,1552	1,241	0,194	64
Estimación superior	0,2541	1,425	0,298	97

Relación lineal alternativa:

Tabla 12

	β	RR = exp[β (X-Xo)]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0032	1,086	0,079	26
Estimación central	0,0089	1,258	0,205	67
Estimación superior	0,0146	1,457	0,314	103

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 13

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0562	1,103	0,093	30
Estimación central	0,1552	1,310	0,237	77
Estimación superior	0,2541	1,556	0,357	117

Relación lineal alternativa:

Tabla 14

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0032	1,095	0,087	28
Estimación central	0,0089	1,287	0,223	73
Estimación superior	0,0146	1,511	0,338	111

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 15

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0562	1,128	0,114	37
Estimación central	0,1552	1,395	0,283	93
Estimación superior	0,2541	1,725	0,420	137

Relación lineal alternativa:

Tabla 16

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0032	1,102	0,093	30
Estimación central	0,0089	1,310	0,236	77
Estimación superior	0,0146	1,556	0,357	117

Mortalidad por cáncer de pulmón relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 17

	β	RR= [[X+1]/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0856	1,024	0,023	0
Estimación central	0,2322	1,066	0,062	1
Estimación superior	0,3787	1,110	0,099	2

Relación lineal alternativa:

Tabla 18

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0043	1,036	0,035	1
Estimación central	0,0127	1,110	0,099	2
Estimación superior	0,0210	1,188	0,159	3

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 19

	β	RR= [[X+1]/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0856	1,102	0,093	1
Estimación central	0,2322	1,301	0,232	4
Estimación superior	0,3787	1,537	0,349	6

Relación lineal alternativa:

Tabla 20

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0043	1,105	0,095	2
Estimación central	0,0127	1,342	0,255	4
Estimación superior	0,0210	1,629	0,386	6

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 21

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0856	1,127	0,112	2
Estimación central	0,2322	1,382	0,276	4
Estimación superior	0,3787	1,695	0,410	7

Relación lineal alternativa:

Tabla 22

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0043	1,117	0,105	2
Estimación central	0,0127	1,385	0,278	4
Estimación superior	0,0210	1,717	0,418	7

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 23

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0856	1,161	0,138	2
Estimación central	0,2322	1,498	0,332	5
Estimación superior	0,3787	1,934	0,483	8

Relación lineal alternativa:

Tabla 24

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0043	1,130	0,115	2
Estimación central	0,0127	1,430	0,301	5
Estimación superior	0,0210	1,810	0,447	7

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 25

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0856	1,202	0,168	3
Estimación central	0,2322	1,646	0,392	6
Estimación superior	0,3787	2,254	0,556	9

Relación lineal alternativa:

Tabla 26

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0043	1,139	0,122	2
Estimación central	0,0127	1,466	0,318	5
Estimación superior	0,0210	1,887	0,470	8

O_3

Mortalidad relacionada con la exposición a corto plazo al ozono

Comparación con niveles de Ozono de 120, 100 y $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Mortalidad por todas las causas (salvo causas externas) en todas las edades

Tabla 27

	RR asumido	β	RR para $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1	0	1	1	1
Estimación central	1,002	0,00019980	0,99830314	1,00230034	1,00832618
Estimación superior	1,003	0,00029955	0,99745706	1,00345078	1,01250895

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 28

	RR asumido	β	RR para $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	1,00426975	0,99425216	0,97941282
Estimación central	0,999	-0,00010005	1,00085079	0,99885009	0,99585653
Estimación superior	1,004	0,00039920	0,99661253	1,00460138	1,01670488

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 29

	RR asumido	β	RR para 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1,003	0,00029955	0,99745706	1,00345078	1,01250895
Estimación central	1,004	0,00039920	0,99661253	1,00460138	1,01670488
Estimación superior	1,005	0,00049875	0,99576956	1,00575215	1,02091399

Comparación con un nivel de Ozono de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mortalidad por todas las causas (salvo causas externas) en todas las edades

Tabla 30

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1	0	1
Estimación central	1,002	0,00019980	1,01236352
Estimación superior	1,003	0,00029955	1,01859312

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 31

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	0,96964318
Estimación central	0,999	-0,00010005	0,99386581
Estimación superior	1,004	0,00039920	1,02485479

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 32

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1,003	0,00029955	1,01859312
Estimación central	1,004	0,00039920	1,02485479
Estimación superior	1,005	0,00049875	1,03114866

Mortalidad por todas las causas en todas las edades (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 33

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	0,99830314	-0,00169975	-2
Estimación superior	0,00029955	0,99745706	-0,00254943	-3

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 34

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,00230034	0,00229507	3
Estimación superior	0,00029955	1,00345078	0,00343891	4

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 35

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,00832618	0,00825743	10
Estimación superior	0,00029955	1,01250895	0,01235441	15

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 36

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,01236352	0,01221253	15
Estimación superior	0,00029955	1,01859312	0,01825373	22

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 37

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	1,00426975	0,00425160	0
Estimación central	-0,00010005	1,00085079	0,00085006	0
Estimación superior	0,00039920	0,99661253	-0,00339898	0

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 38

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,99425216	-0,00578107	-1
Estimación central	-0,00010005	0,99885009	-0,00115124	0
Estimación superior	0,00039920	1,00460138	0,00458030	0

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 39

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,97941282	-0,02101992	-2
Estimación central	-0,00010005	0,99585653	-0,00416071	0
Estimación superior	0,00039920	1,01670488	0,01643041	2

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de "fondo" de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 40

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	-0,00050125	0,96964318	-0,03130721	-3
Estimación central	-0,00010005	0,99386581	-0,00617205	-1
Estimación superior	0,00039920	1,02485479	0,02425201	2

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 41

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	0,99745706	-0,00254943	-1
Estimación central	0,00039920	0,99661253	-0,00339898	-2
Estimación superior	0,00049875	0,99576956	-0,00424841	-2

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 42

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,00345078	0,00343891	2
Estimación central	0,00039920	1,00460138	0,00458030	2
Estimación superior	0,00049875	1,00575215	0,00571926	3

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 43

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,01250895	0,01235441	6
Estimación central	0,00039920	1,01670488	0,01643041	8
Estimación superior	0,00049875	1,02091399	0,02048556	10

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 44

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,00029955	1,01859312	0,01825373	9
Estimación central	0,00039920	1,02485479	0,02425201	11
Estimación superior	0,00049875	1,03114866	0,03020773	14

Tablas de resultados en población general

Año 2000

PM₁₀

Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en todas las edades: mortalidad por todas las causas (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 40 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 40 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 1

	β	RR=exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0006	1,001	0,001	2
Estimación central	0,0008	1,001	0,001	3
Estimación superior	0,0010	1,002	0,002	4

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 20 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 20 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 2

	β	RR=exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0006	1,013	0,013	32
Estimación central	0,0008	1,017	0,017	42
Estimación superior	0,0010	1,022	0,021	53

Mortalidad atribuible para una [PM₁₀] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 10 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 3

	β	RR=exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0006	1,019	0,019	46
Estimación central	0,0008	1,026	0,025	62
Estimación superior	0,0010	1,032	0,031	77

Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en niños menores de 5 años: mortalidad respiratoria y por todas las causas (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una $[PM_{10}]$ de referencia de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 4

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	1,001	0,001	0	0
Estimación central	0,00166	1,003	0,003	0	0
Estimación superior	0,0030	1,005	0,005	0	0

Mortalidad prevenible para una $[PM_{10}]$ de referencia de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 5

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	1,007	0,007	0	0
Estimación central	0,00166	1,036	0,035	0	0
Estimación superior	0,0030	1,067	0,063	0	1

Mortalidad atribuible para una $[PM_{10}]$ de referencia de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 6

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA Resp	MA Tc
Estimación inferior	0,00034	1,011	0,011	0	0
Estimación central	0,00166	1,054	0,051	0	1
Estimación superior	0,0030	1,099	0,090	0	1

PM_{2,5}

Mortalidad cardiopulmonar relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años

Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 25 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 25 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 7

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0562	1,011	0,010	8
Estimación central	0,1552	1,029	0,029	21
Estimación superior	0,2541	1,049	0,046	34

Relación lineal alternativa:

Tabla 8

	β	RR = exp[β (X-Xo)]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0032	1,017	0,017	12
Estimación central	0,0089	1,049	0,047	34
Estimación superior	0,0146	1,081	0,075	55

Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 10 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 9

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0562	1,061	0,057	42
Estimación central	0,1552	1,176	0,150	109
Estimación superior	0,2541	1,305	0,234	170

Relación lineal alternativa:

Tabla 10

	β	RR = exp[β (X-Xo)]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0032	1,068	0,063	46
Estimación central	0,0089	1,199	0,166	121
Estimación superior	0,0146	1,347	0,258	187

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 7,5 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 7,5 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 11

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0562	1,076	0,071	51
Estimación central	0,1552	1,224	0,183	133
Estimación superior	0,2541	1,393	0,282	205

Relación lineal alternativa:

Tabla 12

	β	RR = exp[β (X-Xo)]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0032	1,076	0,071	52
Estimación central	0,0089	1,226	0,185	134
Estimación superior	0,0146	1,397	0,284	207

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 5 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 5 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 13

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0562	1,097	0,089	65
Estimación central	0,1552	1,292	0,226	164
Estimación superior	0,2541	1,522	0,343	249

Relación lineal alternativa:

Tabla 14

	β	RR = exp[β (X-Xo)]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0032	1,085	0,078	57
Estimación central	0,0089	1,254	0,203	147
Estimación superior	0,0146	1,449	0,310	225

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 3 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 3 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 15

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0562	1,123	0,109	79
Estimación central	0,1552	1,376	0,273	199
Estimación superior	0,2541	1,687	0,407	296

Relación lineal alternativa:

Tabla 16

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0032	1,092	0,084	61
Estimación central	0,0089	1,277	0,217	158
Estimación superior	0,0146	1,492	0,330	240

Mortalidad por cáncer de pulmón relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años

Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 25 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 25 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 17

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0856	1,016	0,016	2
Estimación central	0,2322	1,044	0,042	5
Estimación superior	0,3787	1,073	0,068	9

Relación lineal alternativa:

Tabla 18

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0043	1,023	0,023	3
Estimación central	0,0127	1,070	0,066	8
Estimación superior	0,0210	1,119	0,106	14

Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 10 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 19

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0856	1,094	0,086	11
Estimación central	0,2322	1,275	0,216	28
Estimación superior	0,3787	1,487	0,327	42

Relación lineal alternativa:

Tabla 20

	β	RR = exp[β (X-Xo)]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0043	1,092	0,084	11
Estimación central	0,0127	1,294	0,227	29
Estimación superior	0,0210	1,534	0,348	45

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 7,5 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 7,5 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 21

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,118	0,106	14
Estimación central	0,2322	1,354	0,261	33
Estimación superior	0,3787	1,639	0,390	50

Relación lineal alternativa:

Tabla 22

	β	RR = exp[β (X-Xo)]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,104	0,094	12
Estimación central	0,0127	1,336	0,251	32
Estimación superior	0,0210	1,616	0,381	49

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 23

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0856	1,152	0,132	17
Estimación central	0,2322	1,468	0,319	41
Estimación superior	0,3787	1,870	0,465	60

Relación lineal alternativa:

Tabla 24

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0043	1,116	0,104	13
Estimación central	0,0127	1,379	0,275	35
Estimación superior	0,0210	1,704	0,413	53

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 25

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0856	1,193	0,162	21
Estimación central	0,2322	1,613	0,380	49
Estimación superior	0,3787	2,181	0,541	69

Relación lineal alternativa:

Tabla 26

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0043	1,125	0,111	14
Estimación central	0,0127	1,414	0,293	37
Estimación superior	0,0210	1,777	0,437	56

O₃

Mortalidad relacionada con la exposición a corto plazo al ozono

Comparación con niveles de Ozono de 120, 100 y 70 µg/m³

Mortalidad por todas las causas (salvo causas externas) en todas las edades

Tabla 27

	RR asumido	β	RR para 120 µg/m ³	RR para 100 µg/m ³	RR para 70 µg/m ³
Estimación inferior	1	0	1	1	1
Estimación central	1,002	0,00019980	1,00024978	1,00425478	1,01029237
Estimación superior	1,003	0,00029955	1,00037451	1,00638576	1,01547043

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 28

	RR asumido	β	RR para 120 µg/m ³	RR para 100 µg/m ³	RR para 70 µg/m ³
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	0,99937363	0,98940488	0,97463789
Estimación central	0,999	-0,00010005	0,99987495	0,99787620	0,99488556
Estimación superior	1,004	0,00039920	1,00049913	1,00851913	1,02066983

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 29

	RR asumido	β	RR para 120 µg/m ³	RR para 100 µg/m ³	RR para 70 µg/m ³
Estimación inferior	1,003	0,00029955	1,00037451	1,00638576	1,01547043
Estimación central	1,004	0,00039920	1,00049913	1,00851913	1,02066983
Estimación superior	1,005	0,00049875	1,00062364	1,01065489	1,02589064

Comparación con un nivel de Ozono de 50 µg/m³

Mortalidad por todas las causas (salvo causas externas) en todas las edades

Tabla 30

	RR asumido	β	RR para 50 µg/m ³
Estimación inferior	1	0	1
Estimación central	1,002	0,00019980	1,01433758
Estimación superior	1,003	0,00029955	1,02157239

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 31

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	0,96491587
Estimación central	0,999	-0,00010005	0,99289678
Estimación superior	1,004	0,00039920	1,02885152

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 32

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1,003	0,00029955	1,02157239
Estimación central	1,004	0,00039920	1,02885152
Estimación superior	1,005	0,00049875	1,03617519

Mortalidad por todas las causas en todas las edades (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una $[\text{O}_3]$ de referencia de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 33

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,00024978	0,00024972	1
Estimación superior	0,00029955	1,00037451	0,00037437	1

Mortalidad prevenible para una $[\text{O}_3]$ de referencia de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 34

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,00425478	0,00423676	10
Estimación superior	0,00029955	1,00638576	0,00634524	16

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 35

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,01029237	0,01018752	25
Estimación superior	0,00029955	1,01547043	0,01523474	38

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 36

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,01433758	0,01413492	35
Estimación superior	0,00029955	1,02157239	0,02111685	52

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades**Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³**

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 37

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,99937363	-0,00062676	0
Estimación central	-0,00010005	0,99987495	-0,00012507	0
Estimación superior	0,00039920	1,00049913	0,00049888	0

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 38

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,98940488	-0,01070858	-3
Estimación central	-0,00010005	0,99787620	-0,00212832	-1
Estimación superior	0,00039920	1,00851913	0,00844717	2

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 39

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,97463789	-0,02602209	-7
Estimación central	-0,00010005	0,99488556	-0,00514073	-1
Estimación superior	0,00039920	1,02066983	0,02025124	5

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 40

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	-0,00050125	0,96491587	-0,03635978	-9
Estimación central	-0,00010005	0,99289678	-0,00715403	-2
Estimación superior	0,00039920	1,02885152	0,02804245	7

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 41

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,00037451	0,00037437	0
Estimación central	0,00039920	1,00049913	0,00049888	0
Estimación superior	0,00049875	1,00062364	0,00062325	1

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 42

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,00638576	0,00634524	6
Estimación central	0,00039920	1,00851913	0,00844717	8
Estimación superior	0,00049875	1,01065489	0,01054256	9

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 43

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,01547043	0,01523474	14
Estimación central	0,00039920	1,02066983	0,02025124	18
Estimación superior	0,00049875	1,02589064	0,02523723	23

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de "fondo" de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 44

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,00029955	1,02157239	0,02111685	19
Estimación central	0,00039920	1,02885152	0,02804245	25
Estimación superior	0,00049875	1,03617519	0,03491223	31

Tablas de resultados en población masculina

Año 2000

PM₁₀

Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en todas las edades: mortalidad por todas las causas (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 40 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 40 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 1

	β	RR=exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0006	1,001	0,001	1
Estimación central	0,0008	1,001	0,001	2
Estimación superior	0,0010	1,002	0,002	2

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 20 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 20 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 2

	β	RR=exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0006	1,013	0,013	17
Estimación central	0,0008	1,017	0,017	22
Estimación superior	0,0010	1,022	0,021	28

Mortalidad atribuible para una [PM₁₀] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 10 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 3

	β	RR=exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0006	1,019	0,019	24
Estimación central	0,0008	1,026	0,025	32
Estimación superior	0,0010	1,032	0,031	40

Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en niños menores de 5 años: mortalidad respiratoria y por todas las causas (salvo causas externas)**Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 40 µg/m³**

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 40 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 4

	β	RR = exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	1,001	0,001	0	0
Estimación central	0,00166	1,003	0,003	0	0
Estimación superior	0,0030	1,005	0,005	0	0

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 20 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 20 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 5

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	1,007	0,007	0	0
Estimación central	0,00166	1,036	0,035	0	0
Estimación superior	0,0030	1,067	0,063	0	1

Mortalidad atribuible para una [PM₁₀] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 10 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 6

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA Resp	MA Tc
Estimación inferior	0,00034	1,011	0,011	0	0
Estimación central	0,00166	1,054	0,051	0	0
Estimación superior	0,0030	1,099	0,090	0	1

PM_{2,5}

Mortalidad cardiopulmonar relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años

Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 25 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 25 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 7

	β	RR= [(X+1)/(X ₀ +1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0562	1,011	0,010	4
Estimación central	0,1552	1,029	0,029	12
Estimación superior	0,2541	1,049	0,046	19

Relación lineal alternativa:

Tabla 8

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0032	1,017	0,017	7
Estimación central	0,0089	1,049	0,047	19
Estimación superior	0,0146	1,081	0,075	31

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 9

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0562	1,061	0,057	23
Estimación central	0,1552	1,176	0,150	61
Estimación superior	0,2541	1,305	0,234	95

Relación lineal alternativa:

Tabla 10

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0032	1,068	0,063	26
Estimación central	0,0089	1,199	0,166	68
Estimación superior	0,0146	1,347	0,258	105

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 11

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0562	1,076	0,071	29
Estimación central	0,1552	1,224	0,183	75
Estimación superior	0,2541	1,393	0,282	115

Relación lineal alternativa:

Tabla 12

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0032	1,076	0,071	29
Estimación central	0,0089	1,226	0,185	75
Estimación superior	0,0146	1,397	0,284	116

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 13

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0562	1,097	0,089	36
Estimación central	0,1552	1,292	0,226	92
Estimación superior	0,2541	1,522	0,343	140

Relación lineal alternativa:

Tabla 14

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0032	1,085	0,078	32
Estimación central	0,0089	1,254	0,203	83
Estimación superior	0,0146	1,449	0,310	126

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 15

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0562	1,123	0,109	45
Estimación central	0,1552	1,376	0,273	112
Estimación superior	0,2541	1,687	0,407	166

Relación lineal alternativa:

Tabla 16

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0032	1,092	0,084	34
Estimación central	0,0089	1,277	0,217	88
Estimación superior	0,0146	1,492	0,330	135

Mortalidad por cáncer de pulmón relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 17

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0856	1,016	0,016	2
Estimación central	0,2322	1,044	0,042	5
Estimación superior	0,3787	1,073	0,068	8

Relación lineal alternativa:

Tabla 18

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0043	1,023	0,023	3
Estimación central	0,0127	1,070	0,066	8
Estimación superior	0,0210	1,119	0,106	13

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 19

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0856	1,094	0,086	10
Estimación central	0,2322	1,275	0,216	25
Estimación superior	0,3787	1,487	0,327	39

Relación lineal alternativa:

Tabla 20

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0043	1,092	0,084	10
Estimación central	0,0127	1,294	0,227	27
Estimación superior	0,0210	1,534	0,348	41

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 21

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,118	0,106	12
Estimación central	0,2322	1,354	0,261	31
Estimación superior	0,3787	1,639	0,390	46

Relación lineal alternativa:

Tabla 22

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,104	0,094	11
Estimación central	0,0127	1,336	0,251	30
Estimación superior	0,0210	1,616	0,381	45

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 23

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,152	0,132	16
Estimación central	0,2322	1,468	0,319	38
Estimación superior	0,3787	1,870	0,465	55

Relación lineal alternativa:

Tabla 24

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,116	0,104	12
Estimación central	0,0127	1,379	0,275	32
Estimación superior	0,0210	1,704	0,413	49

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de "fondo" de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 25

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,193	0,162	19
Estimación central	0,2322	1,613	0,380	45
Estimación superior	0,3787	2,181	0,541	64

Relación lineal alternativa:

Tabla 26

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,125	0,111	13
Estimación central	0,0127	1,414	0,293	35
Estimación superior	0,0210	1,777	0,437	52

O_3

Mortalidad relacionada con la exposición a corto plazo al ozono

Comparación con niveles de Ozono de 120, 100 y $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Mortalidad por todas las causas (salvo causas externas) en todas las edades

Tabla 27

	RR asumido	β	RR para $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1	0	1	1	1
Estimación central	1,002	0,00019980	1,00024978	1,00425478	1,01029237
Estimación superior	1,003	0,00029955	1,00037451	1,00638576	1,01547043

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 28

	RR asumido	β	RR para 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	0,99937363	0,98940488	0,97463789
Estimación central	0,999	-0,00010005	0,99987495	0,99787620	0,99488556
Estimación superior	1,004	0,00039920	1,00049913	1,00851913	1,02066983

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 29

	RR asumido	β	RR para 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1,003	0,00029955	1,00037451	1,00638576	1,01547043
Estimación central	1,004	0,00039920	1,00049913	1,00851913	1,02066983
Estimación superior	1,005	0,00049875	1,00062364	1,01065489	1,02589064

Comparación con un nivel de Ozono de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mortalidad por todas las causas en todas las edades

Tabla 30

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1	0	1
Estimación central	1,002	0,00019980	1,01433758
Estimación superior	1,003	0,00029955	1,02157239

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 31

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	0,96491587
Estimación central	0,999	-0,00010005	0,99289678
Estimación superior	1,004	0,00039920	1,02885152

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 32

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1,003	0,00029955	1,02157239
Estimación central	1,004	0,00039920	1,02885152
Estimación superior	1,005	0,00049875	1,03617519

Mortalidad por todas las causas en todas las edades (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una $[\text{O}_3]$ de referencia de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 33

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,00024978	0,00024972	0
Estimación superior	0,00029955	1,00037451	0,00037437	0

Mortalidad prevenible para una $[\text{O}_3]$ de referencia de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 34

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,00425478	0,00423676	6
Estimación superior	0,00029955	1,00638576	0,00634524	8

Mortalidad prevenible para una $[\text{O}_3]$ de referencia de 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 35

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,01029237	0,01018752	13
Estimación superior	0,00029955	1,01547043	0,01523474	20

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 36

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,01433758	0,01413492	18
Estimación superior	0,00029955	1,02157239	0,02111685	27

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades**Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³**

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 37

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,99937363	-0,00062676	0
Estimación central	-0,00010005	0,99987495	-0,00012507	0
Estimación superior	0,00039920	1,00049913	0,00049888	0

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 38

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,98940488	-0,01070858	-2
Estimación central	-0,00010005	0,99787620	-0,00212832	0
Estimación superior	0,00039920	1,00851913	0,00844717	1

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 39

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,97463789	-0,02602209	-4
Estimación central	-0,00010005	0,99488556	-0,00514073	-1
Estimación superior	0,00039920	1,02066983	0,02025124	3

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 40

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	-0,00050125	0,96491587	-0,03635978	-6
Estimación central	-0,00010005	0,99289678	-0,00715403	-1
Estimación superior	0,00039920	1,02885152	0,02804245	5

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades**Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³**

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 41

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,00037451	0,00037437	0
Estimación central	0,00039920	1,00049913	0,00049888	0
Estimación superior	0,00049875	1,00062364	0,00062325	0

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 42

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,00638576	0,00634524	3
Estimación central	0,00039920	1,00851913	0,00844717	3
Estimación superior	0,00049875	1,01065489	0,01054256	4

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 43

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,01547043	0,01523474	6
Estimación central	0,00039920	1,02066983	0,02025124	8
Estimación superior	0,00049875	1,02589064	0,02523723	10

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de "fondo" de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 44

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,00029955	1,02157239	0,02111685	8
Estimación central	0,00039920	1,02885152	0,02804245	11
Estimación superior	0,00049875	1,03617519	0,03491223	14

Tablas de resultados en población femenina

Año 2000

PM₁₀

Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en todas las edades: mortalidad por todas las causas (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 40 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 40 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 1

	β	RR=exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0006	1,001	0,001	1
Estimación central	0,0008	1,001	0,001	1
Estimación superior	0,0010	1,002	0,002	2

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 20 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 20 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 2

	β	RR=exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0006	1,013	0,013	15
Estimación central	0,0008	1,017	0,017	20
Estimación superior	0,0010	1,022	0,021	25

Mortalidad atribuible para una [PM₁₀] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 10 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 3

	β	RR=exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0006	1,019	0,019	22
Estimación central	0,0008	1,026	0,025	29
Estimación superior	0,0010	1,032	0,031	36

Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en niños menores de 5 años: mortalidad respiratoria y por todas las causas (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 40 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 40 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 4

	β	RR = exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	1,001	0,001	0	0
Estimación central	0,00166	1,003	0,003	0	0
Estimación superior	0,0030	1,005	0,005	0	0

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 20 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 20 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 5

	β	RR = exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	1,007	0,007	0	0
Estimación central	0,00166	1,036	0,035	0	0
Estimación superior	0,0030	1,067	0,063	0	0

Mortalidad atribuible para una $[PM_{10}]$ de referencia de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 6

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= $(RR-1)/RR$	MA Resp	MA Tc
Estimación inferior	0,00034	1,011	0,011	0	0
Estimación central	0,00166	1,054	0,051	0	0
Estimación superior	0,0030	1,099	0,090	0	0

 $PM_{2,5}$ **Mortalidad cardiopulmonar relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años****Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$**

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 7

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0562	1,011	0,010	3
Estimación central	0,1552	1,029	0,029	9
Estimación superior	0,2541	1,049	0,046	15

Relación lineal alternativa:

Tabla 8

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0032	1,017	0,017	5
Estimación central	0,0089	1,049	0,047	15
Estimación superior	0,0146	1,081	0,075	24

Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 10 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 9

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0562	1,061	0,057	18
Estimación central	0,1552	1,176	0,150	48
Estimación superior	0,2541	1,305	0,234	75

Relación lineal alternativa:

Tabla 10

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0032	1,068	0,063	20
Estimación central	0,0089	1,199	0,166	53
Estimación superior	0,0146	1,347	0,258	82

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 7,5 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 7,5 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 11

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0562	1,076	0,071	23
Estimación central	0,1552	1,224	0,183	58
Estimación superior	0,2541	1,393	0,282	90

Relación lineal alternativa:

Tabla 12

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0032	1,076	0,071	23
Estimación central	0,0089	1,226	0,185	59
Estimación superior	0,0146	1,397	0,284	91

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 5 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 5 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 13

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0562	1,097	0,089	28
Estimación central	0,1552	1,292	0,226	72
Estimación superior	0,2541	1,522	0,343	109

Relación lineal alternativa:

Tabla 14

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0032	1,085	0,078	25
Estimación central	0,0089	1,254	0,203	65
Estimación superior	0,0146	1,449	0,310	99

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 3 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 3 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 15

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0562	1,123	0,109	35
Estimación central	0,1552	1,376	0,273	87
Estimación superior	0,2541	1,687	0,407	130

Relación lineal alternativa:

Tabla 16

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0032	1,092	0,084	27
Estimación central	0,0089	1,277	0,217	69
Estimación superior	0,0146	1,492	0,330	105

Mortalidad por cáncer de pulmón relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 17

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MP
Estimación inferior	0,0856	1,016	0,016	0
Estimación central	0,2322	1,044	0,042	0
Estimación superior	0,3787	1,073	0,068	1

Relación lineal alternativa:

Tabla 18

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MP
Estimación inferior	0,0043	1,023	0,023	0
Estimación central	0,0127	1,070	0,066	1
Estimación superior	0,0210	1,119	0,106	1

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 19

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MP
Estimación inferior	0,0856	1,094	0,086	1
Estimación central	0,2322	1,275	0,216	2
Estimación superior	0,3787	1,487	0,327	3

Relación lineal alternativa:

Tabla 20

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MP
Estimación inferior	0,0043	1,092	0,084	1
Estimación central	0,0127	1,294	0,227	2
Estimación superior	0,0210	1,534	0,348	3

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 7,5 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 7,5 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 21

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,118	0,106	1
Estimación central	0,2322	1,354	0,261	3
Estimación superior	0,3787	1,639	0,390	4

Relación lineal alternativa:

Tabla 22

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,104	0,094	1
Estimación central	0,0127	1,336	0,251	3
Estimación superior	0,0210	1,616	0,381	4

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 5 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 5 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 23

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,152	0,132	1
Estimación central	0,2322	1,468	0,319	3
Estimación superior	0,3787	1,870	0,465	5

Relación lineal alternativa:

Tabla 24

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,116	0,104	1
Estimación central	0,0127	1,379	0,275	3
Estimación superior	0,0210	1,704	0,413	4

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 25

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0856	1,193	0,162	2
Estimación central	0,2322	1,613	0,380	4
Estimación superior	0,3787	2,181	0,541	5

Relación lineal alternativa:

Tabla 26

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0043	1,125	0,111	1
Estimación central	0,0127	1,414	0,293	3
Estimación superior	0,0210	1,777	0,437	4

O₃

Mortalidad relacionada con la exposición a corto plazo al ozono

Comparación con niveles de Ozono de 120, 100 y $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Mortalidad por todas las causas (salvo causas externas) en todas las edades

Tabla 27

	RR asumido	β	RR para $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1	0	1	1	1
Estimación central	1,002	0,00019980	1,00024978	1,00425478	1,01029237
Estimación superior	1,003	0,00029955	1,00037451	1,00638576	1,01547043

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 28

	RR asumido	β	RR para $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	0,99937363	0,98940488	0,97463789
Estimación central	0,999	-0,00010005	0,99987495	0,99787620	0,99488556
Estimación superior	1,004	0,00039920	1,00049913	1,00851913	1,02066983

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 29

	RR asumido	β	RR para 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1,003	0,00029955	1,00037451	1,00638576	1,01547043
Estimación central	1,004	0,00039920	1,00049913	1,00851913	1,02066983
Estimación superior	1,005	0,00049875	1,00062364	1,01065489	1,02589064

Comparación con un nivel de Ozono de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mortalidad por todas las causas en todas las edades

Tabla 30

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1	0	1
Estimación central	1,002	0,00019980	1,01433758
Estimación superior	1,003	0,00029955	1,02157239

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 31

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	0,96491587
Estimación central	0,999	-0,00010005	0,99289678
Estimación superior	1,004	0,00039920	1,02885152

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 32

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1,003	0,00029955	1,02157239
Estimación central	1,004	0,00039920	1,02885152
Estimación superior	1,005	0,00049875	1,03617519

Mortalidad por todas las causas en todas las edades (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 33

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,00024978	0,00024972	0
Estimación superior	0,00029955	1,00037451	0,00037437	0

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 34

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,00425478	0,00423676	5
Estimación superior	0,00029955	1,00638576	0,00634524	7

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 35

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,01029237	0,01018752	12
Estimación superior	0,00029955	1,01547043	0,01523474	18

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 36

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,01433758	0,01413492	17
Estimación superior	0,00029955	1,02157239	0,02111685	25

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 37

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,99937363	-0,00062676	0
Estimación central	-0,00010005	0,99987495	-0,00012507	0
Estimación superior	0,00039920	1,00049913	0,00049888	0

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 38

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,98940488	-0,01070858	-1
Estimación central	-0,00010005	0,99787620	-0,00212832	0
Estimación superior	0,00039920	1,00851913	0,00844717	1

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 39

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,97463789	-0,02602209	-2
Estimación central	-0,00010005	0,99488556	-0,00514073	0
Estimación superior	0,00039920	1,02066983	0,02025124	2

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 40

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	-0,00050125	0,96491587	-0,03635978	-3
Estimación central	-0,00010005	0,99289678	-0,00715403	-1
Estimación superior	0,00039920	1,02885152	0,02804245	3

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 41

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,00037451	0,00037437	0
Estimación central	0,00039920	1,00049913	0,00049888	0
Estimación superior	0,00049875	1,00062364	0,00062325	0

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 42

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,00638576	0,00634524	3
Estimación central	0,00039920	1,00851913	0,00844717	4
Estimación superior	0,00049875	1,01065489	0,01054256	5

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 43

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,01547043	0,01523474	8
Estimación central	0,00039920	1,02066983	0,02025124	10
Estimación superior	0,00049875	1,02589064	0,02523723	13

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 44

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,00029955	1,02157239	0,02111685	11
Estimación central	0,00039920	1,02885152	0,02804245	14
Estimación superior	0,00049875	1,03617519	0,03491223	17

Tablas de resultados en población general

Año 2001

PM₁₀

Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en todas las edades: mortalidad por todas las causas (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 40 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 40 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 1

	β	RR=exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0006	1,002	0,002	4
Estimación central	0,0008	1,002	0,002	5
Estimación superior	0,0010	1,003	0,003	7

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 20 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 20 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 2

	β	RR=exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0006	1,014	0,014	34
Estimación central	0,0008	1,018	0,018	45
Estimación superior	0,0010	1,023	0,022	56

Mortalidad atribuible para una [PM₁₀] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de "fondo" de 10 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 3

	β	RR=exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0006	1,020	0,019	48
Estimación central	0,0008	1,027	0,026	64
Estimación superior	0,0010	1,033	0,032	80

Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en niños menores de 5 años: mortalidad respiratoria y por todas las causas (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una $[PM_{10}]$ de referencia de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 4

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= $(RR-1)/RR$	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	1,001	0,001	0	0
Estimación central	0,00166	1,004	0,004	0	0
Estimación superior	0,0030	1,008	0,008	0	0

Mortalidad prevenible para una $[PM_{10}]$ de referencia de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 5

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= $(RR-1)/RR$	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	1,008	0,008	0	0
Estimación central	0,00166	1,038	0,037	0	0
Estimación superior	0,0030	1,070	0,066	0	1

Mortalidad atribuible para una $[PM_{10}]$ de referencia de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 6

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= $(RR-1)/RR$	MA Resp	MA Tc
Estimación inferior	0,00034	1,011	0,011	0	0
Estimación central	0,00166	1,056	0,053	0	1
Estimación superior	0,0030	1,103	0,093	0	1

PM_{2,5}

Mortalidad cardiopulmonar relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años

Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 25 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 25 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 7

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0562	1,012	0,012	8
Estimación central	0,1552	1,034	0,033	22
Estimación superior	0,2541	1,056	0,053	36

Relación lineal alternativa:

Tabla 8

	β	RR = exp[β (X-Xo)]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0032	1,020	0,020	14
Estimación central	0,0089	1,057	0,054	37
Estimación superior	0,0146	1,095	0,086	60

Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 10 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 9

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0562	1,062	0,059	40
Estimación central	0,1552	1,181	0,153	106
Estimación superior	0,2541	1,314	0,239	165

Relación lineal alternativa:

Tabla 10

	β	RR = exp[β (X-Xo)]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0032	1,071	0,066	46
Estimación central	0,0089	1,208	0,172	119
Estimación superior	0,0146	1,363	0,267	184

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 11

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0562	1,078	0,072	50
Estimación central	0,1552	1,229	0,187	129
Estimación superior	0,2541	1,402	0,287	198

Relación lineal alternativa:

Tabla 12

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0032	1,079	0,073	51
Estimación central	0,0089	1,235	0,191	132
Estimación superior	0,0146	1,414	0,293	202

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 13

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0562	1,099	0,090	62
Estimación central	0,1552	1,298	0,229	158
Estimación superior	0,2541	1,532	0,347	240

Relación lineal alternativa:

Tabla 14

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0032	1,088	0,081	56
Estimación central	0,0089	1,263	0,208	144
Estimación superior	0,0146	1,467	0,318	220

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 3 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 3 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 15

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0562	1,124	0,111	76
Estimación central	0,1552	1,382	0,276	191
Estimación superior	0,2541	1,699	0,411	284

Relación lineal alternativa:

Tabla 16

	β	RR = exp[β (X-Xo)]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0032	1,095	0,087	60
Estimación central	0,0089	1,286	0,222	154
Estimación superior	0,0146	1,511	0,338	234

Mortalidad por cáncer de pulmón relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años

Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 25 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 25 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 17

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0856	1,018	0,018	3
Estimación central	0,2322	1,051	0,048	7
Estimación superior	0,3787	1,084	0,078	11

Relación lineal alternativa:

Tabla 18

	β	RR = exp[β (X-Xo)]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0043	1,027	0,026	4
Estimación central	0,0127	1,081	0,075	11
Estimación superior	0,0210	1,139	0,122	18

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 19

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MP
Estimación inferior	0,0856	1,096	0,088	13
Estimación central	0,2322	1,283	0,221	32
Estimación superior	0,3787	1,501	0,334	49

Relación lineal alternativa:

Tabla 20

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MP
Estimación inferior	0,0043	1,096	0,087	13
Estimación central	0,0127	1,308	0,235	34
Estimación superior	0,0210	1,561	0,359	52

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 21

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0856	1,121	0,108	16
Estimación central	0,2322	1,362	0,266	39
Estimación superior	0,3787	1,656	0,396	58

Relación lineal alternativa:

Tabla 22

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0043	1,108	0,097	14
Estimación central	0,0127	1,350	0,259	38
Estimación superior	0,0210	1,645	0,392	57

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 5 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 5 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 23

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,155	0,134	20
Estimación central	0,2322	1,477	0,323	47
Estimación superior	0,3787	1,889	0,471	69

Relación lineal alternativa:

Tabla 24

	β	RR = exp[β (X-Xo)]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,120	0,107	16
Estimación central	0,0127	1,393	0,282	41
Estimación superior	0,0210	1,734	0,423	62

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 3 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 3 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 25

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,195	0,163	24
Estimación central	0,2322	1,623	0,384	56
Estimación superior	0,3787	2,202	0,546	80

Relación lineal alternativa:

Tabla 26

	β	RR = exp[β (X-Xo)]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,129	0,115	17
Estimación central	0,0127	1,429	0,300	44
Estimación superior	0,0210	1,808	0,447	65

O₃

Mortalidad relacionada con la exposición a corto plazo al ozono

Comparación con niveles de Ozono de 120, 100 y 70 µg/m³

Mortalidad por todas las causas (salvo causas externas) en todas las edades

Tabla 27

	RR asumido	β	RR para 120 µg/m ³	RR para 100 µg/m ³	RR para 70 µg/m ³
Estimación inferior	1	0	1	1	1
Estimación central	1,002	0,00019980	1,00119952	1,00520832	1,01125164
Estimación superior	1,003	0,00029955	1,00179892	1,00781873	1,01691634

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 28

	RR asumido	β	RR para 120 µg/m ³	RR para 100 µg/m ³	RR para 70 µg/m ³
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	0,99699699	0,98705195	0,97232007
Estimación central	0,999	-0,00010005	0,99939988	0,99740208	0,99441286
Estimación superior	1,004	0,00039920	1,00239808	1,01043331	1,02260707

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 29

	RR asumido	β	RR para 120 µg/m ³	RR para 100 µg/m ³	RR para 70 µg/m ³
Estimación inferior	1,003	0,00029955	1,00179892	1,00781873	1,01691634
Estimación central	1,004	0,00039920	1,00239808	1,01043331	1,02260707
Estimación superior	1,005	0,00049875	1,00299701	1,01305205	1,02832394

Comparación con un nivel de Ozono de 50 µg/m³

Mortalidad por todas las causas (salvo causas externas) en todas las edades

Tabla 30

	RR asumido	β	RR para 50 µg/m ³
Estimación inferior	1	0	1
Estimación central	1,002	0,00019980	1,01530070
Estimación superior	1,003	0,00029955	1,02302699

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 31

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	0,96262118
Estimación central	0,999	-0,00010005	0,99242503
Estimación superior	1,004	0,00039920	1,03080429

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 32

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1,003	0,00029955	1,02302699
Estimación central	1,004	0,00039920	1,03080429
Estimación superior	1,005	0,00049875	1,03863289

Mortalidad por todas las causas en todas las edades (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una $[\text{O}_3]$ de referencia de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 33

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,00119952	0,00119808	3
Estimación superior	0,00029955	1,00179892	0,00179569	4

Mortalidad prevenible para una $[\text{O}_3]$ de referencia de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 34

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,00520832	0,00518134	13
Estimación superior	0,00029955	1,00781873	0,00775807	19

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 35

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,01125164	0,01112645	28
Estimación superior	0,00029955	1,01691634	0,01663494	41

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 36

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,01530070	0,01507011	37
Estimación superior	0,00029955	1,02302699	0,02250868	56

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 37

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,99699699	-0,00301205	-1
Estimación central	-0,00010005	0,99939988	-0,00060048	0
Estimación superior	0,00039920	1,00239808	0,00239235	1

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 38

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,98705195	-0,01311790	-3
Estimación central	-0,00010005	0,99740208	-0,00260469	-1
Estimación superior	0,00039920	1,01043331	0,01032558	2

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 39

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,97232007	-0,02846792	-6
Estimación central	-0,00010005	0,99441286	-0,00561853	-1
Estimación superior	0,00039920	1,02260707	0,02210729	5

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 40

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	-0,00050125	0,96262118	-0,03883025	-9
Estimación central	-0,00010005	0,99242503	-0,00763278	-2
Estimación superior	0,00039920	1,03080429	0,02988374	7

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades**Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³**

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 41

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,00179892	0,00179569	2
Estimación central	0,00039920	1,00239808	0,00239235	2
Estimación superior	0,00049875	1,00299701	0,00298805	3

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 42

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,00781873	0,00775807	7
Estimación central	0,00039920	1,01043331	0,01032558	9
Estimación superior	0,00049875	1,01305205	0,01288389	12

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 43

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,01691634	0,01663494	15
Estimación central	0,00039920	1,02260707	0,02210729	20
Estimación superior	0,00049875	1,02832394	0,02754379	25

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 44

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,00029955	1,02302699	0,02250868	20
Estimación central	0,00039920	1,03080429	0,02988374	27
Estimación superior	0,00049875	1,03863289	0,03719590	34

Tablas de resultados en población masculina

Año 2001

PM₁₀

Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en todas las edades: mortalidad por todas las causas (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 40 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 40 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 1

	β	RR=exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0006	1,002	0,002	2
Estimación central	0,0008	1,002	0,002	3
Estimación superior	0,0010	1,003	0,003	4

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 20 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 20 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 2

	β	RR=exp[β (X-Xo)]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0006	1,014	0,014	18
Estimación central	0,0008	1,018	0,018	24
Estimación superior	0,0010	1,023	0,022	30

Mortalidad atribuible para una [PM₁₀] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 10 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 3

	β	RR=exp[β (X-Xo)]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0006	1,020	0,019	26
Estimación central	0,0008	1,027	0,026	34
Estimación superior	0,0010	1,033	0,032	42

Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en niños menores de 5 años: mortalidad respiratoria y por todas las causas (salvo causas externas)**Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 40 µg/m³**

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 40 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 4

	β	RR = exp[β (X-Xo)]	FA= (RR-1)/RR	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	1,001	0,001	0	0
Estimación central	0,00166	1,004	0,004	0	0
Estimación superior	0,0030	1,008	0,008	0	0

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 20 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 20 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 5

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	1,008	0,008	0	0
Estimación central	0,00166	1,038	0,037	0	0
Estimación superior	0,0030	1,070	0,066	0	1

Mortalidad atribuible para una [PM₁₀] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 10 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 6

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA Resp	MA Tc
Estimación inferior	0,00034	1,011	0,011	0	0
Estimación central	0,00166	1,056	0,053	0	0
Estimación superior	0,0030	1,103	0,093	0	1

PM_{2,5}

Mortalidad cardiopulmonar relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años

Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 25 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 25 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 7

	β	RR= [(X+1)/(X ₀ +1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0562	1,012	0,012	5
Estimación central	0,1552	1,034	0,033	12
Estimación superior	0,2541	1,056	0,053	20

Relación lineal alternativa:

Tabla 8

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0032	1,020	0,020	8
Estimación central	0,0089	1,057	0,054	21
Estimación superior	0,0146	1,095	0,086	33

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 9

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0562	1,062	0,059	22
Estimación central	0,1552	1,181	0,153	59
Estimación superior	0,2541	1,314	0,239	91

Relación lineal alternativa:

Tabla 10

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0032	1,071	0,066	25
Estimación central	0,0089	1,208	0,172	66
Estimación superior	0,0146	1,363	0,267	102

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 11

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0562	1,078	0,072	28
Estimación central	0,1552	1,229	0,187	71
Estimación superior	0,2541	1,402	0,287	110

Relación lineal alternativa:

Tabla 12

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0032	1,079	0,073	28
Estimación central	0,0089	1,235	0,191	73
Estimación superior	0,0146	1,414	0,293	112

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 13

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0562	1,099	0,090	34
Estimación central	0,1552	1,298	0,229	88
Estimación superior	0,2541	1,532	0,347	133

Relación lineal alternativa:

Tabla 14

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0032	1,088	0,081	31
Estimación central	0,0089	1,263	0,208	80
Estimación superior	0,0146	1,467	0,318	122

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 15

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0562	1,124	0,111	42
Estimación central	0,1552	1,382	0,276	106
Estimación superior	0,2541	1,699	0,411	158

Relación lineal alternativa:

Tabla 16

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0032	1,095	0,087	33
Estimación central	0,0089	1,286	0,222	85
Estimación superior	0,0146	1,511	0,338	129

Mortalidad por cáncer de pulmón relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 17

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0856	1,018	0,018	2
Estimación central	0,2322	1,051	0,048	6
Estimación superior	0,3787	1,084	0,078	10

Relación lineal alternativa:

Tabla 18

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0043	1,027	0,026	3
Estimación central	0,0127	1,081	0,075	10
Estimación superior	0,0210	1,139	0,122	16

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 19

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0856	1,096	0,088	12
Estimación central	0,2322	1,283	0,221	29
Estimación superior	0,3787	1,501	0,334	44

Relación lineal alternativa:

Tabla 20

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0043	1,096	0,087	12
Estimación central	0,0127	1,308	0,235	31
Estimación superior	0,0210	1,561	0,359	47

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 21

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,121	0,108	14
Estimación central	0,2322	1,362	0,266	35
Estimación superior	0,3787	1,656	0,396	52

Relación lineal alternativa:

Tabla 22

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,108	0,097	13
Estimación central	0,0127	1,350	0,259	34
Estimación superior	0,0210	1,645	0,392	52

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 23

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,155	0,134	18
Estimación central	0,2322	1,477	0,323	43
Estimación superior	0,3787	1,889	0,471	62

Relación lineal alternativa:

Tabla 24

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,120	0,107	14
Estimación central	0,0127	1,393	0,282	37
Estimación superior	0,0210	1,734	0,423	56

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de "fondo" de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 25

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,195	0,163	22
Estimación central	0,2322	1,623	0,384	51
Estimación superior	0,3787	2,202	0,546	72

Relación lineal alternativa:

Tabla 26

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,129	0,115	15
Estimación central	0,0127	1,429	0,300	40
Estimación superior	0,0210	1,808	0,447	59

O₃

Mortalidad relacionada con la exposición a corto plazo al ozono

Comparación con niveles de Ozono de 120, 100 y $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Mortalidad por todas las causas (salvo causas externas) en todas las edades

Tabla 27

	RR asumido	β	RR para $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1	0	1	1	1
Estimación central	1,002	0,00019980	1,00119952	1,00520832	1,01125164
Estimación superior	1,003	0,00029955	1,00179892	1,00781873	1,01691634

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 28

	RR asumido	β	RR para 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	0,99699699	0,98705195	0,97232007
Estimación central	0,999	-0,00010005	0,99939988	0,99740208	0,99441286
Estimación superior	1,004	0,00039920	1,00239808	1,01043331	1,02260707

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 29

	RR asumido	β	RR para 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1,003	0,00029955	1,00179892	1,00781873	1,01691634
Estimación central	1,004	0,00039920	1,00239808	1,01043331	1,02260707
Estimación superior	1,005	0,00049875	1,00299701	1,01305205	1,02832394

Comparación con un nivel de Ozono de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mortalidad por todas las causas en todas las edades

Tabla 30

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1	0	1
Estimación central	1,002	0,00019980	1,01530070
Estimación superior	1,003	0,00029955	1,02302699

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 31

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	0,96262118
Estimación central	0,999	-0,00010005	0,99242503
Estimación superior	1,004	0,00039920	1,03080429

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 32

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1,003	0,00029955	1,02302699
Estimación central	1,004	0,00039920	1,03080429
Estimación superior	1,005	0,00049875	1,03863289

Mortalidad por todas las causas en todas las edades (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una $[\text{O}_3]$ de referencia de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 33

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,00119952	0,00119808	2
Estimación superior	0,00029955	1,00179892	0,00179569	2

Mortalidad prevenible para una $[\text{O}_3]$ de referencia de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 34

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,00520832	0,00518134	7
Estimación superior	0,00029955	1,00781873	0,00775807	10

Mortalidad prevenible para una $[\text{O}_3]$ de referencia de 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 35

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,01125164	0,01112645	15
Estimación superior	0,00029955	1,01691634	0,01663494	22

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 36

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,01530070	0,01507011	20
Estimación superior	0,00029955	1,02302699	0,02250868	30

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades**Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³**

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 37

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,99699699	-0,00301205	0
Estimación central	-0,00010005	0,99939988	-0,00060048	0
Estimación superior	0,00039920	1,00239808	0,00239235	0

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 38

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,98705195	-0,01311790	-2
Estimación central	-0,00010005	0,99740208	-0,00260469	0
Estimación superior	0,00039920	1,01043331	0,01032558	1

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 39

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,97232007	-0,02846792	-4
Estimación central	-0,00010005	0,99441286	-0,00561853	-1
Estimación superior	0,00039920	1,02260707	0,02210729	3

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 40

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	-0,00050125	0,96262118	-0,03883025	-5
Estimación central	-0,00010005	0,99242503	-0,00763278	-1
Estimación superior	0,00039920	1,03080429	0,02988374	4

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 41

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,00179892	0,00179569	1
Estimación central	0,00039920	1,00239808	0,00239235	1
Estimación superior	0,00049875	1,00299701	0,00298805	1

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 42

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,00781873	0,00775807	3
Estimación central	0,00039920	1,01043331	0,01032558	4
Estimación superior	0,00049875	1,01305205	0,01288389	6

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 43

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,01691634	0,01663494	7
Estimación central	0,00039920	1,02260707	0,02210729	10
Estimación superior	0,00049875	1,02832394	0,02754379	12

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 44

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,00029955	1,02302699	0,02250868	10
Estimación central	0,00039920	1,03080429	0,02988374	13
Estimación superior	0,00049875	1,03863289	0,03719590	16

Tablas de resultados en población femenina

Año 2001

PM₁₀

Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en todas las edades: mortalidad por todas las causas (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 40 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 40 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 1

	β	RR=exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0006	1,002	0,002	2
Estimación central	0,0008	1,002	0,002	3
Estimación superior	0,0010	1,003	0,003	3

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 20 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 20 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 2

	β	RR=exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0006	1,014	0,014	16
Estimación central	0,0008	1,018	0,018	21
Estimación superior	0,0010	1,023	0,022	26

Mortalidad atribuible para una $[PM_{10}]$ de referencia de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 3

	β	$RR=\exp[\beta(X-X_0)]$	$FA= (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0006	1,020	0,019	23
Estimación central	0,0008	1,027	0,026	30
Estimación superior	0,0010	1,033	0,032	38

Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en niños menores de 5 años: mortalidad respiratoria y por todas las causas (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una $[PM_{10}]$ de referencia de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 4

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA= (RR-1)/RR$	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	1,001	0,001	0	0
Estimación central	0,00166	1,004	0,004	0	0
Estimación superior	0,0030	1,008	0,008	0	0

Mortalidad prevenible para una $[PM_{10}]$ de referencia de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 5

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA= (RR-1)/RR$	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	1,008	0,008	0	0
Estimación central	0,00166	1,038	0,037	0	0
Estimación superior	0,0030	1,070	0,066	0	0

Mortalidad atribuible para una [PM₁₀] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 10 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 6

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA Resp	MA Tc
Estimación inferior	0,00034	1,011	0,011	0	0
Estimación central	0,00166	1,056	0,053	0	0
Estimación superior	0,0030	1,103	0,093	0	0

PM_{2,5}

Mortalidad cardiopulmonar relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años

Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 25 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 25 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 7

	β	RR= [(X+1)/(X ₀ +1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0562	1,012	0,012	4
Estimación central	0,1552	1,034	0,033	10
Estimación superior	0,2541	1,056	0,053	16

Relación lineal alternativa:

Tabla 8

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0032	1,020	0,020	6
Estimación central	0,0089	1,057	0,054	17
Estimación superior	0,0146	1,095	0,086	27

Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 10 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 9

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0562	1,062	0,059	18
Estimación central	0,1552	1,181	0,153	47
Estimación superior	0,2541	1,314	0,239	74

Relación lineal alternativa:

Tabla 10

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0032	1,071	0,066	20
Estimación central	0,0089	1,208	0,172	53
Estimación superior	0,0146	1,363	0,267	82

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 7,5 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 7,5 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 11

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0562	1,078	0,072	22
Estimación central	0,1552	1,229	0,187	57
Estimación superior	0,2541	1,402	0,287	88

Relación lineal alternativa:

Tabla 12

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0032	1,079	0,073	23
Estimación central	0,0089	1,235	0,191	59
Estimación superior	0,0146	1,414	0,293	90

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 13

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0562	1,099	0,090	28
Estimación central	0,1552	1,298	0,229	71
Estimación superior	0,2541	1,532	0,347	107

Relación lineal alternativa:

Tabla 14

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0032	1,088	0,081	25
Estimación central	0,0089	1,263	0,208	64
Estimación superior	0,0146	1,467	0,318	98

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 15

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0562	1,124	0,111	34
Estimación central	0,1552	1,382	0,276	85
Estimación superior	0,2541	1,699	0,411	127

Relación lineal alternativa:

Tabla 16

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0032	1,095	0,087	27
Estimación central	0,0089	1,286	0,222	69
Estimación superior	0,0146	1,511	0,338	104

Mortalidad por cáncer de pulmón relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 17

	β	RR= [[X+1]/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0856	1,018	0,018	0
Estimación central	0,2322	1,051	0,048	1
Estimación superior	0,3787	1,084	0,078	1

Relación lineal alternativa:

Tabla 18

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0043	1,027	0,026	0
Estimación central	0,0127	1,081	0,075	1
Estimación superior	0,0210	1,139	0,122	2

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 19

	β	RR= [[X+1]/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0856	1,096	0,088	1
Estimación central	0,2322	1,283	0,221	3
Estimación superior	0,3787	1,501	0,334	5

Relación lineal alternativa:

Tabla 20

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0043	1,096	0,087	1
Estimación central	0,0127	1,308	0,235	3
Estimación superior	0,0210	1,561	0,359	5

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 21

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0856	1,121	0,108	2
Estimación central	0,2322	1,362	0,266	4
Estimación superior	0,3787	1,656	0,396	6

Relación lineal alternativa:

Tabla 22

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0043	1,108	0,097	1
Estimación central	0,0127	1,350	0,259	4
Estimación superior	0,0210	1,645	0,392	5

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 23

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0856	1,155	0,134	2
Estimación central	0,2322	1,477	0,323	5
Estimación superior	0,3787	1,889	0,471	7

Relación lineal alternativa:

Tabla 24

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0043	1,120	0,107	1
Estimación central	0,0127	1,393	0,282	4
Estimación superior	0,0210	1,734	0,423	6

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 3 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 3 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 25

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,195	0,163	2
Estimación central	0,2322	1,623	0,384	5
Estimación superior	0,3787	2,202	0,546	8

Relación lineal alternativa:

Tabla 26

	β	RR = exp[β (X-Xo)]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,129	0,115	2
Estimación central	0,0127	1,429	0,300	4
Estimación superior	0,0210	1,808	0,447	6

O₃

Mortalidad relacionada con la exposición a corto plazo al ozono

Comparación con niveles de Ozono de 120, 100 y 70 µg/m³

Mortalidad por todas las causas (salvo causas externas) en todas las edades

Tabla 27

	RR asumido	β	RR para 120 µg/m ³	RR para 100 µg/m ³	RR para 70 µg/m ³
Estimación inferior	1	0	1	1	1
Estimación central	1,002	0,00019980	1,00119952	1,00520832	1,01125164
Estimación superior	1,003	0,00029955	1,00179892	1,00781873	1,01691634

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 28

	RR asumido	β	RR para 120 µg/m ³	RR para 100 µg/m ³	RR para 70 µg/m ³
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	0,99699699	0,98705195	0,97232007
Estimación central	0,999	-0,00010005	0,99939988	0,99740208	0,99441286
Estimación superior	1,004	0,00039920	1,00239808	1,01043331	1,02260707

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 29

	RR asumido	β	RR para 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1,003	0,00029955	1,00179892	1,00781873	1,01691634
Estimación central	1,004	0,00039920	1,00239808	1,01043331	1,02260707
Estimación superior	1,005	0,00049875	1,00299701	1,01305205	1,02832394

Comparación con un nivel de Ozono de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mortalidad por todas las causas en todas las edades

Tabla 30

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1	0	1
Estimación central	1,002	0,00019980	1,01530070
Estimación superior	1,003	0,00029955	1,02302699

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 31

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	0,96262118
Estimación central	0,999	-0,00010005	0,99242503
Estimación superior	1,004	0,00039920	1,03080429

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 32

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1,003	0,00029955	1,02302699
Estimación central	1,004	0,00039920	1,03080429
Estimación superior	1,005	0,00049875	1,03863289

Mortalidad por todas las causas en todas las edades (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 33

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,00119952	0,00119808	1
Estimación superior	0,00029955	1,00179892	0,00179569	2

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 34

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,00520832	0,00518134	6
Estimación superior	0,00029955	1,00781873	0,00775807	9

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 35

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,01125164	0,01112645	13
Estimación superior	0,00029955	1,01691634	0,01663494	19

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 36

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,01530070	0,01507011	18
Estimación superior	0,00029955	1,02302699	0,02250868	26

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 37

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,99699699	-0,00301205	0
Estimación central	-0,00010005	0,99939988	-0,00060048	0
Estimación superior	0,00039920	1,00239808	0,00239235	0

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 38

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,98705195	-0,01311790	-1
Estimación central	-0,00010005	0,99740208	-0,00260469	0
Estimación superior	0,00039920	1,01043331	0,01032558	1

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 39

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,97232007	-0,02846792	-3
Estimación central	-0,00010005	0,99441286	-0,00561853	-1
Estimación superior	0,00039920	1,02260707	0,02210729	2

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 40

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	-0,00050125	0,96262118	-0,03883025	-3
Estimación central	-0,00010005	0,99242503	-0,00763278	-1
Estimación superior	0,00039920	1,03080429	0,02988374	3

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 41

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,00179892	0,00179569	1
Estimación central	0,00039920	1,00239808	0,00239235	1
Estimación superior	0,00049875	1,00299701	0,00298805	1

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 42

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,00781873	0,00775807	4
Estimación central	0,00039920	1,01043331	0,01032558	5
Estimación superior	0,00049875	1,01305205	0,01288389	6

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 43

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,01691634	0,01663494	8
Estimación central	0,00039920	1,02260707	0,02210729	10
Estimación superior	0,00049875	1,02832394	0,02754379	13

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 44

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,00029955	1,02302699	0,02250868	11
Estimación central	0,00039920	1,03080429	0,02988374	14
Estimación superior	0,00049875	1,03863289	0,03719590	18

Tablas de resultados en población general

Año 2002

PM₁₀

Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en todas las edades: mortalidad por todas las causas (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 40 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 40 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 1

	β	RR=exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0006	0,996	-0,004	-10
Estimación central	0,0008	0,995	-0,005	-14
Estimación superior	0,0010	0,993	-0,007	-17

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 20 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 20 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 2

	β	RR=exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0006	1,008	0,008	20
Estimación central	0,0008	1,011	0,011	27
Estimación superior	0,0010	1,013	0,013	33

Mortalidad atribuible para una [PM₁₀] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 10 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 3

	β	RR=exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0006	1,014	0,014	35
Estimación central	0,0008	1,019	0,018	47
Estimación superior	0,0010	1,024	0,023	58

Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en niños menores de 5 años: mortalidad respiratoria y por todas las causas (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una $[PM_{10}]$ de referencia de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 4

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= $(RR-1)/RR$	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	0,998	-0,002	0	0
Estimación central	0,00166	0,989	-0,011	0	0
Estimación superior	0,0030	0,980	-0,020	0	0

Mortalidad prevenible para una $[PM_{10}]$ de referencia de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 5

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= $(RR-1)/RR$	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	1,005	0,004	0	0
Estimación central	0,00166	1,022	0,022	0	0
Estimación superior	0,0030	1,041	0,039	0	1

Mortalidad atribuible para una $[PM_{10}]$ de referencia de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 6

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= $(RR-1)/RR$	MA Resp	MA Tc
Estimación inferior	0,00034	1,008	0,008	0	0
Estimación central	0,00166	1,039	0,038	0	1
Estimación superior	0,0030	1,072	0,067	0	1

PM_{2,5}

Mortalidad cardiopulmonar relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años

Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 25 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 25 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 7

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0562	0,998	-0,002	-1
Estimación central	0,1552	0,996	-0,004	-3
Estimación superior	0,2541	0,993	-0,007	-5

Relación lineal alternativa:

Tabla 8

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0032	0,998	-0,002	-2
Estimación central	0,0089	0,994	-0,007	-5
Estimación superior	0,0146	0,989	-0,011	-8

Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 10 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 9

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0562	1,048	0,046	33
Estimación central	0,1552	1,138	0,121	89
Estimación superior	0,2541	1,235	0,191	139

Relación lineal alternativa:

Tabla 10

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0032	1,047	0,045	33
Estimación central	0,0089	1,136	0,120	87
Estimación superior	0,0146	1,232	0,189	138

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 7,5 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 7,5 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 11

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0562	1,063	0,059	43
Estimación central	0,1552	1,184	0,156	114
Estimación superior	0,2541	1,319	0,242	177

Relación lineal alternativa:

Tabla 12

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0032	1,055	0,053	38
Estimación central	0,0089	1,162	0,139	102
Estimación superior	0,0146	1,278	0,218	159

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 5 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 5 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 13

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0562	1,084	0,078	57
Estimación central	0,1552	1,250	0,200	146
Estimación superior	0,2541	1,441	0,306	224

Relación lineal alternativa:

Tabla 14

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0032	1,064	0,060	44
Estimación central	0,0089	1,188	0,158	116
Estimación superior	0,0146	1,326	0,246	180

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 3 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 3 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 15

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0562	1,109	0,098	72
Estimación central	0,1552	1,331	0,249	182
Estimación superior	0,2541	1,597	0,374	273

Relación lineal alternativa:

Tabla 16

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0032	1,071	0,066	48
Estimación central	0,0089	1,209	0,173	126
Estimación superior	0,0146	1,365	0,268	196

Mortalidad por cáncer de pulmón relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años

Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 25 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 25 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 17

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0856	0,998	-0,002	0
Estimación central	0,2322	0,993	-0,007	-1
Estimación superior	0,3787	0,989	-0,011	-1

Relación lineal alternativa:

Tabla 18

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0043	0,997	-0,003	0
Estimación central	0,0127	0,991	-0,009	-1
Estimación superior	0,0210	0,985	-0,015	-2

Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 10 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 19

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0856	1,074	0,069	8
Estimación central	0,2322	1,213	0,176	21
Estimación superior	0,3787	1,370	0,270	33

Relación lineal alternativa:

Tabla 20

	β	RR = exp[β (X-Xo)]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0043	1,064	0,060	7
Estimación central	0,0127	1,198	0,165	20
Estimación superior	0,0210	1,350	0,259	32

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 7,5 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 7,5 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 21

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,098	0,089	11
Estimación central	0,2322	1,288	0,224	27
Estimación superior	0,3787	1,511	0,338	41

Relación lineal alternativa:

Tabla 22

	β	RR = exp[β (X-Xo)]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,075	0,070	9
Estimación central	0,0127	1,237	0,191	23
Estimación superior	0,0210	1,423	0,297	36

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 23

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0856	1,131	0,116	14
Estimación central	0,2322	1,396	0,284	35
Estimación superior	0,3787	1,724	0,420	51

Relación lineal alternativa:

Tabla 24

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0043	1,087	0,080	10
Estimación central	0,0127	1,277	0,217	26
Estimación superior	0,0210	1,499	0,333	41

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 25

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0856	1,171	0,146	18
Estimación central	0,2322	1,534	0,348	42
Estimación superior	0,3787	2,010	0,502	61

Relación lineal alternativa:

Tabla 26

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0043	1,096	0,088	11
Estimación central	0,0127	1,309	0,236	29
Estimación superior	0,0210	1,564	0,361	44

O₃

Mortalidad relacionada con la exposición a corto plazo al ozono

Comparación con niveles de Ozono de 120, 100 y 70 µg/m³

Mortalidad por todas las causas (salvo causas externas) en todas las edades

Tabla 27

	RR asumido	β	RR para 120 µg/m ³	RR para 100 µg/m ³	RR para 70 µg/m ³
Estimación inferior	1	0	1	1	1
Estimación central	1,002	0,00019980	1,00547608	1,00950201	1,01557114
Estimación superior	1,003	0,00029955	1,00822123	1,01427964	1,02343557

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 28

	RR asumido	β	RR para 120 µg/m ³	RR para 100 µg/m ³	RR para 70 µg/m ³
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	0,98639265	0,97655338	0,96197820
Estimación central	0,999	-0,00010005	0,99726907	0,99527553	0,99229269
Estimación superior	1,004	0,00039920	1,01097114	1,01907508	1,03135296

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 29

	RR asumido	β	RR para 120 µg/m ³	RR para 100 µg/m ³	RR para 70 µg/m ³
Estimación inferior	1,003	0,00029955	1,00822123	1,01427964	1,02343557
Estimación central	1,004	0,00039920	1,01097114	1,01907508	1,03135296
Estimación superior	1,005	0,00049875	1,01372579	1,02388839	1,03932364

Comparación con un nivel de Ozono de 50 µg/m³

Mortalidad por todas las causas (salvo causas externas) en todas las edades

Tabla 30

	RR asumido	β	RR para 50 µg/m ³
Estimación inferior	1	0	1
Estimación central	1,002	0,00019980	1,01963749
Estimación superior	1,003	0,00029955	1,02958539

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 31

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	0,95238247
Estimación central	0,999	-0,00010005	0,99030909
Estimación superior	1,004	0,00039920	1,03962029

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 32

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1,003	0,00029955	1,02958539
Estimación central	1,004	0,00039920	1,03962029
Estimación superior	1,005	0,00049875	1,04974286

Mortalidad por todas las causas en todas las edades (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una $[\text{O}_3]$ de referencia de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 33

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,00547608	0,00544626	14
Estimación superior	0,00029955	1,00822123	0,00815420	21

Mortalidad prevenible para una $[\text{O}_3]$ de referencia de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 34

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,00950201	0,00941257	24
Estimación superior	0,00029955	1,01427964	0,01407860	36

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 35

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,01557114	0,01533240	39
Estimación superior	0,00029955	1,02343557	0,02289892	58

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 36

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,01963749	0,01925928	49
Estimación superior	0,00029955	1,02958539	0,02873525	73

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades**Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³**

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 37

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,98639265	-0,01379507	-4
Estimación central	-0,00010005	0,99726907	-0,00273841	-1
Estimación superior	0,00039920	1,01097114	0,01085208	3

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 38

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,97655338	-0,02400956	-6
Estimación central	-0,00010005	0,99527553	-0,00474690	-1
Estimación superior	0,00039920	1,01907508	0,01871803	5

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 39

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,96197820	-0,03952460	-10
Estimación central	-0,00010005	0,99229269	-0,00776718	-2
Estimación superior	0,00039920	1,03135296	0,03039984	8

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 40

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	-0,00050125	0,95238247	-0,04999833	-13
Estimación central	-0,00010005	0,99030909	-0,00978574	-2
Estimación superior	0,00039920	1,03962029	0,03811035	10

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 41

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,00822123	0,00815420	8
Estimación central	0,00039920	1,01097114	0,01085208	10
Estimación superior	0,00049875	1,01372579	0,01353995	13

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 42

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,01427964	0,01407860	13
Estimación central	0,00039920	1,01907508	0,01871803	18
Estimación superior	0,00049875	1,02388839	0,02333105	22

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 43

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,02343557	0,02289892	22
Estimación central	0,00039920	1,03135296	0,03039984	29
Estimación superior	0,00049875	1,03932364	0,03783580	36

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de "fondo" de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 44

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,00029955	1,02958539	0,02873525	27
Estimación central	0,00039920	1,03962029	0,03811035	36
Estimación superior	0,00049875	1,04974286	0,04738576	45

Tablas de resultados en población masculina

Año 2002

PM₁₀

Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en todas las edades: mortalidad por todas las causas (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 40 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 40 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 1

	β	RR=exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0006	0,996	-0,004	-5
Estimación central	0,0008	0,995	-0,005	-7
Estimación superior	0,0010	0,993	-0,007	-9

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 20 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 20 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 2

	β	RR=exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0006	1,008	0,008	10
Estimación central	0,0008	1,011	0,011	14
Estimación superior	0,0010	1,013	0,013	17

Mortalidad atribuible para una [PM₁₀] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 10 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 3

	β	RR=exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0006	1,014	0,014	18
Estimación central	0,0008	1,019	0,018	24
Estimación superior	0,0010	1,024	0,023	30

Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en niños menores de 5 años: mortalidad respiratoria y por todas las causas (salvo causas externas)**Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 40 µg/m³**

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 40 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 4

	β	RR = exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	0,998	-0,002	0	0
Estimación central	0,00166	0,989	-0,011	0	0
Estimación superior	0,0030	0,980	-0,020	0	0

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 20 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 20 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 5

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	1,005	0,004	0	0
Estimación central	0,00166	1,022	0,022	0	0
Estimación superior	0,0030	1,041	0,039	0	0

Mortalidad atribuible para una [PM₁₀] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 10 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 6

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA Resp	MA Tc
Estimación inferior	0,00034	1,008	0,008	0	0
Estimación central	0,00166	1,039	0,038	0	0
Estimación superior	0,0030	1,072	0,067	0	1

PM_{2,5}

Mortalidad cardiopulmonar relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años

Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 25 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 25 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 7

	β	RR= [(X+1)/(X ₀ +1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0562	0,998	-0,002	-1
Estimación central	0,1552	0,996	-0,004	-2
Estimación superior	0,2541	0,993	-0,007	-3

Relación lineal alternativa:

Tabla 8

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0032	0,998	-0,002	-1
Estimación central	0,0089	0,994	-0,007	-3
Estimación superior	0,0146	0,989	-0,011	-4

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 9

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0562	1,048	0,046	18
Estimación central	0,1552	1,138	0,121	47
Estimación superior	0,2541	1,235	0,191	75

Relación lineal alternativa:

Tabla 10

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0032	1,047	0,045	18
Estimación central	0,0089	1,136	0,120	47
Estimación superior	0,0146	1,232	0,189	74

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 11

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0562	1,063	0,059	23
Estimación central	0,1552	1,184	0,156	61
Estimación superior	0,2541	1,319	0,242	95

Relación lineal alternativa:

Tabla 12

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0032	1,055	0,053	21
Estimación central	0,0089	1,162	0,139	55
Estimación superior	0,0146	1,278	0,218	85

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 13

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0562	1,084	0,078	30
Estimación central	0,1552	1,250	0,200	78
Estimación superior	0,2541	1,441	0,306	120

Relación lineal alternativa:

Tabla 14

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0032	1,064	0,060	24
Estimación central	0,0089	1,188	0,158	62
Estimación superior	0,0146	1,326	0,246	96

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 15

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0562	1,109	0,098	39
Estimación central	0,1552	1,331	0,249	98
Estimación superior	0,2541	1,597	0,374	147

Relación lineal alternativa:

Tabla 16

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0032	1,071	0,066	26
Estimación central	0,0089	1,209	0,173	68
Estimación superior	0,0146	1,365	0,268	105

Mortalidad por cáncer de pulmón relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 17

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0856	0,998	-0,002	0
Estimación central	0,2322	0,993	-0,007	-1
Estimación superior	0,3787	0,989	-0,011	-1

Relación lineal alternativa:

Tabla 18

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0043	0,997	-0,003	0
Estimación central	0,0127	0,991	-0,009	-1
Estimación superior	0,0210	0,985	-0,015	-2

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 19

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0856	1,074	0,069	7
Estimación central	0,2322	1,213	0,176	19
Estimación superior	0,3787	1,370	0,270	29

Relación lineal alternativa:

Tabla 20

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0043	1,064	0,060	6
Estimación central	0,0127	1,198	0,165	18
Estimación superior	0,0210	1,350	0,259	27

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 21

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,098	0,089	9
Estimación central	0,2322	1,288	0,224	24
Estimación superior	0,3787	1,511	0,338	36

Relación lineal alternativa:

Tabla 22

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,075	0,070	7
Estimación central	0,0127	1,237	0,191	20
Estimación superior	0,0210	1,423	0,297	31

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 23

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,131	0,116	12
Estimación central	0,2322	1,396	0,284	30
Estimación superior	0,3787	1,724	0,420	45

Relación lineal alternativa:

Tabla 24

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,087	0,080	8
Estimación central	0,0127	1,277	0,217	23
Estimación superior	0,0210	1,499	0,333	35

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de "fondo" de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 25

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]^{\exp \beta}$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,171	0,146	15
Estimación central	0,2322	1,534	0,348	37
Estimación superior	0,3787	2,010	0,502	53

Relación lineal alternativa:

Tabla 26

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,096	0,088	9
Estimación central	0,0127	1,309	0,236	25
Estimación superior	0,0210	1,564	0,361	38

O₃

Mortalidad relacionada con la exposición a corto plazo al ozono

Comparación con niveles de Ozono de 120, 100 y $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Mortalidad por todas las causas (salvo causas externas) en todas las edades

Tabla 27

	RR asumido	β	RR para $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1	0	1	1	1
Estimación central	1,002	0,00019980	1,00547608	1,00950201	1,01557114
Estimación superior	1,003	0,00029955	1,00822123	1,01427964	1,02343557

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 28

	RR asumido	β	RR para 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	0,98639265	0,97655338	0,96197820
Estimación central	0,999	-0,00010005	0,99726907	0,99527553	0,99229269
Estimación superior	1,004	0,00039920	1,01097114	1,01907508	1,03135296

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 29

	RR asumido	β	RR para 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1,003	0,00029955	1,00822123	1,01427964	1,02343557
Estimación central	1,004	0,00039920	1,01097114	1,01907508	1,03135296
Estimación superior	1,005	0,00049875	1,01372579	1,02388839	1,03932364

Comparación con un nivel de Ozono de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mortalidad por todas las causas en todas las edades

Tabla 30

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1	0	1
Estimación central	1,002	0,00019980	1,01963749
Estimación superior	1,003	0,00029955	1,02958539

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 31

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	0,95238247
Estimación central	0,999	-0,00010005	0,99030909
Estimación superior	1,004	0,00039920	1,03962029

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 32

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1,003	0,00029955	1,02958539
Estimación central	1,004	0,00039920	1,03962029
Estimación superior	1,005	0,00049875	1,04974286

Mortalidad por todas las causas en todas las edades (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una $[\text{O}_3]$ de referencia de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 33

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,00547608	0,00544626	7
Estimación superior	0,00029955	1,00822123	0,00815420	11

Mortalidad prevenible para una $[\text{O}_3]$ de referencia de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 34

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,00950201	0,00941257	12
Estimación superior	0,00029955	1,01427964	0,01407860	19

Mortalidad prevenible para una $[\text{O}_3]$ de referencia de 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 35

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,01557114	0,01533240	20
Estimación superior	0,00029955	1,02343557	0,02289892	30

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 36

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,01963749	0,01925928	25
Estimación superior	0,00029955	1,02958539	0,02873525	38

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 37

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,98639265	-0,01379507	-2
Estimación central	-0,00010005	0,99726907	-0,00273841	0
Estimación superior	0,00039920	1,01097114	0,01085208	2

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 38

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,97655338	-0,02400956	-4
Estimación central	-0,00010005	0,99527553	-0,00474690	-1
Estimación superior	0,00039920	1,01907508	0,01871803	3

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 39

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,96197820	-0,03952460	-6
Estimación central	-0,00010005	0,99229269	-0,00776718	-1
Estimación superior	0,00039920	1,03135296	0,03039984	5

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 40

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	-0,00050125	0,95238247	-0,04999833	-7
Estimación central	-0,00010005	0,99030909	-0,00978574	-1
Estimación superior	0,00039920	1,03962029	0,03811035	6

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 41

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,00822123	0,00815420	3
Estimación central	0,00039920	1,01097114	0,01085208	4
Estimación superior	0,00049875	1,01372579	0,01353995	6

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 42

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,01427964	0,01407860	6
Estimación central	0,00039920	1,01907508	0,01871803	8
Estimación superior	0,00049875	1,02388839	0,02333105	10

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 43

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,02343557	0,02289892	9
Estimación central	0,00039920	1,03135296	0,03039984	12
Estimación superior	0,00049875	1,03932364	0,03783580	15

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 44

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,00029955	1,02958539	0,02873525	12
Estimación central	0,00039920	1,03962029	0,03811035	16
Estimación superior	0,00049875	1,04974286	0,04738576	19

Tablas de resultados en población femenina

Año 2002

PM₁₀

Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en todas las edades: mortalidad por todas las causas (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 40 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 40 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 1

	β	RR=exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0006	0,996	-0,004	-5
Estimación central	0,0008	0,995	-0,005	-7
Estimación superior	0,0010	0,993	-0,007	-8

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 20 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 20 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 2

	β	RR=exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0006	1,008	0,008	10
Estimación central	0,0008	1,011	0,011	13
Estimación superior	0,0010	1,013	0,013	16

Mortalidad atribuible para una [PM₁₀] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 10 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 3

	β	RR=exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0006	1,014	0,014	17
Estimación central	0,0008	1,019	0,018	22
Estimación superior	0,0010	1,024	0,023	28

Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en niños menores de 5 años: mortalidad respiratoria y por todas las causas (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 40 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 40 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 4

	β	RR = exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	0,998	-0,002	0	0
Estimación central	0,00166	0,989	-0,011	0	0
Estimación superior	0,0030	0,980	-0,020	0	0

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 20 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 20 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 5

	β	RR = exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	1,005	0,004	0	0
Estimación central	0,00166	1,022	0,022	0	0
Estimación superior	0,0030	1,041	0,039	0	0

Mortalidad atribuible para una [PM₁₀] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 10 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 6

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA Resp	MA Tc
Estimación inferior	0,00034	1,008	0,008	0	0
Estimación central	0,00166	1,039	0,038	0	0
Estimación superior	0,0030	1,072	0,067	0	0

PM_{2,5}**Mortalidad cardiopulmonar relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años****Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 25 µg/m³**

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 25 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 7

	β	RR= [(X+1)/(X ₀ +1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0562	0,998	-0,002	-1
Estimación central	0,1552	0,996	-0,004	-1
Estimación superior	0,2541	0,993	-0,007	-2

Relación lineal alternativa:

Tabla 8

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0032	0,998	-0,002	-1
Estimación central	0,0089	0,994	-0,007	-2
Estimación superior	0,0146	0,989	-0,011	-4

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 9

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MP
Estimación inferior	0,0562	1,048	0,046	15
Estimación central	0,1552	1,138	0,121	41
Estimación superior	0,2541	1,235	0,191	65

Relación lineal alternativa:

Tabla 10

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MP
Estimación inferior	0,0032	1,047	0,045	15
Estimación central	0,0089	1,136	0,120	41
Estimación superior	0,0146	1,232	0,189	64

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 11

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0562	1,063	0,059	20
Estimación central	0,1552	1,184	0,156	53
Estimación superior	0,2541	1,319	0,242	82

Relación lineal alternativa:

Tabla 12

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0032	1,055	0,053	18
Estimación central	0,0089	1,162	0,139	47
Estimación superior	0,0146	1,278	0,218	74

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 13

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0562	1,084	0,078	26
Estimación central	0,1552	1,250	0,200	68
Estimación superior	0,2541	1,441	0,306	104

Relación lineal alternativa:

Tabla 14

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0032	1,064	0,060	20
Estimación central	0,0089	1,188	0,158	54
Estimación superior	0,0146	1,326	0,246	83

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 15

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0562	1,109	0,098	33
Estimación central	0,1552	1,331	0,249	84
Estimación superior	0,2541	1,597	0,374	127

Relación lineal alternativa:

Tabla 16

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0032	1,071	0,066	22
Estimación central	0,0089	1,209	0,173	59
Estimación superior	0,0146	1,365	0,268	91

Mortalidad por cáncer de pulmón relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 17

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MP
Estimación inferior	0,0856	0,998	-0,002	0
Estimación central	0,2322	0,993	-0,007	0
Estimación superior	0,3787	0,989	-0,011	0

Relación lineal alternativa:

Tabla 18

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MP
Estimación inferior	0,0043	0,997	-0,003	0
Estimación central	0,0127	0,991	-0,009	0
Estimación superior	0,0210	0,985	-0,015	0

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 19

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MP
Estimación inferior	0,0856	1,074	0,069	1
Estimación central	0,2322	1,213	0,176	3
Estimación superior	0,3787	1,370	0,270	4

Relación lineal alternativa:

Tabla 20

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MP
Estimación inferior	0,0043	1,064	0,060	1
Estimación central	0,0127	1,198	0,165	3
Estimación superior	0,0210	1,350	0,259	4

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 7,5 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 7,5 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 21

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,098	0,089	1
Estimación central	0,2322	1,288	0,224	4
Estimación superior	0,3787	1,511	0,338	5

Relación lineal alternativa:

Tabla 22

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,075	0,070	1
Estimación central	0,0127	1,237	0,191	3
Estimación superior	0,0210	1,423	0,297	5

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 5 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 5 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 23

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,131	0,116	2
Estimación central	0,2322	1,396	0,284	5
Estimación superior	0,3787	1,724	0,420	7

Relación lineal alternativa:

Tabla 24

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,087	0,080	1
Estimación central	0,0127	1,277	0,217	3
Estimación superior	0,0210	1,499	0,333	5

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 3 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 3 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 25

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,171	0,146	2
Estimación central	0,2322	1,534	0,348	6
Estimación superior	0,3787	2,010	0,502	8

Relación lineal alternativa:

Tabla 26

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,096	0,088	1
Estimación central	0,0127	1,309	0,236	4
Estimación superior	0,0210	1,564	0,361	6

O₃

Mortalidad relacionada con la exposición a corto plazo al ozono

Comparación con niveles de Ozono de 120, 100 y 70 µg/m³

Mortalidad por todas las causas (salvo causas externas) en todas las edades

Tabla 27

	RR asumido	β	RR para 120 µg/m ³	RR para 100 µg/m ³	RR para 70 µg/m ³
Estimación inferior	1	0	1	1	1
Estimación central	1,002	0,00019980	1,00547608	1,00950201	1,01557114
Estimación superior	1,003	0,00029955	1,00822123	1,01427964	1,02343557

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 28

	RR asumido	β	RR para 120 µg/m ³	RR para 100 µg/m ³	RR para 70 µg/m ³
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	0,98639265	0,97655338	0,96197820
Estimación central	0,999	-0,00010005	0,99726907	0,99527553	0,99229269
Estimación superior	1,004	0,00039920	1,01097114	1,01907508	1,03135296

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 29

	RR asumido	β	RR para 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1,003	0,00029955	1,00822123	1,01427964	1,02343557
Estimación central	1,004	0,00039920	1,01097114	1,01907508	1,03135296
Estimación superior	1,005	0,00049875	1,01372579	1,02388839	1,03932364

Comparación con un nivel de Ozono de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mortalidad por todas las causas en todas las edades

Tabla 30

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1	0	1
Estimación central	1,002	0,00019980	1,01963749
Estimación superior	1,003	0,00029955	1,02958539

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 31

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	0,95238247
Estimación central	0,999	-0,00010005	0,99030909
Estimación superior	1,004	0,00039920	1,03962029

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 32

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1,003	0,00029955	1,02958539
Estimación central	1,004	0,00039920	1,03962029
Estimación superior	1,005	0,00049875	1,04974286

Mortalidad por todas las causas en todas las edades (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una $[O_3]$ de referencia de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 33

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,00547608	0,00544626	7
Estimación superior	0,00029955	1,00822123	0,00815420	10

Mortalidad prevenible para una $[O_3]$ de referencia de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 34

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,00950201	0,00941257	11
Estimación superior	0,00029955	1,01427964	0,01407860	17

Mortalidad prevenible para una $[O_3]$ de referencia de $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 35

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,01557114	0,01533240	19
Estimación superior	0,00029955	1,02343557	0,02289892	28

Mortalidad atribuible para una $[O_3]$ de referencia de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 36

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,01963749	0,01925928	23
Estimación superior	0,00029955	1,02958539	0,02873525	35

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 37

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,98639265	-0,01379507	-1
Estimación central	-0,00010005	0,99726907	-0,00273841	0
Estimación superior	0,00039920	1,01097114	0,01085208	1

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 38

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,97655338	-0,02400956	-3
Estimación central	-0,00010005	0,99527553	-0,00474690	0
Estimación superior	0,00039920	1,01907508	0,01871803	2

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 39

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,96197820	-0,03952460	-4
Estimación central	-0,00010005	0,99229269	-0,00776718	-1
Estimación superior	0,00039920	1,03135296	0,03039984	3

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 40

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	-0,00050125	0,95238247	-0,04999833	-5
Estimación central	-0,00010005	0,99030909	-0,00978574	-1
Estimación superior	0,00039920	1,03962029	0,03811035	4

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Mortalidad prevenible para una $[O_3]$ de referencia de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 41

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,00822123	0,00815420	4
Estimación central	0,00039920	1,01097114	0,01085208	6
Estimación superior	0,00049875	1,01372579	0,01353995	7

Mortalidad prevenible para una $[O_3]$ de referencia de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 42

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,01427964	0,01407860	8
Estimación central	0,00039920	1,01907508	0,01871803	10
Estimación superior	0,00049875	1,02388839	0,02333105	13

Mortalidad prevenible para una $[O_3]$ de referencia de $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 43

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,02343557	0,02289892	12
Estimación central	0,00039920	1,03135296	0,03039984	16
Estimación superior	0,00049875	1,03932364	0,03783580	20

Mortalidad atribuible para una $[O_3]$ de referencia de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de "fondo" de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 44

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,00029955	1,02958539	0,02873525	16
Estimación central	0,00039920	1,03962029	0,03811035	21
Estimación superior	0,00049875	1,04974286	0,04738576	26

Tablas de resultados en población general

Año 2003

PM₁₀

Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en todas las edades: mortalidad por todas las causas (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 40 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 40 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 1

	β	RR=exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0006	0,994	-0,006	-15
Estimación central	0,0008	0,992	-0,008	-20
Estimación superior	0,0010	0,990	-0,010	-25

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 20 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 20 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 2

	β	RR=exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0006	1,006	0,006	16
Estimación central	0,0008	1,008	0,008	21
Estimación superior	0,0010	1,010	0,010	26

Mortalidad atribuible para una [PM₁₀] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de "fondo" de 10 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 3

	β	RR=exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0006	1,012	0,012	31
Estimación central	0,0008	1,016	0,016	41
Estimación superior	0,0010	1,020	0,020	51

Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en niños menores de 5 años: mortalidad respiratoria y por todas las causas (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una $[PM_{10}]$ de referencia de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 4

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= $(RR-1)/RR$	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	0,997	-0,003	0	0
Estimación central	0,00166	0,984	-0,016	0	0
Estimación superior	0,0030	0,971	-0,030	0	0

Mortalidad prevenible para una $[PM_{10}]$ de referencia de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 5

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= $(RR-1)/RR$	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	1,003	0,003	0	0
Estimación central	0,00166	1,017	0,017	0	0
Estimación superior	0,0030	1,031	0,030	0	0

Mortalidad atribuible para una $[PM_{10}]$ de referencia de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 6

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= $(RR-1)/RR$	MA Resp	MA Tc
Estimación inferior	0,00034	1,007	0,007	0	0
Estimación central	0,00166	1,034	0,033	0	0
Estimación superior	0,0030	1,062	0,059	0	1

PM_{2,5}

Mortalidad cardiopulmonar relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años

Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 25 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 25 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 7

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0562	0,993	-0,007	-5
Estimación central	0,1552	0,981	-0,019	-14
Estimación superior	0,2541	0,970	-0,031	-24

Relación lineal alternativa:

Tabla 8

	β	RR = exp[β (X-Xo)]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0032	0,990	-0,010	-7
Estimación central	0,0089	0,974	-0,027	-20
Estimación superior	0,0146	0,957	-0,045	-34

Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 10 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 9

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0562	1,042	0,041	31
Estimación central	0,1552	1,121	0,108	82
Estimación superior	0,2541	1,206	0,171	129

Relación lineal alternativa:

Tabla 10

	β	RR = exp[β (X-Xo)]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0032	1,039	0,038	29
Estimación central	0,0089	1,113	0,102	77
Estimación superior	0,0146	1,192	0,161	122

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 7,5 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 7,5 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 11

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0562	1,058	0,054	41
Estimación central	0,1552	1,167	0,143	108
Estimación superior	0,2541	1,288	0,224	168

Relación lineal alternativa:

Tabla 12

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0032	1,048	0,046	34
Estimación central	0,0089	1,138	0,122	92
Estimación superior	0,0146	1,237	0,192	144

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 5 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 5 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 13

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0562	1,078	0,073	55
Estimación central	0,1552	1,232	0,188	142
Estimación superior	0,2541	1,407	0,289	218

Relación lineal alternativa:

Tabla 14

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0032	1,056	0,053	40
Estimación central	0,0089	1,164	0,141	106
Estimación superior	0,0146	1,283	0,221	166

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 3 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 3 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 15

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0562	1,103	0,094	71
Estimación central	0,1552	1,312	0,238	179
Estimación superior	0,2541	1,560	0,359	270

Relación lineal alternativa:

Tabla 16

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0032	1,063	0,059	45
Estimación central	0,0089	1,185	0,156	118
Estimación superior	0,0146	1,321	0,243	183

Mortalidad por cáncer de pulmón relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años

Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 25 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 25 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 17

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0856	0,990	-0,010	-1
Estimación central	0,2322	0,972	-0,029	-4
Estimación superior	0,3787	0,955	-0,047	-6

Relación lineal alternativa:

Tabla 18

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0043	0,987	-0,013	-2
Estimación central	0,0127	0,963	-0,038	-5
Estimación superior	0,0210	0,939	-0,065	-8

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 19

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MP
Estimación inferior	0,0856	1,065	0,061	8
Estimación central	0,2322	1,187	0,158	20
Estimación superior	0,3787	1,323	0,244	30

Relación lineal alternativa:

Tabla 20

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MP
Estimación inferior	0,0043	1,053	0,051	6
Estimación central	0,0127	1,165	0,141	18
Estimación superior	0,0210	1,287	0,223	28

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 21

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0856	1,089	0,082	10
Estimación central	0,2322	1,260	0,207	26
Estimación superior	0,3787	1,458	0,314	39

Relación lineal alternativa:

Tabla 22

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0043	1,065	0,061	8
Estimación central	0,0127	1,202	0,168	21
Estimación superior	0,0210	1,357	0,263	33

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 5 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 5 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 23

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,122	0,109	14
Estimación central	0,2322	1,366	0,268	34
Estimación superior	0,3787	1,664	0,399	50

Relación lineal alternativa:

Tabla 24

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,076	0,071	9
Estimación central	0,0127	1,241	0,194	24
Estimación superior	0,0210	1,430	0,301	38

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 3 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 3 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 25

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,162	0,139	17
Estimación central	0,2322	1,501	0,334	42
Estimación superior	0,3787	1,940	0,485	61

Relación lineal alternativa:

Tabla 26

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,086	0,079	10
Estimación central	0,0127	1,273	0,214	27
Estimación superior	0,0210	1,492	0,330	41

O₃

Mortalidad relacionada con la exposición a corto plazo al ozono

Comparación con niveles de Ozono de 120, 100 y 70 µg/m³

Mortalidad por todas las causas (salvo causas externas) en todas las edades

Tabla 27

	RR asumido	β	RR para 120 µg/m ³	RR para 100 µg/m ³	RR para 70 µg/m ³
Estimación inferior	1	0	1	1	1
Estimación central	1,002	0,00019980	1,00977111	1,01381423	1,01990929
Estimación superior	1,003	0,00029955	1,01468502	1,02078227	1,02999690

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 28

	RR asumido	β	RR para 120 µg/m ³	RR para 100 µg/m ³	RR para 70 µg/m ³
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	0,97590060	0,96616600	0,95174585
Estimación central	0,999	-0,00010005	0,99514270	0,99315341	0,99017693
Estimación superior	1,004	0,00039920	1,01961792	1,02779118	1,04017407

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 29

	RR asumido	β	RR para 120 µg/m ³	RR para 100 µg/m ³	RR para 70 µg/m ³
Estimación inferior	1,003	0,00029955	1,01468502	1,02078227	1,02999690
Estimación central	1,004	0,00039920	1,01961792	1,02779118	1,04017407
Estimación superior	1,005	0,00049875	1,02456985	1,03484117	1,05044153

Comparación con un nivel de Ozono de 50 µg/m³

Mortalidad por todas las causas (salvo causas externas) en todas las edades

Tabla 30

	RR asumido	β	RR para 50 µg/m ³
Estimación inferior	1	0	1
Estimación central	1,002	0,00019980	1,02399301
Estimación superior	1,003	0,00029955	1,03618615

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 31

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	0,94225218
Estimación central	0,999	-0,00010005	0,98819756
Estimación superior	1,004	0,00039920	1,04851211

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 32

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1,003	0,00029955	1,03618615
Estimación central	1,004	0,00039920	1,04851211
Estimación superior	1,005	0,00049875	1,06097220

Mortalidad por todas las causas en todas las edades (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una $[\text{O}_3]$ de referencia de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 33

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,00977111	0,00967656	25
Estimación superior	0,00029955	1,01468502	0,01447250	37

Mortalidad prevenible para una $[\text{O}_3]$ de referencia de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 34

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,01381423	0,01362600	35
Estimación superior	0,00029955	1,02078227	0,02035916	52

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 35

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,01990929	0,01952065	50
Estimación superior	0,00029955	1,02999690	0,02912329	74

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 36

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,02399301	0,02343083	60
Estimación superior	0,00029955	1,03618615	0,03492244	89

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 37

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,97590060	-0,02469452	-7
Estimación central	-0,00010005	0,99514270	-0,00488101	-1
Estimación superior	0,00039920	1,01961792	0,01924046	5

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 38

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,96616600	-0,03501883	-10
Estimación central	-0,00010005	0,99315341	-0,00689379	-2
Estimación superior	0,00039920	1,02779118	0,02703971	8

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 39

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,95174585	-0,05070067	-14
Estimación central	-0,00010005	0,99017693	-0,00992052	-3
Estimación superior	0,00039920	1,04017407	0,03862245	11

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 40

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	-0,00050125	0,94225218	-0,06128701	-17
Estimación central	-0,00010005	0,98819756	-0,01194340	-3
Estimación superior	0,00039920	1,04851211	0,04626757	13

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 41

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,01468502	0,01447250	13
Estimación central	0,00039920	1,01961792	0,01924046	17
Estimación superior	0,00049875	1,02456985	0,02398065	21

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 42

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,02078227	0,02035916	18
Estimación central	0,00039920	1,02779118	0,02703971	24
Estimación superior	0,00049875	1,03484117	0,03366813	29

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 43

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,02999690	0,02912329	25
Estimación central	0,00039920	1,04017407	0,03862245	34
Estimación superior	0,00049875	1,05044153	0,04801936	42

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de "fondo" de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 44

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,00029955	1,03618615	0,03492244	30
Estimación central	0,00039920	1,04851211	0,04626757	40
Estimación superior	0,00049875	1,06097220	0,05746824	50

Tablas de resultados en población masculina

Año 2003

PM_{2,5}

Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en todas las edades: mortalidad por todas las causas (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 40 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 40 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 1

	β	RR=exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0006	0,994	-0,006	-8
Estimación central	0,0008	0,992	-0,008	-10
Estimación superior	0,0010	0,990	-0,010	-13

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 20 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 20 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 2

	β	RR=exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0006	1,006	0,006	8
Estimación central	0,0008	1,008	0,008	11
Estimación superior	0,0010	1,010	0,010	13

Mortalidad atribuible para una [PM₁₀] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 10 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 3

	β	RR=exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0006	1,012	0,012	16
Estimación central	0,0008	1,016	0,016	21
Estimación superior	0,0010	1,020	0,020	26

Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en niños menores de 5 años: mortalidad respiratoria y por todas las causas (salvo causas externas)**Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 40 µg/m³**

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 40 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 4

	β	RR = exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	0,997	-0,003	0	0
Estimación central	0,00166	0,984	-0,016	0	0
Estimación superior	0,0030	0,971	-0,030	0	0

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 20 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 20 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 5

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= $(RR-1)/RR$	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	1,003	0,003	0	0
Estimación central	0,00166	1,017	0,017	0	0
Estimación superior	0,0030	1,031	0,030	0	0

Mortalidad atribuible para una [PM₁₀] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 10 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 6

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= $(RR-1)/RR$	MA Resp	MA Tc
Estimación inferior	0,00034	1,007	0,007	0	0
Estimación central	0,00166	1,034	0,033	0	0
Estimación superior	0,0030	1,062	0,059	0	0

PM_{2,5}

Mortalidad cardiopulmonar relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años

Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 25 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 25 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 7

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0562	0,993	-0,007	-3
Estimación central	0,1552	0,981	-0,019	-8
Estimación superior	0,2541	0,970	-0,031	-12

Relación lineal alternativa:

Tabla 8

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0032	0,990	-0,010	-4
Estimación central	0,0089	0,974	-0,027	-11
Estimación superior	0,0146	0,957	-0,045	-18

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 9

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0562	1,042	0,041	16
Estimación central	0,1552	1,121	0,108	43
Estimación superior	0,2541	1,206	0,171	67

Relación lineal alternativa:

Tabla 10

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0032	1,039	0,038	15
Estimación central	0,0089	1,113	0,102	40
Estimación superior	0,0146	1,192	0,161	64

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 11

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0562	1,058	0,054	21
Estimación central	0,1552	1,167	0,143	56
Estimación superior	0,2541	1,288	0,224	88

Relación lineal alternativa:

Tabla 12

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0032	1,048	0,046	18
Estimación central	0,0089	1,138	0,122	48
Estimación superior	0,0146	1,237	0,192	75

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 13

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0562	1,078	0,073	29
Estimación central	0,1552	1,232	0,188	74
Estimación superior	0,2541	1,407	0,289	114

Relación lineal alternativa:

Tabla 14

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0032	1,056	0,053	21
Estimación central	0,0089	1,164	0,141	56
Estimación superior	0,0146	1,283	0,221	87

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 15

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0562	1,103	0,094	37
Estimación central	0,1552	1,312	0,238	94
Estimación superior	0,2541	1,560	0,359	141

Relación lineal alternativa:

Tabla 16

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0032	1,063	0,059	23
Estimación central	0,0089	1,185	0,156	62
Estimación superior	0,0146	1,321	0,243	96

Mortalidad por cáncer de pulmón relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 17

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0856	0,990	-0,010	-1
Estimación central	0,2322	0,972	-0,029	-3
Estimación superior	0,3787	0,955	-0,047	-5

Relación lineal alternativa:

Tabla 18

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0043	0,987	-0,013	-1
Estimación central	0,0127	0,963	-0,038	-4
Estimación superior	0,0210	0,939	-0,065	-7

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 19

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0856	1,065	0,061	7
Estimación central	0,2322	1,187	0,158	18
Estimación superior	0,3787	1,323	0,244	28

Relación lineal alternativa:

Tabla 20

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0043	1,053	0,051	6
Estimación central	0,0127	1,165	0,141	16
Estimación superior	0,0210	1,287	0,223	25

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 21

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,089	0,082	9
Estimación central	0,2322	1,260	0,207	23
Estimación superior	0,3787	1,458	0,314	36

Relación lineal alternativa:

Tabla 22

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,065	0,061	7
Estimación central	0,0127	1,202	0,168	19
Estimación superior	0,0210	1,357	0,263	30

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 23

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,122	0,109	12
Estimación central	0,2322	1,366	0,268	30
Estimación superior	0,3787	1,664	0,399	45

Relación lineal alternativa:

Tabla 24

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,076	0,071	8
Estimación central	0,0127	1,241	0,194	22
Estimación superior	0,0210	1,430	0,301	34

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 25

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,162	0,139	16
Estimación central	0,2322	1,501	0,334	38
Estimación superior	0,3787	1,940	0,485	55

Relación lineal alternativa:

Tabla 26

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,086	0,079	9
Estimación central	0,0127	1,273	0,214	24
Estimación superior	0,0210	1,492	0,330	37

O₃

Mortalidad relacionada con la exposición a corto plazo al ozono

Comparación con niveles de Ozono de 120, 100 y $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Mortalidad por todas las causas (salvo causas externas) en todas las edades

Tabla 27

	RR asumido	β	RR para $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1	0	1	1	1
Estimación central	1,002	0,00019980	1,00977111	1,01381423	1,01990929
Estimación superior	1,003	0,00029955	1,01468502	1,02078227	1,02999690

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 28

	RR asumido	β	RR para 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	0,97590060	0,96616600	0,95174585
Estimación central	0,999	-0,00010005	0,99514270	0,99315341	0,99017693
Estimación superior	1,004	0,00039920	1,01961792	1,02779118	1,04017407

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 29

	RR asumido	β	RR para 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1,003	0,00029955	1,01468502	1,02078227	1,02999690
Estimación central	1,004	0,00039920	1,01961792	1,02779118	1,04017407
Estimación superior	1,005	0,00049875	1,02456985	1,03484117	1,05044153

Comparación con un nivel de Ozono de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mortalidad por todas las causas en todas las edades

Tabla 30

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1	0	1
Estimación central	1,002	0,00019980	1,02399301
Estimación superior	1,003	0,00029955	1,03618615

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 31

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	0,94225218
Estimación central	0,999	-0,00010005	0,98819756
Estimación superior	1,004	0,00039920	1,04851211

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 32

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1,003	0,00029955	1,03618615
Estimación central	1,004	0,00039920	1,04851211
Estimación superior	1,005	0,00049875	1,06097220

Mortalidad por todas las causas en todas las edades (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una $[\text{O}_3]$ de referencia de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 33

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,00977111	0,00967656	13
Estimación superior	0,00029955	1,01468502	0,01447250	19

Mortalidad prevenible para una $[\text{O}_3]$ de referencia de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 34

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,01381423	0,01362600	18
Estimación superior	0,00029955	1,02078227	0,02035916	27

Mortalidad prevenible para una $[\text{O}_3]$ de referencia de 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 35

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,01990929	0,01952065	26
Estimación superior	0,00029955	1,02999690	0,02912329	39

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 36

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,02399301	0,02343083	31
Estimación superior	0,00029955	1,03618615	0,03492244	46

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 37

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,97590060	-0,02469452	-4
Estimación central	-0,00010005	0,99514270	-0,00488101	-1
Estimación superior	0,00039920	1,01961792	0,01924046	3

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 38

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,96616600	-0,03501883	-6
Estimación central	-0,00010005	0,99315341	-0,00689379	-1
Estimación superior	0,00039920	1,02779118	0,02703971	5

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 39

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,95174585	-0,05070067	-9
Estimación central	-0,00010005	0,99017693	-0,00992052	-2
Estimación superior	0,00039920	1,04017407	0,03862245	7

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 40

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	-0,00050125	0,94225218	-0,06128701	-10
Estimación central	-0,00010005	0,98819756	-0,01194340	-2
Estimación superior	0,00039920	1,04851211	0,04626757	8

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades**Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³**

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 41

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,01468502	0,01447250	5
Estimación central	0,00039920	1,01961792	0,01924046	7
Estimación superior	0,00049875	1,02456985	0,02398065	9

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 42

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,02078227	0,02035916	8
Estimación central	0,00039920	1,02779118	0,02703971	10
Estimación superior	0,00049875	1,03484117	0,03366813	12

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 43

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,02999690	0,02912329	11
Estimación central	0,00039920	1,04017407	0,03862245	14
Estimación superior	0,00049875	1,05044153	0,04801936	18

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 44

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,00029955	1,03618615	0,03492244	13
Estimación central	0,00039920	1,04851211	0,04626757	17
Estimación superior	0,00049875	1,06097220	0,05746824	21

Tablas de resultados en población femenina

Año 2003

PM₁₀

Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en todas las edades: mortalidad por todas las causas (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 40 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 40 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 1

	β	RR=exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0006	0,994	-0,006	-7
Estimación central	0,0008	0,992	-0,008	-10
Estimación superior	0,0010	0,990	-0,010	-12

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 20 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 20 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 2

	β	RR=exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0006	1,006	0,006	7
Estimación central	0,0008	1,008	0,008	10
Estimación superior	0,0010	1,010	0,010	12

Mortalidad atribuible para una [PM₁₀] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 10 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 3

	β	RR=exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0006	1,012	0,012	15
Estimación central	0,0008	1,016	0,016	20
Estimación superior	0,0010	1,020	0,020	25

**Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en niños menores de 5 años:
mortalidad respiratoria y por todas las causas (salvo causas externas)**

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 40 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 40 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 4

	β	RR = exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	0,997	-0,003	0	0
Estimación central	0,00166	0,984	-0,016	0	0
Estimación superior	0,0030	0,971	-0,030	0	0

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 20 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 20 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 5

	β	RR = exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	1,003	0,003	0	0
Estimación central	0,00166	1,017	0,017	0	0
Estimación superior	0,0030	1,031	0,030	0	0

Mortalidad atribuible para una [PM₁₀] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 10 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 6

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA Resp	MA Tc
Estimación inferior	0,00034	1,007	0,007	0	0
Estimación central	0,00166	1,034	0,033	0	0
Estimación superior	0,0030	1,062	0,059	0	0

PM_{2,5}

Mortalidad cardiopulmonar relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años

Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 25 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 25 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 7

	β	RR= [(X+1)/(X ₀ +1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0562	0,993	-0,007	-2
Estimación central	0,1552	0,981	-0,019	-7
Estimación superior	0,2541	0,970	-0,031	-11

Relación lineal alternativa:

Tabla 8

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0032	0,990	-0,010	-3
Estimación central	0,0089	0,974	-0,027	-10
Estimación superior	0,0146	0,957	-0,045	-16

Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 10 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 9

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0562	1,042	0,041	15
Estimación central	0,1552	1,121	0,108	39
Estimación superior	0,2541	1,206	0,171	61

Relación lineal alternativa:

Tabla 10

	β	RR = exp[β (X-Xo)]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0032	1,039	0,038	14
Estimación central	0,0089	1,113	0,102	37
Estimación superior	0,0146	1,192	0,161	58

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 7,5 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 7,5 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 11

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0562	1,058	0,054	20
Estimación central	0,1552	1,167	0,143	51
Estimación superior	0,2541	1,288	0,224	80

Relación lineal alternativa:

Tabla 12

	β	RR = exp[β (X-Xo)]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0032	1,048	0,046	16
Estimación central	0,0089	1,138	0,122	44
Estimación superior	0,0146	1,237	0,192	69

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 13

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0562	1,078	0,073	26
Estimación central	0,1552	1,232	0,188	68
Estimación superior	0,2541	1,407	0,289	104

Relación lineal alternativa:

Tabla 14

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0032	1,056	0,053	19
Estimación central	0,0089	1,164	0,141	51
Estimación superior	0,0146	1,283	0,221	79

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 15

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0562	1,103	0,094	34
Estimación central	0,1552	1,312	0,238	85
Estimación superior	0,2541	1,560	0,359	129

Relación lineal alternativa:

Tabla 16

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0032	1,063	0,059	21
Estimación central	0,0089	1,185	0,156	56
Estimación superior	0,0146	1,321	0,243	87

Mortalidad por cáncer de pulmón relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 17

	β	RR= [[X+1]/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0856	0,990	-0,010	0
Estimación central	0,2322	0,972	-0,029	0
Estimación superior	0,3787	0,955	-0,047	-1

Relación lineal alternativa:

Tabla 18

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0043	0,987	-0,013	0
Estimación central	0,0127	0,963	-0,038	0
Estimación superior	0,0210	0,939	-0,065	-1

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 19

	β	RR= [[X+1]/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0856	1,065	0,061	1
Estimación central	0,2322	1,187	0,158	2
Estimación superior	0,3787	1,323	0,244	3

Relación lineal alternativa:

Tabla 20

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0043	1,053	0,051	1
Estimación central	0,0127	1,165	0,141	2
Estimación superior	0,0210	1,287	0,223	3

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 21

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0856	1,089	0,082	1
Estimación central	0,2322	1,260	0,207	2
Estimación superior	0,3787	1,458	0,314	4

Relación lineal alternativa:

Tabla 22

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0043	1,065	0,061	1
Estimación central	0,0127	1,202	0,168	2
Estimación superior	0,0210	1,357	0,263	3

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 23

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0856	1,122	0,109	1
Estimación central	0,2322	1,366	0,268	3
Estimación superior	0,3787	1,664	0,399	5

Relación lineal alternativa:

Tabla 24

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0043	1,076	0,071	1
Estimación central	0,0127	1,241	0,194	2
Estimación superior	0,0210	1,430	0,301	4

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 3 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 3 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 25

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,162	0,139	2
Estimación central	0,2322	1,501	0,334	4
Estimación superior	0,3787	1,940	0,485	6

Relación lineal alternativa:

Tabla 26

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,086	0,079	1
Estimación central	0,0127	1,273	0,214	3
Estimación superior	0,0210	1,492	0,330	4

O₃

Mortalidad relacionada con la exposición a corto plazo al ozono

Comparación con niveles de Ozono de 120, 100 y 70 µg/m³

Mortalidad por todas las causas (salvo causas externas) en todas las edades

Tabla 27

	RR asumido	β	RR para 120 µg/m ³	RR para 100 µg/m ³	RR para 70 µg/m ³
Estimación inferior	1	0	1	1	1
Estimación central	1,002	0,00019980	1,00977111	1,01381423	1,01990929
Estimación superior	1,003	0,00029955	1,01468502	1,02078227	1,02999690

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 28

	RR asumido	β	RR para 120 µg/m ³	RR para 100 µg/m ³	RR para 70 µg/m ³
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	0,97590060	0,96616600	0,95174585
Estimación central	0,999	-0,00010005	0,99514270	0,99315341	0,99017693
Estimación superior	1,004	0,00039920	1,01961792	1,02779118	1,04017407

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 29

	RR asumido	β	RR para 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1,003	0,00029955	1,01468502	1,02078227	1,02999690
Estimación central	1,004	0,00039920	1,01961792	1,02779118	1,04017407
Estimación superior	1,005	0,00049875	1,02456985	1,03484117	1,05044153

Comparación con un nivel de Ozono de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mortalidad por todas las causas en todas las edades

Tabla 30

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1	0	1
Estimación central	1,002	0,00019980	1,02399301
Estimación superior	1,003	0,00029955	1,03618615

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 31

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	0,94225218
Estimación central	0,999	-0,00010005	0,98819756
Estimación superior	1,004	0,00039920	1,04851211

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 32

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1,003	0,00029955	1,03618615
Estimación central	1,004	0,00039920	1,04851211
Estimación superior	1,005	0,00049875	1,06097220

Mortalidad por todas las causas en todas las edades (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 33

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,00977111	0,00967656	12
Estimación superior	0,00029955	1,01468502	0,01447250	18

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 34

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,01381423	0,01362600	17
Estimación superior	0,00029955	1,02078227	0,02035916	25

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 35

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,01990929	0,01952065	24
Estimación superior	0,00029955	1,02999690	0,02912329	36

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 36

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,02399301	0,02343083	29
Estimación superior	0,00029955	1,03618615	0,03492244	43

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Mortalidad prevenible para una $[O_3]$ de referencia de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 37

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,97590060	-0,02469452	-3
Estimación central	-0,00010005	0,99514270	-0,00488101	-1
Estimación superior	0,00039920	1,01961792	0,01924046	2

Mortalidad prevenible para una $[O_3]$ de referencia de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 38

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,96616600	-0,03501883	-4
Estimación central	-0,00010005	0,99315341	-0,00689379	-1
Estimación superior	0,00039920	1,02779118	0,02703971	3

Mortalidad prevenible para una $[O_3]$ de referencia de $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 39

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,95174585	-0,05070067	-6
Estimación central	-0,00010005	0,99017693	-0,00992052	-1
Estimación superior	0,00039920	1,04017407	0,03862245	4

Mortalidad atribuible para una $[O_3]$ de referencia de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 40

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	-0,00050125	0,94225218	-0,06128701	-7
Estimación central	-0,00010005	0,98819756	-0,01194340	-1
Estimación superior	0,00039920	1,04851211	0,04626757	5

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 41

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,01468502	0,01447250	7
Estimación central	0,00039920	1,01961792	0,01924046	10
Estimación superior	0,00049875	1,02456985	0,02398065	12

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 42

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,02078227	0,02035916	10
Estimación central	0,00039920	1,02779118	0,02703971	14
Estimación superior	0,00049875	1,03484117	0,03366813	17

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 43

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,02999690	0,02912329	15
Estimación central	0,00039920	1,04017407	0,03862245	19
Estimación superior	0,00049875	1,05044153	0,04801936	24

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 44

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,00029955	1,03618615	0,03492244	18
Estimación central	0,00039920	1,04851211	0,04626757	23
Estimación superior	0,00049875	1,06097220	0,05746824	29

Tablas de resultados en población general

Año 2004

PM₁₀

Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en todas las edades: mortalidad por todas las causas (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 40 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 40 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 1

	β	RR=exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0006	1,000	0,000	-1
Estimación central	0,0008	1,000	0,000	-1
Estimación superior	0,0010	1,000	-0,001	-1

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 20 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 20 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 2

	β	RR=exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0006	1,012	0,012	30
Estimación central	0,0008	1,016	0,015	40
Estimación superior	0,0010	1,020	0,019	49

Mortalidad atribuible para una [PM₁₀] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 10 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 3

	β	RR=exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0006	1,018	0,018	45
Estimación central	0,0008	1,024	0,023	60
Estimación superior	0,0010	1,030	0,029	74

Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en niños menores de 5 años: mortalidad respiratoria y por todas las causas (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una $[PM_{10}]$ de referencia de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 4

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= $(RR-1)/RR$	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	1,000	0,000	0	0
Estimación central	0,00166	0,999	-0,001	0	0
Estimación superior	0,0030	0,999	-0,002	0	0

Mortalidad prevenible para una $[PM_{10}]$ de referencia de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 5

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= $(RR-1)/RR$	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	1,007	0,007	0	0
Estimación central	0,00166	1,033	0,032	0	0
Estimación superior	0,0030	1,060	0,057	0	1

Mortalidad atribuible para una $[PM_{10}]$ de referencia de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 6

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= $(RR-1)/RR$	MA Resp	MA Tc
Estimación inferior	0,00034	1,010	0,010	0	0
Estimación central	0,00166	1,050	0,048	0	1
Estimación superior	0,0030	1,093	0,085	0	1

PM_{2,5}

Mortalidad cardiopulmonar relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años

Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 25 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 25 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 7

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0562	1,008	0,008	5
Estimación central	0,1552	1,022	0,021	15
Estimación superior	0,2541	1,036	0,034	24

Relación lineal alternativa:

Tabla 8

	β	RR = exp[β (X-Xo)]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0032	1,012	0,012	9
Estimación central	0,0089	1,035	0,034	24
Estimación superior	0,0146	1,058	0,055	39

Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 10 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 9

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0562	1,058	0,055	39
Estimación central	0,1552	1,167	0,143	102
Estimación superior	0,2541	1,289	0,224	160

Relación lineal alternativa:

Tabla 10

	β	RR = exp[β (X-Xo)]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0032	1,063	0,059	42
Estimación central	0,0089	1,183	0,155	110
Estimación superior	0,0146	1,318	0,241	172

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 7,5 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 7,5 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 11

	β	$RR = \frac{X+1}{X_0+1} \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0562	1,073	0,068	49
Estimación central	0,1552	1,215	0,177	126
Estimación superior	0,2541	1,376	0,273	195

Relación lineal alternativa:

Tabla 12

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0032	1,071	0,066	47
Estimación central	0,0089	1,210	0,173	124
Estimación superior	0,0146	1,367	0,268	191

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 5 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 5 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 13

	β	$RR = \frac{X+1}{X_0+1} \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0562	1,094	0,086	61
Estimación central	0,1552	1,283	0,220	157
Estimación superior	0,2541	1,503	0,335	239

Relación lineal alternativa:

Tabla 14

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0032	1,080	0,074	53
Estimación central	0,0089	1,237	0,192	137
Estimación superior	0,0146	1,418	0,295	210

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 15

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0562	1,120	0,107	76
Estimación central	0,1552	1,366	0,268	191
Estimación superior	0,2541	1,666	0,400	285

Relación lineal alternativa:

Tabla 16

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0032	1,087	0,080	57
Estimación central	0,0089	1,259	0,206	147
Estimación superior	0,0146	1,460	0,315	225

Mortalidad por cáncer de pulmón relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 17

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MP
Estimación inferior	0,0856	1,012	0,012	2
Estimación central	0,2322	1,032	0,031	5
Estimación superior	0,3787	1,053	0,051	8

Relación lineal alternativa:

Tabla 18

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MP
Estimación inferior	0,0043	1,017	0,016	3
Estimación central	0,0127	1,050	0,047	8
Estimación superior	0,0210	1,084	0,077	12

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2.5}]$ de referencia de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2.5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 19

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MP
Estimación inferior	0,0856	1,089	0,082	13
Estimación central	0,2322	1,261	0,207	33
Estimación superior	0,3787	1,459	0,315	50

Relación lineal alternativa:

Tabla 20

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MP
Estimación inferior	0,0043	1,085	0,078	12
Estimación central	0,0127	1,270	0,212	34
Estimación superior	0,0210	1,486	0,327	52

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2.5}]$ de referencia de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2.5}$ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 21

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0856	1,114	0,102	16
Estimación central	0,2322	1,338	0,253	40
Estimación superior	0,3787	1,609	0,378	60

Relación lineal alternativa:

Tabla 22

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0043	1,097	0,088	14
Estimación central	0,0127	1,310	0,237	38
Estimación superior	0,0210	1,566	0,361	57

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 23

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0856	1,147	0,128	20
Estimación central	0,2322	1,451	0,311	49
Estimación superior	0,3787	1,836	0,455	72

Relación lineal alternativa:

Tabla 24

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0043	1,108	0,098	16
Estimación central	0,0127	1,353	0,261	41
Estimación superior	0,0210	1,650	0,394	63

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 25

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0856	1,188	0,158	25
Estimación central	0,2322	1,594	0,373	59
Estimación superior	0,3787	2,140	0,533	85

Relación lineal alternativa:

Tabla 26

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0043	1,118	0,106	17
Estimación central	0,0127	1,387	0,279	44
Estimación superior	0,0210	1,721	0,419	67

O₃

Mortalidad relacionada con la exposición a corto plazo al ozono

Comparación con niveles de Ozono de 120, 100 y 70 µg/m³

Mortalidad por todas las causas (salvo causas externas) en todas las edades

Tabla 27

	RR asumido	β	RR para 120 µg/m ³	RR para 100 µg/m ³	RR para 70 µg/m ³
Estimación inferior	1	0	1	1	1
Estimación central	1,002	0,00019980	1,00594508	1,00997288	1,01604485
Estimación superior	1,003	0,00029955	1,00892638	1,01498902	1,02415135

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 28

	RR asumido	β	RR para 120 µg/m ³	RR para 100 µg/m ³	RR para 70 µg/m ³
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	0,98523932	0,97541155	0,96085341
Estimación central	0,999	-0,00010005	0,99703622	0,99504314	0,99206100
Estimación superior	1,004	0,00039920	1,01191354	1,02002504	1,03231436

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 29

	RR asumido	β	RR para 120 µg/m ³	RR para 100 µg/m ³	RR para 70 µg/m ³
Estimación inferior	1,003	0,00029955	1,00892638	1,01498902	1,02415135
Estimación central	1,004	0,00039920	1,01191354	1,02002504	1,03231436
Estimación superior	1,005	0,00049875	1,01490655	1,02508099	1,04053421

Comparación con un nivel de Ozono de 50 µg/m³

Mortalidad por todas las causas (salvo causas externas) en todas las edades

Tabla 30

	RR asumido	β	RR para 50 µg/m ³
Estimación inferior	1	0	1
Estimación central	1,002	0,00019980	1,02011309
Estimación superior	1,003	0,00029955	1,03030548

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 31

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	0,95126890
Estimación central	0,999	-0,00010005	0,99007787
Estimación superior	1,004	0,00039920	1,04058939

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 32

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1,003	0,00029955	1,03030548
Estimación central	1,004	0,00039920	1,04058939
Estimación superior	1,005	0,00049875	1,05096557

Mortalidad por todas las causas en todas las edades (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una $[\text{O}_3]$ de referencia de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 33

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,00594508	0,00590994	15
Estimación superior	0,00029955	1,00892638	0,00884741	23

Mortalidad prevenible para una $[\text{O}_3]$ de referencia de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 34

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,00997288	0,00987440	25
Estimación superior	0,00029955	1,01498902	0,01476767	38

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 35

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,01604485	0,01579147	40
Estimación superior	0,00029955	1,02415135	0,02358182	60

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 36

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,02011309	0,01971653	50
Estimación superior	0,00029955	1,03030548	0,02941407	75

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades**Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³**

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 37

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,98523932	-0,01498183	-4
Estimación central	-0,00010005	0,99703622	-0,00297259	-1
Estimación superior	0,00039920	1,01191354	0,01177328	3

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 38

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,97541155	-0,02520828	-6
Estimación central	-0,00010005	0,99504314	-0,00498155	-1
Estimación superior	0,00039920	1,02002504	0,01963191	5

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 39

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,96085341	-0,04074148	-10
Estimación central	-0,00010005	0,99206100	-0,00800254	-2
Estimación superior	0,00039920	1,03231436	0,03130283	8

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 40

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	-0,00050125	0,95126890	-0,05122747	-13
Estimación central	-0,00010005	0,99007787	-0,01002157	-3
Estimación superior	0,00039920	1,04058939	0,03900616	10

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 41

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,00892638	0,00884741	7
Estimación central	0,00039920	1,01191354	0,01177328	10
Estimación superior	0,00049875	1,01490655	0,01468761	12

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 42

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,01498902	0,01476767	13
Estimación central	0,00039920	1,02002504	0,01963191	17
Estimación superior	0,00049875	1,02508099	0,02446732	21

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 43

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,02415135	0,02358182	20
Estimación central	0,00039920	1,03231436	0,03130283	27
Estimación superior	0,00049875	1,04053421	0,03895519	33

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de "fondo" de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 44

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,00029955	1,03030548	0,02941407	25
Estimación central	0,00039920	1,04058939	0,03900616	33
Estimación superior	0,00049875	1,05096557	0,04849404	41

Tablas de resultados en población masculina

Año 2004

PM₁₀

Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en todas las edades: mortalidad por todas las causas (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 40 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 40 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 1

	β	RR=exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0006	1,000	0,000	0
Estimación central	0,0008	1,000	0,000	-1
Estimación superior	0,0010	1,000	-0,001	-1

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 20 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 20 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 2

	β	RR=exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0006	1,012	0,012	16
Estimación central	0,0008	1,016	0,015	21
Estimación superior	0,0010	1,020	0,019	26

Mortalidad atribuible para una [PM₁₀] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 10 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 3

	β	RR=exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0006	1,018	0,018	24
Estimación central	0,0008	1,024	0,023	31
Estimación superior	0,0010	1,030	0,029	39

Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en niños menores de 5 años: mortalidad respiratoria y por todas las causas (salvo causas externas)**Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 40 µg/m³**

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 40 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 4

	β	RR = exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	1,000	0,000	0	0
Estimación central	0,00166	0,999	-0,001	0	0
Estimación superior	0,0030	0,999	-0,002	0	0

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 20 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 20 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 5

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	1,007	0,007	0	0
Estimación central	0,00166	1,033	0,032	0	0
Estimación superior	0,0030	1,060	0,057	0	0

Mortalidad atribuible para una [PM₁₀] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 10 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 6

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA Resp	MA Tc
Estimación inferior	0,00034	1,010	0,010	0	0
Estimación central	0,00166	1,050	0,048	0	0
Estimación superior	0,0030	1,093	0,085	0	1

PM_{2,5}

Mortalidad cardiopulmonar relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años

Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 25 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 25 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 7

	β	RR= [(X+1)/(X ₀ +1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0562	1,008	0,008	3
Estimación central	0,1552	1,022	0,021	8
Estimación superior	0,2541	1,036	0,034	14

Relación lineal alternativa:

Tabla 8

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0032	1,012	0,012	5
Estimación central	0,0089	1,035	0,034	13
Estimación superior	0,0146	1,058	0,055	21

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 9

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0562	1,058	0,055	21
Estimación central	0,1552	1,167	0,143	56
Estimación superior	0,2541	1,289	0,224	88

Relación lineal alternativa:

Tabla 10

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0032	1,063	0,059	23
Estimación central	0,0089	1,183	0,155	61
Estimación superior	0,0146	1,318	0,241	95

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 11

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0562	1,073	0,068	27
Estimación central	0,1552	1,215	0,177	70
Estimación superior	0,2541	1,376	0,273	107

Relación lineal alternativa:

Tabla 12

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0032	1,071	0,066	26
Estimación central	0,0089	1,210	0,173	68
Estimación superior	0,0146	1,367	0,268	105

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 13

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0562	1,094	0,086	34
Estimación central	0,1552	1,283	0,220	87
Estimación superior	0,2541	1,503	0,335	132

Relación lineal alternativa:

Tabla 14

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0032	1,080	0,074	29
Estimación central	0,0089	1,237	0,192	75
Estimación superior	0,0146	1,418	0,295	116

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 15

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0562	1,120	0,107	42
Estimación central	0,1552	1,366	0,268	105
Estimación superior	0,2541	1,666	0,400	157

Relación lineal alternativa:

Tabla 16

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0032	1,087	0,080	31
Estimación central	0,0089	1,259	0,206	81
Estimación superior	0,0146	1,460	0,315	124

Mortalidad por cáncer de pulmón relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 17

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0856	1,012	0,012	2
Estimación central	0,2322	1,032	0,031	4
Estimación superior	0,3787	1,053	0,051	7

Relación lineal alternativa:

Tabla 18

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0043	1,017	0,016	2
Estimación central	0,0127	1,050	0,047	6
Estimación superior	0,0210	1,084	0,077	11

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 19

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0856	1,089	0,082	11
Estimación central	0,2322	1,261	0,207	28
Estimación superior	0,3787	1,459	0,315	43

Relación lineal alternativa:

Tabla 20

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0043	1,085	0,078	11
Estimación central	0,0127	1,270	0,212	29
Estimación superior	0,0210	1,486	0,327	44

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 21

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,114	0,102	14
Estimación central	0,2322	1,338	0,253	34
Estimación superior	0,3787	1,609	0,378	51

Relación lineal alternativa:

Tabla 22

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,097	0,088	12
Estimación central	0,0127	1,310	0,237	32
Estimación superior	0,0210	1,566	0,361	49

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 23

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,147	0,128	17
Estimación central	0,2322	1,451	0,311	42
Estimación superior	0,3787	1,836	0,455	62

Relación lineal alternativa:

Tabla 24

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,108	0,098	13
Estimación central	0,0127	1,353	0,261	35
Estimación superior	0,0210	1,650	0,394	54

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 25

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,188	0,158	21
Estimación central	0,2322	1,594	0,373	51
Estimación superior	0,3787	2,140	0,533	72

Relación lineal alternativa:

Tabla 26

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,118	0,106	14
Estimación central	0,0127	1,387	0,279	38
Estimación superior	0,0210	1,721	0,419	57

O_3

Mortalidad relacionada con la exposición a corto plazo al ozono

Comparación con niveles de Ozono de 120, 100 y $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Mortalidad por todas las causas (salvo causas externas) en todas las edades

Tabla 27

	RR asumido	β	RR para $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1	0	1	1	1
Estimación central	1,002	0,00019980	1,00594508	1,00997288	1,01604485
Estimación superior	1,003	0,00029955	1,00892638	1,01498902	1,02415135

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 28

	RR asumido	β	RR para 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	0,98523932	0,97541155	0,96085341
Estimación central	0,999	-0,00010005	0,99703622	0,99504314	0,99206100
Estimación superior	1,004	0,00039920	1,01191354	1,02002504	1,03231436

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 29

	RR asumido	β	RR para 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1,003	0,00029955	1,00892638	1,01498902	1,02415135
Estimación central	1,004	0,00039920	1,01191354	1,02002504	1,03231436
Estimación superior	1,005	0,00049875	1,01490655	1,02508099	1,04053421

Comparación con un nivel de Ozono de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mortalidad por todas las causas en todas las edades

Tabla 30

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1	0	1
Estimación central	1,002	0,00019980	1,02011309
Estimación superior	1,003	0,00029955	1,03030548

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 31

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	0,95126890
Estimación central	0,999	-0,00010005	0,99007787
Estimación superior	1,004	0,00039920	1,04058939

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 32

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1,003	0,00029955	1,03030548
Estimación central	1,004	0,00039920	1,04058939
Estimación superior	1,005	0,00049875	1,05096557

Mortalidad por todas las causas en todas las edades (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una $[\text{O}_3]$ de referencia de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 33

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,00594508	0,00590994	8
Estimación superior	0,00029955	1,00892638	0,00884741	12

Mortalidad prevenible para una $[\text{O}_3]$ de referencia de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 34

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,00997288	0,00987440	13
Estimación superior	0,00029955	1,01498902	0,01476767	20

Mortalidad prevenible para una $[\text{O}_3]$ de referencia de 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 35

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,01604485	0,01579147	21
Estimación superior	0,00029955	1,02415135	0,02358182	32

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 36

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,02011309	0,01971653	26
Estimación superior	0,00029955	1,03030548	0,02941407	40

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades**Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³**

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 37

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,98523932	-0,01498183	-2
Estimación central	-0,00010005	0,99703622	-0,00297259	0
Estimación superior	0,00039920	1,01191354	0,01177328	2

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 38

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,97541155	-0,02520828	-4
Estimación central	-0,00010005	0,99504314	-0,00498155	-1
Estimación superior	0,00039920	1,02002504	0,01963191	3

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 39

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,96085341	-0,04074148	-6
Estimación central	-0,00010005	0,99206100	-0,00800254	-1
Estimación superior	0,00039920	1,03231436	0,03130283	5

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 40

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	-0,00050125	0,95126890	-0,05122747	-8
Estimación central	-0,00010005	0,99007787	-0,01002157	-2
Estimación superior	0,00039920	1,04058939	0,03900616	6

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 41

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,00892638	0,00884741	4
Estimación central	0,00039920	1,01191354	0,01177328	5
Estimación superior	0,00049875	1,01490655	0,01468761	6

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 42

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,01498902	0,01476767	6
Estimación central	0,00039920	1,02002504	0,01963191	8
Estimación superior	0,00049875	1,02508099	0,02446732	10

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 43

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,02415135	0,02358182	9
Estimación central	0,00039920	1,03231436	0,03130283	12
Estimación superior	0,00049875	1,04053421	0,03895519	15

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 44

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,00029955	1,03030548	0,02941407	12
Estimación central	0,00039920	1,04058939	0,03900616	15
Estimación superior	0,00049875	1,05096557	0,04849404	19

Tablas de resultados en población femenina

Año 2004

PM₁₀

Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en todas las edades: mortalidad por todas las causas (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 40 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 40 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 1

	β	RR=exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0006	1,000	0,000	0
Estimación central	0,0008	1,000	0,000	0
Estimación superior	0,0010	1,000	-0,001	-1

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 20 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 20 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 2

	β	RR=exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0006	1,012	0,012	14
Estimación central	0,0008	1,016	0,015	19
Estimación superior	0,0010	1,020	0,019	23

Mortalidad atribuible para una [PM₁₀] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 10 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 3

	β	RR=exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0006	1,018	0,018	21
Estimación central	0,0008	1,024	0,023	28
Estimación superior	0,0010	1,030	0,029	35

Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en niños menores de 5 años: mortalidad respiratoria y por todas las causas (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 40 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 40 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 4

	β	RR = exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	1,000	0,000	0	0
Estimación central	0,00166	0,999	-0,001	0	0
Estimación superior	0,0030	0,999	-0,002	0	0

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 20 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 20 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 5

	β	RR = exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	1,007	0,007	0	0
Estimación central	0,00166	1,033	0,032	0	0
Estimación superior	0,0030	1,060	0,057	0	0

Mortalidad atribuible para una [PM₁₀] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 10 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 6

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA Resp	MA Tc
Estimación inferior	0,00034	1,010	0,010	0	0
Estimación central	0,00166	1,050	0,048	0	0
Estimación superior	0,0030	1,093	0,085	0	1

PM_{2,5}**Mortalidad cardiopulmonar relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años****Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 25 µg/m³**

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 25 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 7

	β	RR= [(X+1)/(X ₀ +1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0562	1,008	0,008	2
Estimación central	0,1552	1,022	0,021	7
Estimación superior	0,2541	1,036	0,034	11

Relación lineal alternativa:

Tabla 8

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0032	1,012	0,012	4
Estimación central	0,0089	1,035	0,034	11
Estimación superior	0,0146	1,058	0,055	17

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 9

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MP
Estimación inferior	0,0562	1,058	0,055	17
Estimación central	0,1552	1,167	0,143	46
Estimación superior	0,2541	1,289	0,224	72

Relación lineal alternativa:

Tabla 10

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MP
Estimación inferior	0,0032	1,063	0,059	19
Estimación central	0,0089	1,183	0,155	50
Estimación superior	0,0146	1,318	0,241	77

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 11

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0562	1,073	0,068	22
Estimación central	0,1552	1,215	0,177	57
Estimación superior	0,2541	1,376	0,273	87

Relación lineal alternativa:

Tabla 12

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0032	1,071	0,066	21
Estimación central	0,0089	1,210	0,173	56
Estimación superior	0,0146	1,367	0,268	86

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 13

	β	$RR = \frac{X+1}{X_0+1} \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0562	1,094	0,086	28
Estimación central	0,1552	1,283	0,220	70
Estimación superior	0,2541	1,503	0,335	107

Relación lineal alternativa:

Tabla 14

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0032	1,080	0,074	24
Estimación central	0,0089	1,237	0,192	61
Estimación superior	0,0146	1,418	0,295	94

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 15

	β	$RR = \frac{X+1}{X_0+1} \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0562	1,120	0,107	34
Estimación central	0,1552	1,366	0,268	86
Estimación superior	0,2541	1,666	0,400	128

Relación lineal alternativa:

Tabla 16

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0032	1,087	0,080	26
Estimación central	0,0089	1,259	0,206	66
Estimación superior	0,0146	1,460	0,315	101

Mortalidad por cáncer de pulmón relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 17

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MP
Estimación inferior	0,0856	1,012	0,012	0
Estimación central	0,2322	1,032	0,031	1
Estimación superior	0,3787	1,053	0,051	1

Relación lineal alternativa:

Tabla 18

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MP
Estimación inferior	0,0043	1,017	0,016	0
Estimación central	0,0127	1,050	0,047	1
Estimación superior	0,0210	1,084	0,077	2

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 19

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MP
Estimación inferior	0,0856	1,089	0,082	2
Estimación central	0,2322	1,261	0,207	5
Estimación superior	0,3787	1,459	0,315	7

Relación lineal alternativa:

Tabla 20

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MP
Estimación inferior	0,0043	1,085	0,078	2
Estimación central	0,0127	1,270	0,212	5
Estimación superior	0,0210	1,486	0,327	8

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 7,5 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 7,5 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 21

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,114	0,102	2
Estimación central	0,2322	1,338	0,253	6
Estimación superior	0,3787	1,609	0,378	9

Relación lineal alternativa:

Tabla 22

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,097	0,088	2
Estimación central	0,0127	1,310	0,237	5
Estimación superior	0,0210	1,566	0,361	8

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 5 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 5 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 23

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,147	0,128	3
Estimación central	0,2322	1,451	0,311	7
Estimación superior	0,3787	1,836	0,455	10

Relación lineal alternativa:

Tabla 24

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,108	0,098	2
Estimación central	0,0127	1,353	0,261	6
Estimación superior	0,0210	1,650	0,394	9

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 3 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 3 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 25

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,188	0,158	4
Estimación central	0,2322	1,594	0,373	9
Estimación superior	0,3787	2,140	0,533	12

Relación lineal alternativa:

Tabla 26

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,118	0,106	2
Estimación central	0,0127	1,387	0,279	6
Estimación superior	0,0210	1,721	0,419	10

O₃

Mortalidad relacionada con la exposición a corto plazo al ozono

Comparación con niveles de Ozono de 120, 100 y 70 µg/m³

Mortalidad por todas las causas (salvo causas externas) en todas las edades

Tabla 27

	RR asumido	β	RR para 120 µg/m ³	RR para 100 µg/m ³	RR para 70 µg/m ³
Estimación inferior	1	0	1	1	1
Estimación central	1,002	0,00019980	1,00594508	1,00997288	1,01604485
Estimación superior	1,003	0,00029955	1,00892638	1,01498902	1,02415135

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 28

	RR asumido	β	RR para 120 µg/m ³	RR para 100 µg/m ³	RR para 70 µg/m ³
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	0,98523932	0,97541155	0,96085341
Estimación central	0,999	-0,00010005	0,99703622	0,99504314	0,99206100
Estimación superior	1,004	0,00039920	1,01191354	1,02002504	1,03231436

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 29

	RR asumido	β	RR para 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1,003	0,00029955	1,00892638	1,01498902	1,02415135
Estimación central	1,004	0,00039920	1,01191354	1,02002504	1,03231436
Estimación superior	1,005	0,00049875	1,01490655	1,02508099	1,04053421

Comparación con un nivel de Ozono de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mortalidad por todas las causas en todas las edades

Tabla 30

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1	0	1
Estimación central	1,002	0,00019980	1,02011309
Estimación superior	1,003	0,00029955	1,03030548

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 31

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	0,95126890
Estimación central	0,999	-0,00010005	0,99007787
Estimación superior	1,004	0,00039920	1,04058939

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 32

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1,003	0,00029955	1,03030548
Estimación central	1,004	0,00039920	1,04058939
Estimación superior	1,005	0,00049875	1,05096557

Mortalidad por todas las causas en todas las edades (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 33

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,00594508	0,00590994	7
Estimación superior	0,00029955	1,00892638	0,00884741	11

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 34

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,00997288	0,00987440	12
Estimación superior	0,00029955	1,01498902	0,01476767	18

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 35

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,01604485	0,01579147	19
Estimación superior	0,00029955	1,02415135	0,02358182	29

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 36

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,02011309	0,01971653	24
Estimación superior	0,00029955	1,03030548	0,02941407	36

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 37

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,98523932	-0,01498183	-1
Estimación central	-0,00010005	0,99703622	-0,00297259	0
Estimación superior	0,00039920	1,01191354	0,01177328	1

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 38

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,97541155	-0,02520828	-3
Estimación central	-0,00010005	0,99504314	-0,00498155	0
Estimación superior	0,00039920	1,02002504	0,01963191	2

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 39

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,96085341	-0,04074148	-4
Estimación central	-0,00010005	0,99206100	-0,00800254	-1
Estimación superior	0,00039920	1,03231436	0,03130283	3

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 40

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	-0,00050125	0,95126890	-0,05122747	-5
Estimación central	-0,00010005	0,99007787	-0,01002157	-1
Estimación superior	0,00039920	1,04058939	0,03900616	4

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 41

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,00892638	0,00884741	4
Estimación central	0,00039920	1,01191354	0,01177328	5
Estimación superior	0,00049875	1,01490655	0,01468761	7

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 42

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,01498902	0,01476767	7
Estimación central	0,00039920	1,02002504	0,01963191	9
Estimación superior	0,00049875	1,02508099	0,02446732	11

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 43

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,02415135	0,02358182	11
Estimación central	0,00039920	1,03231436	0,03130283	14
Estimación superior	0,00049875	1,04053421	0,03895519	18

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de "fondo" de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 44

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,00029955	1,03030548	0,02941407	13
Estimación central	0,00039920	1,04058939	0,03900616	18
Estimación superior	0,00049875	1,05096557	0,04849404	22

Tablas de resultados en población general

Año 2005

PM₁₀

Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en todas las edades: mortalidad por todas las causas (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 40 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 40 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 1

	β	RR=exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0006	0,998	-0,002	-6
Estimación central	0,0008	0,997	-0,003	-8
Estimación superior	0,0010	0,996	-0,004	-10

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 20 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 20 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 2

	β	RR=exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0006	1,010	0,010	25
Estimación central	0,0008	1,013	0,013	34
Estimación superior	0,0010	1,016	0,016	42

Mortalidad atribuible para una [PM₁₀] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 10 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 3

	β	RR=exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0006	1,016	0,016	41
Estimación central	0,0008	1,021	0,021	54
Estimación superior	0,0010	1,027	0,026	68

Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en niños menores de 5 años: mortalidad respiratoria y por todas las causas (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una $[PM_{10}]$ de referencia de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 4

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= $(RR-1)/RR$	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	0,999	-0,001	0	0
Estimación central	0,00166	0,994	-0,006	0	0
Estimación superior	0,0030	0,989	-0,012	0	0

Mortalidad prevenible para una $[PM_{10}]$ de referencia de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 5

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= $(RR-1)/RR$	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	1,006	0,005	0	0
Estimación central	0,00166	1,027	0,026	0	0
Estimación superior	0,0030	1,050	0,047	0	1

Mortalidad atribuible para una $[PM_{10}]$ de referencia de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 6

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= $(RR-1)/RR$	MA Resp	MA Tc
Estimación inferior	0,00034	1,009	0,009	0	0
Estimación central	0,00166	1,044	0,043	0	1
Estimación superior	0,0030	1,082	0,075	0	1

PM_{2,5}

Mortalidad cardiopulmonar relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años

Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 25 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 25 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 7

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0562	1,003	0,003	2
Estimación central	0,1552	1,008	0,008	6
Estimación superior	0,2541	1,013	0,013	10

Relación lineal alternativa:

Tabla 8

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0032	1,005	0,005	3
Estimación central	0,0089	1,013	0,012	10
Estimación superior	0,0146	1,021	0,020	16

Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 10 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 9

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0562	1,053	0,050	38
Estimación central	0,1552	1,152	0,132	101
Estimación superior	0,2541	1,261	0,207	159

Relación lineal alternativa:

Tabla 10

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0032	1,054	0,051	39
Estimación central	0,0089	1,158	0,136	104
Estimación superior	0,0146	1,271	0,213	164

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 11

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0562	1,068	0,064	49
Estimación central	0,1552	1,199	0,166	127
Estimación superior	0,2541	1,346	0,257	197

Relación lineal alternativa:

Tabla 12

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0032	1,063	0,059	45
Estimación central	0,0089	1,184	0,155	119
Estimación superior	0,0146	1,319	0,242	185

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 13

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0562	1,089	0,082	63
Estimación central	0,1552	1,266	0,210	161
Estimación superior	0,2541	1,471	0,320	245

Relación lineal alternativa:

Tabla 14

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0032	1,071	0,067	51
Estimación central	0,0089	1,211	0,174	133
Estimación superior	0,0146	1,368	0,269	206

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 3 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 3 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 15

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0562	1,114	0,103	79
Estimación central	0,1552	1,348	0,258	198
Estimación superior	0,2541	1,631	0,387	296

Relación lineal alternativa:

Tabla 16

	β	RR = exp[β (X-Xo)]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0032	1,078	0,073	56
Estimación central	0,0089	1,232	0,189	144
Estimación superior	0,0146	1,409	0,290	222

Mortalidad por cáncer de pulmón relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años**Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 25 µg/m³**

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 25 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 17

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0856	1,005	0,004	1
Estimación central	0,2322	1,012	0,012	2
Estimación superior	0,3787	1,020	0,020	3

Relación lineal alternativa:

Tabla 18

	β	RR = exp[β (X-Xo)]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0043	1,006	0,006	1
Estimación central	0,0127	1,018	0,018	2
Estimación superior	0,0210	1,030	0,029	4

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 19

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MP
Estimación inferior	0,0856	1,081	0,075	10
Estimación central	0,2322	1,236	0,191	26
Estimación superior	0,3787	1,413	0,292	40

Relación lineal alternativa:

Tabla 20

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MP
Estimación inferior	0,0043	1,073	0,068	9
Estimación central	0,0127	1,231	0,188	26
Estimación superior	0,0210	1,412	0,292	40

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 21

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0856	1,105	0,095	13
Estimación central	0,2322	1,312	0,238	33
Estimación superior	0,3787	1,558	0,358	49

Relación lineal alternativa:

Tabla 22

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0043	1,085	0,078	11
Estimación central	0,0127	1,271	0,213	29
Estimación superior	0,0210	1,488	0,328	45

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 5 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 5 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 23

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,139	0,122	17
Estimación central	0,2322	1,423	0,297	41
Estimación superior	0,3787	1,778	0,437	60

Relación lineal alternativa:

Tabla 24

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,097	0,088	12
Estimación central	0,0127	1,311	0,238	33
Estimación superior	0,0210	1,568	0,362	50

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 3 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 3 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 25

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,179	0,152	21
Estimación central	0,2322	1,563	0,360	49
Estimación superior	0,3787	2,073	0,518	71

Relación lineal alternativa:

Tabla 26

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,106	0,096	13
Estimación central	0,0127	1,345	0,257	35
Estimación superior	0,0210	1,635	0,389	53

O₃

Mortalidad relacionada con la exposición a corto plazo al ozono

Comparación con niveles de Ozono de 120, 100 y 70 µg/m³

Mortalidad por todas las causas (salvo causas externas) en todas las edades

Tabla 27

	RR asumido	β	RR para 120 µg/m ³	RR para 100 µg/m ³	RR para 70 µg/m ³
Estimación inferior	1	0	1	1	1
Estimación central	1,002	0,00019980	1,00695052	1,01098235	1,01706038
Estimación superior	1,003	0,00029955	1,01043864	1,01651036	1,02568643

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 28

	RR asumido	β	RR para 120 µg/m ³	RR para 100 µg/m ³	RR para 70 µg/m ³
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	0,98277313	0,97296997	0,95844827
Estimación central	0,999	-0,00010005	0,99653757	0,99454549	0,99156484
Estimación superior	1,004	0,00039920	1,01393534	1,02206305	1,03437693

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 29

	RR asumido	β	RR para 120 µg/m ³	RR para 100 µg/m ³	RR para 70 µg/m ³
Estimación inferior	1,003	0,00029955	1,01043864	1,01651036	1,02568643
Estimación central	1,004	0,00039920	1,01393534	1,02206305	1,03437693
Estimación superior	1,005	0,00049875	1,01744065	1,02764050	1,04313230

Comparación con un nivel de Ozono de 50 µg/m³

Mortalidad por todas las causas (salvo causas externas) en todas las edades

Tabla 30

	RR asumido	β	RR para 50 µg/m ³
Estimación inferior	1	0	1
Estimación central	1,002	0,00019980	1,02113269
Estimación superior	1,003	0,00029955	1,03184978

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 31

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	0,94888775
Estimación central	0,999	-0,00010005	0,98958270
Estimación superior	1,004	0,00039920	1,04266850

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 32

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1,003	0,00029955	1,03184978
Estimación central	1,004	0,00039920	1,04266850
Estimación superior	1,005	0,00049875	1,05358971

Mortalidad por todas las causas en todas las edades (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una $[\text{O}_3]$ de referencia de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 33

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,00695052	0,00690254	18
Estimación superior	0,00029955	1,01043864	0,01033080	27

Mortalidad prevenible para una $[\text{O}_3]$ de referencia de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 34

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,01098235	0,01086305	29
Estimación superior	0,00029955	1,01651036	0,01624220	43

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 35

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,01706038	0,01677421	44
Estimación superior	0,00029955	1,02568643	0,02504316	66

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de "fondo" de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 36

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,02113269	0,02069534	54
Estimación superior	0,00029955	1,03184978	0,03086668	81

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 37

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,98277313	-0,01752884	-5
Estimación central	-0,00010005	0,99653757	-0,00347446	-1
Estimación superior	0,00039920	1,01393534	0,01374382	4

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 38

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,97296997	-0,02778095	-8
Estimación central	-0,00010005	0,99454549	-0,00548442	-2
Estimación superior	0,00039920	1,02206305	0,02158678	7

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 39

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,95844827	-0,04335313	-13
Estimación central	-0,00010005	0,99156484	-0,00850692	-3
Estimación superior	0,00039920	1,03437693	0,03323443	10

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 40

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	-0,00050125	0,94888775	-0,05386544	-16
Estimación central	-0,00010005	0,98958270	-0,01052696	-3
Estimación superior	0,00039920	1,04266850	0,04092240	12

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades**Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³**

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 41

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,01043864	0,01033080	9
Estimación central	0,00039920	1,01393534	0,01374382	12
Estimación superior	0,00049875	1,01744065	0,01714169	15

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 42

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,01651036	0,01624220	14
Estimación central	0,00039920	1,02206305	0,02158678	19
Estimación superior	0,00049875	1,02764050	0,02689705	24

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 43

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,02568643	0,02504316	22
Estimación central	0,00039920	1,03437693	0,03323443	29
Estimación superior	0,00049875	1,04313230	0,04134883	36

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de "fondo" de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 44

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,00029955	1,03184978	0,03086668	27
Estimación central	0,00039920	1,04266850	0,04092240	36
Estimación superior	0,00049875	1,05358971	0,05086392	44

Tablas de resultados en población masculina

Año 2005

PM₁₀

Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en todas las edades: mortalidad por todas las causas (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 40 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 40 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 1

	β	RR=exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0006	0,998	-0,002	-3
Estimación central	0,0008	0,997	-0,003	-4
Estimación superior	0,0010	0,996	-0,004	-5

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 20 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 20 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 2

	β	RR=exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0006	1,010	0,010	13
Estimación central	0,0008	1,013	0,013	17
Estimación superior	0,0010	1,016	0,016	21

Mortalidad atribuible para una [PM₁₀] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 10 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 3

	β	RR=exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0006	1,016	0,016	20
Estimación central	0,0008	1,021	0,021	27
Estimación superior	0,0010	1,027	0,026	34

Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en niños menores de 5 años: mortalidad respiratoria y por todas las causas (salvo causas externas)**Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 40 µg/m³**

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 40 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 4

	β	RR = exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	0,999	-0,001	0	0
Estimación central	0,00166	0,994	-0,006	0	0
Estimación superior	0,0030	0,989	-0,012	0	0

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 20 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 20 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 5

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	1,006	0,005	0	0
Estimación central	0,00166	1,027	0,026	0	0
Estimación superior	0,0030	1,050	0,047	0	0

Mortalidad atribuible para una [PM₁₀] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 10 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 6

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA Resp	MA Tc
Estimación inferior	0,00034	1,009	0,009	0	0
Estimación central	0,00166	1,044	0,043	0	0
Estimación superior	0,0030	1,082	0,075	0	1

PM_{2,5}

Mortalidad cardiopulmonar relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años

Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 25 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 25 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 7

	β	RR= [(X+1)/(X ₀ +1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0562	1,003	0,003	1
Estimación central	0,1552	1,008	0,008	3
Estimación superior	0,2541	1,013	0,013	5

Relación lineal alternativa:

Tabla 8

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0032	1,005	0,005	2
Estimación central	0,0089	1,013	0,012	5
Estimación superior	0,0146	1,021	0,020	8

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 9

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0562	1,053	0,050	19
Estimación central	0,1552	1,152	0,132	50
Estimación superior	0,2541	1,261	0,207	78

Relación lineal alternativa:

Tabla 10

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0032	1,054	0,051	19
Estimación central	0,0089	1,158	0,136	52
Estimación superior	0,0146	1,271	0,213	81

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 11

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0562	1,068	0,064	24
Estimación central	0,1552	1,199	0,166	63
Estimación superior	0,2541	1,346	0,257	97

Relación lineal alternativa:

Tabla 12

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0032	1,063	0,059	22
Estimación central	0,0089	1,184	0,155	59
Estimación superior	0,0146	1,319	0,242	91

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 13

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0562	1,089	0,082	31
Estimación central	0,1552	1,266	0,210	79
Estimación superior	0,2541	1,471	0,320	121

Relación lineal alternativa:

Tabla 14

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0032	1,071	0,067	25
Estimación central	0,0089	1,211	0,174	66
Estimación superior	0,0146	1,368	0,269	102

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 15

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0562	1,114	0,103	39
Estimación central	0,1552	1,348	0,258	98
Estimación superior	0,2541	1,631	0,387	146

Relación lineal alternativa:

Tabla 16

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0032	1,078	0,073	27
Estimación central	0,0089	1,232	0,189	71
Estimación superior	0,0146	1,409	0,290	110

Mortalidad por cáncer de pulmón relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 17

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0856	1,005	0,004	1
Estimación central	0,2322	1,012	0,012	1
Estimación superior	0,3787	1,020	0,020	2

Relación lineal alternativa:

Tabla 18

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0043	1,006	0,006	1
Estimación central	0,0127	1,018	0,018	2
Estimación superior	0,0210	1,030	0,029	3

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 19

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0856	1,081	0,075	9
Estimación central	0,2322	1,236	0,191	22
Estimación superior	0,3787	1,413	0,292	34

Relación lineal alternativa:

Tabla 20

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0043	1,073	0,068	8
Estimación central	0,0127	1,231	0,188	22
Estimación superior	0,0210	1,412	0,292	34

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 21

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,105	0,095	11
Estimación central	0,2322	1,312	0,238	28
Estimación superior	0,3787	1,558	0,358	42

Relación lineal alternativa:

Tabla 22

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,085	0,078	9
Estimación central	0,0127	1,271	0,213	25
Estimación superior	0,0210	1,488	0,328	38

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 23

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,139	0,122	14
Estimación central	0,2322	1,423	0,297	35
Estimación superior	0,3787	1,778	0,437	51

Relación lineal alternativa:

Tabla 24

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,097	0,088	10
Estimación central	0,0127	1,311	0,238	28
Estimación superior	0,0210	1,568	0,362	42

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 25

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,179	0,152	18
Estimación central	0,2322	1,563	0,360	42
Estimación superior	0,3787	2,073	0,518	61

Relación lineal alternativa:

Tabla 26

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,106	0,096	11
Estimación central	0,0127	1,345	0,257	30
Estimación superior	0,0210	1,635	0,389	45

O_3

Mortalidad relacionada con la exposición a corto plazo al ozono

Comparación con niveles de Ozono de 120, 100 y $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Mortalidad por todas las causas (salvo causas externas) en todas las edades

Tabla 27

	RR asumido	β	RR para $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1	0	1	1	1
Estimación central	1,002	0,00019980	1,00695052	1,01098235	1,01706038
Estimación superior	1,003	0,00029955	1,01043864	1,01651036	1,02568643

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 28

	RR asumido	β	RR para 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	0,98277313	0,97296997	0,95844827
Estimación central	0,999	-0,00010005	0,99653757	0,99454549	0,99156484
Estimación superior	1,004	0,00039920	1,01393534	1,02206305	1,03437693

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 29

	RR asumido	β	RR para 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1,003	0,00029955	1,01043864	1,01651036	1,02568643
Estimación central	1,004	0,00039920	1,01393534	1,02206305	1,03437693
Estimación superior	1,005	0,00049875	1,01744065	1,02764050	1,04313230

Comparación con un nivel de Ozono de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mortalidad por todas las causas en todas las edades

Tabla 30

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1	0	1
Estimación central	1,002	0,00019980	1,02113269
Estimación superior	1,003	0,00029955	1,03184978

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 31

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	0,94888775
Estimación central	0,999	-0,00010005	0,98958270
Estimación superior	1,004	0,00039920	1,04266850

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 32

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1,003	0,00029955	1,03184978
Estimación central	1,004	0,00039920	1,04266850
Estimación superior	1,005	0,00049875	1,05358971

Mortalidad por todas las causas en todas las edades (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una $[\text{O}_3]$ de referencia de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 33

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,00695052	0,00690254	9
Estimación superior	0,00029955	1,01043864	0,01033080	13

Mortalidad prevenible para una $[\text{O}_3]$ de referencia de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 34

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,01098235	0,01086305	14
Estimación superior	0,00029955	1,01651036	0,01624220	21

Mortalidad prevenible para una $[\text{O}_3]$ de referencia de 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 35

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,01706038	0,01677421	22
Estimación superior	0,00029955	1,02568643	0,02504316	33

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 36

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,02113269	0,02069534	27
Estimación superior	0,00029955	1,03184978	0,03086668	40

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 37

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,98277313	-0,01752884	-3
Estimación central	-0,00010005	0,99653757	-0,00347446	-1
Estimación superior	0,00039920	1,01393534	0,01374382	2

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 38

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,97296997	-0,02778095	-5
Estimación central	-0,00010005	0,99454549	-0,00548442	-1
Estimación superior	0,00039920	1,02206305	0,02158678	4

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 39

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,95844827	-0,04335313	-8
Estimación central	-0,00010005	0,99156484	-0,00850692	-1
Estimación superior	0,00039920	1,03437693	0,03323443	6

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 40

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	-0,00050125	0,94888775	-0,05386544	-9
Estimación central	-0,00010005	0,98958270	-0,01052696	-2
Estimación superior	0,00039920	1,04266850	0,04092240	7

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 41

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,01043864	0,01033080	4
Estimación central	0,00039920	1,01393534	0,01374382	5
Estimación superior	0,00049875	1,01744065	0,01714169	6

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 42

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,01651036	0,01624220	6
Estimación central	0,00039920	1,02206305	0,02158678	8
Estimación superior	0,00049875	1,02764050	0,02689705	10

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 43

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,02568643	0,02504316	9
Estimación central	0,00039920	1,03437693	0,03323443	12
Estimación superior	0,00049875	1,04313230	0,04134883	15

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 44

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,00029955	1,03184978	0,03086668	11
Estimación central	0,00039920	1,04266850	0,04092240	15
Estimación superior	0,00049875	1,05358971	0,05086392	19

Tablas de resultados en población femenina

Año 2005

PM₁₀

Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en todas las edades: mortalidad por todas las causas (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 40 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 40 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 1

	β	RR=exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0006	0,998	-0,002	-3
Estimación central	0,0008	0,997	-0,003	-4
Estimación superior	0,0010	0,996	-0,004	-5

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 20 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 20 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 2

	β	RR=exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0006	1,010	0,010	13
Estimación central	0,0008	1,013	0,013	17
Estimación superior	0,0010	1,016	0,016	21

Mortalidad atribuible para una [PM₁₀] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 10 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 3

	β	RR=exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0006	1,016	0,016	21
Estimación central	0,0008	1,021	0,021	27
Estimación superior	0,0010	1,027	0,026	34

**Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en niños menores de 5 años:
mortalidad respiratoria y por todas las causas (salvo causas externas)**

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 40 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 40 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 4

	β	RR = exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	0,999	-0,001	0	0
Estimación central	0,00166	0,994	-0,006	0	0
Estimación superior	0,0030	0,989	-0,012	0	0

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 20 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 20 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 5

	β	RR = exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	1,006	0,005	0	0
Estimación central	0,00166	1,027	0,026	0	0
Estimación superior	0,0030	1,050	0,047	0	0

Mortalidad atribuible para una [PM₁₀] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 10 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 6

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA Resp	MA Tc
Estimación inferior	0,00034	1,009	0,009	0	0
Estimación central	0,00166	1,044	0,043	0	0
Estimación superior	0,0030	1,082	0,075	0	0

PM_{2,5}

Mortalidad cardiopulmonar relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años

Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 25 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 25 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 7

	β	RR= [(X+1)/(X ₀ +1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0562	1,003	0,003	1
Estimación central	0,1552	1,008	0,008	3
Estimación superior	0,2541	1,013	0,013	5

Relación lineal alternativa:

Tabla 8

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0032	1,005	0,005	2
Estimación central	0,0089	1,013	0,012	5
Estimación superior	0,0146	1,021	0,020	8

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 9

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MP
Estimación inferior	0,0562	1,053	0,050	19
Estimación central	0,1552	1,152	0,132	51
Estimación superior	0,2541	1,261	0,207	80

Relación lineal alternativa:

Tabla 10

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MP
Estimación inferior	0,0032	1,054	0,051	20
Estimación central	0,0089	1,158	0,136	53
Estimación superior	0,0146	1,271	0,213	83

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 11

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0562	1,068	0,064	25
Estimación central	0,1552	1,199	0,166	64
Estimación superior	0,2541	1,346	0,257	100

Relación lineal alternativa:

Tabla 12

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0032	1,063	0,059	23
Estimación central	0,0089	1,184	0,155	60
Estimación superior	0,0146	1,319	0,242	94

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 13

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0562	1,089	0,082	32
Estimación central	0,1552	1,266	0,210	81
Estimación superior	0,2541	1,471	0,320	124

Relación lineal alternativa:

Tabla 14

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0032	1,071	0,067	26
Estimación central	0,0089	1,211	0,174	67
Estimación superior	0,0146	1,368	0,269	104

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 15

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0562	1,114	0,103	40
Estimación central	0,1552	1,348	0,258	100
Estimación superior	0,2541	1,631	0,387	150

Relación lineal alternativa:

Tabla 16

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0032	1,078	0,073	28
Estimación central	0,0089	1,232	0,189	73
Estimación superior	0,0146	1,409	0,290	113

Mortalidad por cáncer de pulmón relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 17

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MP
Estimación inferior	0,0856	1,005	0,004	0
Estimación central	0,2322	1,012	0,012	0
Estimación superior	0,3787	1,020	0,020	0

Relación lineal alternativa:

Tabla 18

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MP
Estimación inferior	0,0043	1,006	0,006	0
Estimación central	0,0127	1,018	0,018	0
Estimación superior	0,0210	1,030	0,029	1

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 19

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MP
Estimación inferior	0,0856	1,081	0,075	2
Estimación central	0,2322	1,236	0,191	4
Estimación superior	0,3787	1,413	0,292	6

Relación lineal alternativa:

Tabla 20

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MP
Estimación inferior	0,0043	1,073	0,068	1
Estimación central	0,0127	1,231	0,188	4
Estimación superior	0,0210	1,412	0,292	6

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 21

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0856	1,105	0,095	2
Estimación central	0,2322	1,312	0,238	5
Estimación superior	0,3787	1,558	0,358	7

Relación lineal alternativa:

Tabla 22

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0043	1,085	0,078	2
Estimación central	0,0127	1,271	0,213	4
Estimación superior	0,0210	1,488	0,328	7

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 23

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0856	1,139	0,122	2
Estimación central	0,2322	1,423	0,297	6
Estimación superior	0,3787	1,778	0,437	9

Relación lineal alternativa:

Tabla 24

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0043	1,097	0,088	2
Estimación central	0,0127	1,311	0,238	5
Estimación superior	0,0210	1,568	0,362	7

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 3 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 3 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 25

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,179	0,152	3
Estimación central	0,2322	1,563	0,360	7
Estimación superior	0,3787	2,073	0,518	10

Relación lineal alternativa:

Tabla 26

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,106	0,096	2
Estimación central	0,0127	1,345	0,257	5
Estimación superior	0,0210	1,635	0,389	8

O₃

Mortalidad relacionada con la exposición a corto plazo al ozono

Comparación con niveles de Ozono de 120, 100 y 70 µg/m³

Mortalidad por todas las causas (salvo causas externas) en todas las edades

Tabla 27

	RR asumido	β	RR para 120 µg/m ³	RR para 100 µg/m ³	RR para 70 µg/m ³
Estimación inferior	1	0	1	1	1
Estimación central	1,002	0,00019980	1,00695052	1,01098235	1,01706038
Estimación superior	1,003	0,00029955	1,01043864	1,01651036	1,02568643

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 28

	RR asumido	β	RR para 120 µg/m ³	RR para 100 µg/m ³	RR para 70 µg/m ³
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	0,98277313	0,97296997	0,95844827
Estimación central	0,999	-0,00010005	0,99653757	0,99454549	0,99156484
Estimación superior	1,004	0,00039920	1,01393534	1,02206305	1,03437693

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 29

	RR asumido	β	RR para 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1,003	0,00029955	1,01043864	1,03184978	1,02568643
Estimación central	1,004	0,00039920	1,01393534	1,04266850	1,03437693
Estimación superior	1,005	0,00049875	1,01744065	1,05358971	1,04313230

Comparación con un nivel de Ozono de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mortalidad por todas las causas en todas las edades

Tabla 30

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1	0	1
Estimación central	1,002	0,00019980	1,02113269
Estimación superior	1,003	0,00029955	1,03184978

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 31

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	0,94888775
Estimación central	0,999	-0,00010005	0,98958270
Estimación superior	1,004	0,00039920	1,04266850

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 32

	RR asumido	β	RR para 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1,003	0,00029955	1,01651036
Estimación central	1,004	0,00039920	1,02206305
Estimación superior	1,005	0,00049875	1,02764050

Mortalidad por todas las causas en todas las edades (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 33

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,00695052	0,00690254	9
Estimación superior	0,00029955	1,01043864	0,01033080	14

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 34

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,01098235	0,01086305	14
Estimación superior	0,00029955	1,01651036	0,01624220	22

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 35

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,01706038	0,01677421	22
Estimación superior	0,00029955	1,02568643	0,02504316	33

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de "fondo" de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 36

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,02113269	0,02069534	27
Estimación superior	0,00029955	1,03184978	0,03086668	41

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 37

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,98277313	-0,01752884	-2
Estimación central	-0,00010005	0,99653757	-0,00347446	0
Estimación superior	0,00039920	1,01393534	0,01374382	2

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 38

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,97296997	-0,02778095	-4
Estimación central	-0,00010005	0,99454549	-0,00548442	-1
Estimación superior	0,00039920	1,02206305	0,02158678	3

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 39

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,95844827	-0,04335313	-5
Estimación central	-0,00010005	0,99156484	-0,00850692	-1
Estimación superior	0,00039920	1,03437693	0,03323443	4

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 40

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	-0,00050125	0,94888775	-0,05386544	-7
Estimación central	-0,00010005	0,98958270	-0,01052696	-1
Estimación superior	0,00039920	1,04266850	0,04092240	5

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 41

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,01043864	0,01033080	5
Estimación central	0,00039920	1,01393534	0,01374382	7
Estimación superior	0,00049875	1,01744065	0,01714169	9

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 42

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,01651036	0,01624220	8
Estimación central	0,00039920	1,02206305	0,02158678	11
Estimación superior	0,00049875	1,02764050	0,02689705	14

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 43

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,02568643	0,02504316	13
Estimación central	0,00039920	1,03437693	0,03323443	17
Estimación superior	0,00049875	1,04313230	0,04134883	21

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 44

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,00029955	1,03184978	0,03086668	16
Estimación central	0,00039920	1,04266850	0,04092240	21
Estimación superior	0,00049875	1,05358971	0,05086392	26

Tablas de resultados en población general

Año 2006

PM₁₀

Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en todas las edades: mortalidad por todas las causas (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 40 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 40 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 1

	β	RR=exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0006	0,998	-0,002	-6
Estimación central	0,0008	0,997	-0,003	-8
Estimación superior	0,0010	0,996	-0,004	-9

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 20 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 20 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 2

	β	RR=exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0006	1,010	0,010	26
Estimación central	0,0008	1,013	0,013	34
Estimación superior	0,0010	1,017	0,016	43

Mortalidad atribuible para una [PM₁₀] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 10 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 3

	β	RR=exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0006	1,016	0,016	41
Estimación central	0,0008	1,021	0,021	55
Estimación superior	0,0010	1,027	0,026	68

Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en niños menores de 5 años: mortalidad respiratoria y por todas las causas (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una $[PM_{10}]$ de referencia de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 4

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= $(RR-1)/RR$	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	0,999	-0,001	0	0
Estimación central	0,00166	0,994	-0,006	0	0
Estimación superior	0,0030	0,989	-0,011	0	0

Mortalidad prevenible para una $[PM_{10}]$ de referencia de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 5

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= $(RR-1)/RR$	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	1,006	0,006	0	0
Estimación central	0,00166	1,028	0,027	0	0
Estimación superior	0,0030	1,050	0,048	0	0

Mortalidad atribuible para una $[PM_{10}]$ de referencia de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 6

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= $(RR-1)/RR$	MA Resp	MA Tc
Estimación inferior	0,00034	1,009	0,009	0	0
Estimación central	0,00166	1,045	0,043	0	0
Estimación superior	0,0030	1,082	0,076	0	0

PM_{2,5}

Mortalidad cardiopulmonar relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años

Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 25 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 25 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 7

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0562	1,003	0,003	2
Estimación central	0,1552	1,009	0,009	6
Estimación superior	0,2541	1,015	0,015	10

Relación lineal alternativa:

Tabla 8

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0032	1,005	0,005	4
Estimación central	0,0089	1,014	0,014	10
Estimación superior	0,0146	1,023	0,023	16

Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 10 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 9

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0562	1,053	0,050	36
Estimación central	0,1552	1,153	0,133	94
Estimación superior	0,2541	1,263	0,208	147

Relación lineal alternativa:

Tabla 10

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0032	1,055	0,052	37
Estimación central	0,0089	1,159	0,138	97
Estimación superior	0,0146	1,275	0,215	153

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 7,5 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 7,5 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 11

	β	$RR = \frac{X+1}{X_0+1} \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0562	1,068	0,064	45
Estimación central	0,1552	1,200	0,167	118
Estimación superior	0,2541	1,349	0,258	183

Relación lineal alternativa:

Tabla 12

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0032	1,063	0,060	42
Estimación central	0,0089	1,186	0,157	111
Estimación superior	0,0146	1,322	0,244	172

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 5 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 5 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 13

	β	$RR = \frac{X+1}{X_0+1} \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0562	1,089	0,082	58
Estimación central	0,1552	1,267	0,211	149
Estimación superior	0,2541	1,473	0,321	227

Relación lineal alternativa:

Tabla 14

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0032	1,072	0,067	48
Estimación central	0,0089	1,212	0,175	124
Estimación superior	0,0146	1,371	0,271	192

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 3 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 3 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 15

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0562	1,115	0,103	73
Estimación central	0,1552	1,349	0,259	183
Estimación superior	0,2541	1,633	0,388	274

Relación lineal alternativa:

Tabla 16

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0032	1,079	0,073	52
Estimación central	0,0089	1,234	0,190	134
Estimación superior	0,0146	1,412	0,292	207

Mortalidad por cáncer de pulmón relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años

Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 25 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 25 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 17

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0856	1,005	0,005	1
Estimación central	0,2322	1,014	0,014	2
Estimación superior	0,3787	1,022	0,022	3

Relación lineal alternativa:

Tabla 18

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0043	1,007	0,007	1
Estimación central	0,0127	1,020	0,020	3
Estimación superior	0,0210	1,034	0,033	5

Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 10 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 19

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0856	1,082	0,076	12
Estimación central	0,2322	1,238	0,192	31
Estimación superior	0,3787	1,416	0,294	47

Relación lineal alternativa:

Tabla 20

	β	RR = exp[β (X-Xo)]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0043	1,074	0,069	11
Estimación central	0,0127	1,234	0,189	30
Estimación superior	0,0210	1,417	0,294	47

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 7,5 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 7,5 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 21

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,106	0,096	15
Estimación central	0,2322	1,314	0,239	38
Estimación superior	0,3787	1,562	0,360	57

Relación lineal alternativa:

Tabla 22

	β	RR = exp[β (X-Xo)]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,086	0,079	13
Estimación central	0,0127	1,273	0,215	34
Estimación superior	0,0210	1,493	0,330	53

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 23

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0856	1,139	0,122	19
Estimación central	0,2322	1,425	0,298	47
Estimación superior	0,3787	1,782	0,439	70

Relación lineal alternativa:

Tabla 24

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0043	1,098	0,089	14
Estimación central	0,0127	1,314	0,239	38
Estimación superior	0,0210	1,574	0,365	58

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 25

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0856	1,180	0,152	24
Estimación central	0,2322	1,566	0,361	57
Estimación superior	0,3787	2,077	0,519	82

Relación lineal alternativa:

Tabla 26

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0043	1,107	0,097	15
Estimación central	0,0127	1,348	0,258	41
Estimación superior	0,0210	1,641	0,391	62

O₃

Mortalidad relacionada con la exposición a corto plazo al ozono

Comparación con niveles de Ozono de 120, 100 y 70 µg/m³

Mortalidad por todas las causas (salvo causas externas) en todas las edades

Tabla 27

	RR asumido	β	RR para 120 µg/m ³	RR para 100 µg/m ³	RR para 70 µg/m ³
Estimación inferior	1	0	1	1	1
Estimación central	1,002	0,00019980	1,00453914	1,00856132	1,01462480
Estimación superior	1,003	0,00029955	1,00681302	1,01286296	1,02200610

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 28

	RR asumido	β	RR para 120 µg/m ³	RR para 100 µg/m ³	RR para 70 µg/m ³
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	0,98870237	0,97884007	0,96423076
Estimación central	0,999	-0,00010005	0,99773474	0,99574026	0,99275603
Estimación superior	1,004	0,00039920	1,00908978	1,01717864	1,02943368

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 29

	RR asumido	β	RR para 120 µg/m ³	RR para 100 µg/m ³	RR para 70 µg/m ³
Estimación inferior	1,003	0,00029955	1,00681302	1,01286296	1,02200610
Estimación central	1,004	0,00039920	1,00908978	1,01717864	1,02943368
Estimación superior	1,005	0,00049875	1,01136941	1,02150838	1,03690775

Comparación con un nivel de Ozono de 50 µg/m³

Mortalidad por todas las causas (salvo causas externas) en todas las edades

Tabla 30

	RR asumido	β	RR para 50 µg/m ³
Estimación inferior	1	0	1
Estimación central	1,002	0,00019980	1,01868735
Estimación superior	1,003	0,00029955	1,02814734

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 31

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	0,95461256
Estimación central	0,999	-0,00010005	0,99077151
Estimación superior	1,004	0,00039920	1,03768562

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 32

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1,003	0,00029955	1,02814734
Estimación central	1,004	0,00039920	1,03768562
Estimación superior	1,005	0,00049875	1,04730275

Mortalidad por todas las causas en todas las edades (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una $[\text{O}_3]$ de referencia de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 33

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,00453914	0,00451863	12
Estimación superior	0,00029955	1,00681302	0,00676692	18

Mortalidad prevenible para una $[\text{O}_3]$ de referencia de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 34

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,00856132	0,00848864	22
Estimación superior	0,00029955	1,01286296	0,01269961	33

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 35

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,01462480	0,01441400	38
Estimación superior	0,00029955	1,02200610	0,02153226	56

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 36

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,01868735	0,01834454	48
Estimación superior	0,00029955	1,02814734	0,02737676	72

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades**Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³**

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 37

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,98870237	-0,01142672	-3
Estimación central	-0,00010005	0,99773474	-0,00227041	-1
Estimación superior	0,00039920	1,00908978	0,00900790	2

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 38

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,97884007	-0,02161735	-5
Estimación central	-0,00010005	0,99574026	-0,00427796	-1
Estimación superior	0,00039920	1,01717864	0,01688852	4

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 39

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,96423076	-0,03709614	-9
Estimación central	-0,00010005	0,99275603	-0,00729683	-2
Estimación superior	0,00039920	1,02943368	0,02859210	7

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 40

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	-0,00050125	0,95461256	-0,04754541	-12
Estimación central	-0,00010005	0,99077151	-0,00931445	-2
Estimación superior	0,00039920	1,03768562	0,03631699	9

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades**Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³**

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 41

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,00681302	0,00676692	6
Estimación central	0,00039920	1,00908978	0,00900790	8
Estimación superior	0,00049875	1,01136941	0,01124160	9

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 42

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,01286296	0,01269961	11
Estimación central	0,00039920	1,01717864	0,01688852	14
Estimación superior	0,00049875	1,02150838	0,02105551	18

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 43

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,02200610	0,02153226	18
Estimación central	0,00039920	1,02943368	0,02859210	24
Estimación superior	0,00049875	1,03690775	0,03559405	30

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de "fondo" de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 44

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,02814734	0,02737676	23
Estimación central	0,00039920	1,03768562	0,03631699	30
Estimación superior	0,00049875	1,04730275	0,04516626	38

Tablas de resultados en población masculina

Año 2006

PM₁₀

Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en todas las edades: mortalidad por todas las causas (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 40 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 40 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 1

	β	RR=exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0006	0,998	-0,002	-3
Estimación central	0,0008	0,997	-0,003	-4
Estimación superior	0,0010	0,996	-0,004	-5

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 20 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 20 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 2

	β	RR=exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0006	1,010	0,010	13
Estimación central	0,0008	1,013	0,013	17
Estimación superior	0,0010	1,017	0,016	22

Mortalidad atribuible para una [PM₁₀] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 10 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 3

	β	RR=exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0006	1,016	0,016	21
Estimación central	0,0008	1,021	0,021	28
Estimación superior	0,0010	1,027	0,026	35

Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en niños menores de 5 años: mortalidad respiratoria y por todas las causas (salvo causas externas)**Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 40 µg/m³**

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 40 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 4

	β	RR = exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	0,999	-0,001	0	0
Estimación central	0,00166	0,994	-0,006	0	0
Estimación superior	0,0030	0,989	-0,011	0	0

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 20 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 20 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 5

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	1,006	0,006	0	0
Estimación central	0,00166	1,028	0,027	0	0
Estimación superior	0,0030	1,050	0,048	0	0

Mortalidad atribuible para una [PM₁₀] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 10 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 6

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA Resp	MA Tc
Estimación inferior	0,00034	1,009	0,009	0	0
Estimación central	0,00166	1,045	0,043	0	0
Estimación superior	0,0030	1,082	0,076	0	0

PM_{2,5}

Mortalidad cardiopulmonar relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años

Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 25 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 25 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 7

	β	RR= [(X+1)/(X ₀ +1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0562	1,003	0,003	1
Estimación central	0,1552	1,009	0,009	3
Estimación superior	0,2541	1,015	0,015	6

Relación lineal alternativa:

Tabla 8

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0032	1,005	0,005	2
Estimación central	0,0089	1,014	0,014	5
Estimación superior	0,0146	1,023	0,023	9

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 9

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0562	1,053	0,050	19
Estimación central	0,1552	1,153	0,133	50
Estimación superior	0,2541	1,263	0,208	79

Relación lineal alternativa:

Tabla 10

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0032	1,055	0,052	20
Estimación central	0,0089	1,159	0,138	52
Estimación superior	0,0146	1,275	0,215	81

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 11

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0562	1,068	0,064	24
Estimación central	0,1552	1,200	0,167	63
Estimación superior	0,2541	1,349	0,258	97

Relación lineal alternativa:

Tabla 12

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0032	1,063	0,060	22
Estimación central	0,0089	1,186	0,157	59
Estimación superior	0,0146	1,322	0,244	92

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 13

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0562	1,089	0,082	31
Estimación central	0,1552	1,267	0,211	79
Estimación superior	0,2541	1,473	0,321	121

Relación lineal alternativa:

Tabla 14

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0032	1,072	0,067	25
Estimación central	0,0089	1,212	0,175	66
Estimación superior	0,0146	1,371	0,271	102

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 15

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0562	1,115	0,103	39
Estimación central	0,1552	1,349	0,259	98
Estimación superior	0,2541	1,633	0,388	146

Relación lineal alternativa:

Tabla 16

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0032	1,079	0,073	28
Estimación central	0,0089	1,234	0,190	72
Estimación superior	0,0146	1,412	0,292	110

Mortalidad por cáncer de pulmón relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 17

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0856	1,005	0,005	1
Estimación central	0,2322	1,014	0,014	2
Estimación superior	0,3787	1,022	0,022	3

Relación lineal alternativa:

Tabla 18

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0043	1,007	0,007	1
Estimación central	0,0127	1,020	0,020	3
Estimación superior	0,0210	1,034	0,033	4

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 19

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0856	1,082	0,076	10
Estimación central	0,2322	1,238	0,192	26
Estimación superior	0,3787	1,416	0,294	39

Relación lineal alternativa:

Tabla 20

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0043	1,074	0,069	9
Estimación central	0,0127	1,234	0,189	25
Estimación superior	0,0210	1,417	0,294	39

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 21

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,106	0,096	13
Estimación central	0,2322	1,314	0,239	32
Estimación superior	0,3787	1,562	0,360	48

Relación lineal alternativa:

Tabla 22

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,086	0,079	11
Estimación central	0,0127	1,273	0,215	29
Estimación superior	0,0210	1,493	0,330	44

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 23

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,139	0,122	16
Estimación central	0,2322	1,425	0,298	40
Estimación superior	0,3787	1,782	0,439	58

Relación lineal alternativa:

Tabla 24

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,098	0,089	12
Estimación central	0,0127	1,314	0,239	32
Estimación superior	0,0210	1,574	0,365	48

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 25

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,180	0,152	20
Estimación central	0,2322	1,566	0,361	48
Estimación superior	0,3787	2,077	0,519	69

Relación lineal alternativa:

Tabla 26

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,107	0,097	13
Estimación central	0,0127	1,348	0,258	34
Estimación superior	0,0210	1,641	0,391	52

O₃

Mortalidad relacionada con la exposición a corto plazo al ozono

Comparación con niveles de Ozono de 120, 100 y $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Mortalidad por todas las causas (salvo causas externas) en todas las edades

Tabla 27

	RR asumido	β	RR para $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1	0	1	1	1
Estimación central	1,002	0,00019980	1,00453914	1,00856132	1,01462480
Estimación superior	1,003	0,00029955	1,00681302	1,01286296	1,02200610

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 28

	RR asumido	β	RR para 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	0,98870237	0,97884007	0,96423076
Estimación central	0,999	-0,00010005	0,99773474	0,99574026	0,99275603
Estimación superior	1,004	0,00039920	1,00908978	1,01717864	1,02943368

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 29

	RR asumido	β	RR para 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1,003	0,00029955	1,00681302	1,01286296	1,02200610
Estimación central	1,004	0,00039920	1,00908978	1,01717864	1,02943368
Estimación superior	1,005	0,00049875	1,01136941	1,02150838	1,03690775

Comparación con un nivel de Ozono de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mortalidad por todas las causas en todas las edades

Tabla 30

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1	0	1
Estimación central	1,002	0,00019980	1,01868735
Estimación superior	1,003	0,00029955	1,02814734

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 31

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	0,95461256
Estimación central	0,999	-0,00010005	0,99077151
Estimación superior	1,004	0,00039920	1,03768562

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 32

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1,003	0,00029955	1,02814734
Estimación central	1,004	0,00039920	1,03768562
Estimación superior	1,005	0,00049875	1,04730275

Mortalidad por todas las causas en todas las edades (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una $[\text{O}_3]$ de referencia de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 33

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,00453914	0,00451863	6
Estimación superior	0,00029955	1,00681302	0,00676692	9

Mortalidad prevenible para una $[\text{O}_3]$ de referencia de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 34

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,00856132	0,00848864	11
Estimación superior	0,00029955	1,01286296	0,01269961	17

Mortalidad prevenible para una $[\text{O}_3]$ de referencia de 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 35

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,01462480	0,01441400	19
Estimación superior	0,00029955	1,02200610	0,02153226	29

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 36

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,01868735	0,01834454	25
Estimación superior	0,00029955	1,02814734	0,02737676	37

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 37

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,98870237	-0,01142672	-2
Estimación central	-0,00010005	0,99773474	-0,00227041	0
Estimación superior	0,00039920	1,00908978	0,00900790	1

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 38

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,97884007	-0,02161735	-4
Estimación central	-0,00010005	0,99574026	-0,00427796	-1
Estimación superior	0,00039920	1,01717864	0,01688852	3

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 39

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,96423076	-0,03709614	-6
Estimación central	-0,00010005	0,99275603	-0,00729683	-1
Estimación superior	0,00039920	1,02943368	0,02859210	5

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 40

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	-0,00050125	0,95461256	-0,04754541	-8
Estimación central	-0,00010005	0,99077151	-0,00931445	-2
Estimación superior	0,00039920	1,03768562	0,03631699	6

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 41

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,00681302	0,00676692	2
Estimación central	0,00039920	1,00908978	0,00900790	3
Estimación superior	0,00049875	1,01136941	0,01124160	4

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 42

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,01286296	0,01269961	5
Estimación central	0,00039920	1,01717864	0,01688852	6
Estimación superior	0,00049875	1,02150838	0,02105551	8

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 43

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,02200610	0,02153226	8
Estimación central	0,00039920	1,02943368	0,02859210	10
Estimación superior	0,00049875	1,03690775	0,03559405	13

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 44

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,00029955	1,02814734	0,02737676	10
Estimación central	0,00039920	1,03768562	0,03631699	13
Estimación superior	0,00049875	1,04730275	0,04516626	16

Tablas de resultados en población femenina

Año 2006

PM₁₀

Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en todas las edades: mortalidad por todas las causas (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 40 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 40 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 1

	β	RR=exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0006	0,998	-0,002	-3
Estimación central	0,0008	0,997	-0,003	-4
Estimación superior	0,0010	0,996	-0,004	-5

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 20 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 20 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 2

	β	RR=exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0006	1,010	0,010	13
Estimación central	0,0008	1,013	0,013	17
Estimación superior	0,0010	1,017	0,016	21

Mortalidad atribuible para una [PM₁₀] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 10 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 3

	β	RR=exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0006	1,016	0,016	20
Estimación central	0,0008	1,021	0,021	27
Estimación superior	0,0010	1,027	0,026	33

Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en niños menores de 5 años: mortalidad respiratoria y por todas las causas (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 40 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 40 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 4

	β	RR = exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	0,999	-0,001	0	0
Estimación central	0,00166	0,994	-0,006	0	0
Estimación superior	0,0030	0,989	-0,011	0	0

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 20 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 20 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 5

	β	RR = exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	1,006	0,006	0	0
Estimación central	0,00166	1,028	0,027	0	0
Estimación superior	0,0030	1,050	0,048	0	0

Mortalidad atribuible para una [PM₁₀] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 10 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 6

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	1,009	0,009	0	0
Estimación central	0,00166	1,045	0,043	0	0
Estimación superior	0,0030	1,082	0,076	0	0

PM_{2,5}**Mortalidad cardiopulmonar relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años****Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 25 µg/m³**

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 25 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 7

	β	RR= [(X+1)/(X ₀ +1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0562	1,003	0,003	1
Estimación central	0,1552	1,009	0,009	3
Estimación superior	0,2541	1,015	0,015	5

Relación lineal alternativa:

Tabla 8

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0032	1,005	0,005	2
Estimación central	0,0089	1,014	0,014	5
Estimación superior	0,0146	1,023	0,023	8

Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 10 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 9

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0562	1,053	0,050	17
Estimación central	0,1552	1,153	0,133	44
Estimación superior	0,2541	1,263	0,208	69

Relación lineal alternativa:

Tabla 10

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0032	1,055	0,052	17
Estimación central	0,0089	1,159	0,138	46
Estimación superior	0,0146	1,275	0,215	71

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 7,5 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 7,5 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 11

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0562	1,068	0,064	21
Estimación central	0,1552	1,200	0,167	55
Estimación superior	0,2541	1,349	0,258	86

Relación lineal alternativa:

Tabla 12

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0032	1,063	0,060	20
Estimación central	0,0089	1,186	0,157	52
Estimación superior	0,0146	1,322	0,244	81

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 5 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 5 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 13

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0562	1,089	0,082	27
Estimación central	0,1552	1,267	0,211	70
Estimación superior	0,2541	1,473	0,321	106

Relación lineal alternativa:

Tabla 14

	β	RR = exp[β (X-Xo)]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0032	1,072	0,067	22
Estimación central	0,0089	1,212	0,175	58
Estimación superior	0,0146	1,371	0,271	90

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 3 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 3 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 15

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0562	1,115	0,103	34
Estimación central	0,1552	1,349	0,259	86
Estimación superior	0,2541	1,633	0,388	128

Relación lineal alternativa:

Tabla 16

	β	RR = exp[β (X-Xo)]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0032	1,079	0,073	24
Estimación central	0,0089	1,234	0,190	63
Estimación superior	0,0146	1,412	0,292	97

Mortalidad por cáncer de pulmón relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 17

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MP
Estimación inferior	0,0856	1,005	0,005	0
Estimación central	0,2322	1,014	0,014	0
Estimación superior	0,3787	1,022	0,022	1

Relación lineal alternativa:

Tabla 18

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MP
Estimación inferior	0,0043	1,007	0,007	0
Estimación central	0,0127	1,020	0,020	1
Estimación superior	0,0210	1,034	0,033	1

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 19

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MP
Estimación inferior	0,0856	1,082	0,076	2
Estimación central	0,2322	1,238	0,192	5
Estimación superior	0,3787	1,416	0,294	8

Relación lineal alternativa:

Tabla 20

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MP
Estimación inferior	0,0043	1,074	0,069	2
Estimación central	0,0127	1,234	0,189	5
Estimación superior	0,0210	1,417	0,294	8

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 7,5 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 7,5 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 21

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,106	0,096	2
Estimación central	0,2322	1,314	0,239	6
Estimación superior	0,3787	1,562	0,360	9

Relación lineal alternativa:

Tabla 22

	β	RR = exp[β (X-Xo)]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,086	0,079	2
Estimación central	0,0127	1,273	0,215	6
Estimación superior	0,0210	1,493	0,330	9

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 5 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 5 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 23

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,139	0,122	3
Estimación central	0,2322	1,425	0,298	8
Estimación superior	0,3787	1,782	0,439	11

Relación lineal alternativa:

Tabla 24

	β	RR = exp[β (X-Xo)]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,098	0,089	2
Estimación central	0,0127	1,314	0,239	6
Estimación superior	0,0210	1,574	0,365	9

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 3 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 3 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 25

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,180	0,152	4
Estimación central	0,2322	1,566	0,361	9
Estimación superior	0,3787	2,077	0,519	13

Relación lineal alternativa:

Tabla 26

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,107	0,097	3
Estimación central	0,0127	1,348	0,258	7
Estimación superior	0,0210	1,641	0,391	10

O₃

Mortalidad relacionada con la exposición a corto plazo al ozono

Comparación con niveles de Ozono de 120, 100 y 70 µg/m³

Mortalidad por todas las causas (salvo causas externas) en todas las edades

Tabla 27

	RR asumido	β	RR para 120 µg/m ³	RR para 100 µg/m ³	RR para 70 µg/m ³
Estimación inferior	1	0	1	1	1
Estimación central	1,002	0,00019980	1,00453914	1,00856132	1,01462480
Estimación superior	1,003	0,00029955	1,00681302	1,01286296	1,02200610

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 28

	RR asumido	β	RR para 120 µg/m ³	RR para 100 µg/m ³	RR para 70 µg/m ³
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	0,98870237	0,97884007	0,96423076
Estimación central	0,999	-0,00010005	0,99773474	0,99574026	0,99275603
Estimación superior	1,004	0,00039920	1,00908978	1,01717864	1,02943368

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 29

	RR asumido	β	RR para 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1,003	0,00029955	1,00681302	1,01286296	1,02200610
Estimación central	1,004	0,00039920	1,00908978	1,01717864	1,02943368
Estimación superior	1,005	0,00049875	1,01136941	1,02150838	1,03690775

Comparación con un nivel de Ozono de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mortalidad por todas las causas en todas las edades

Tabla 30

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1	0	1
Estimación central	1,002	0,00019980	1,01868735
Estimación superior	1,003	0,00029955	1,02814734

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 31

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	0,95461256
Estimación central	0,999	-0,00010005	0,99077151
Estimación superior	1,004	0,00039920	1,03768562

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 32

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1,003	0,00029955	1,02814734
Estimación central	1,004	0,00039920	1,03768562
Estimación superior	1,005	0,00049875	1,04730275

Mortalidad por todas las causas en todas las edades (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una $[O_3]$ de referencia de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 33

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,00453914	0,00451863	6
Estimación superior	0,00029955	1,00681302	0,00676692	9

Mortalidad prevenible para una $[O_3]$ de referencia de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 34

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,00856132	0,00848864	11
Estimación superior	0,00029955	1,01286296	0,01269961	16

Mortalidad prevenible para una $[O_3]$ de referencia de $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 35

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,01462480	0,01441400	18
Estimación superior	0,00029955	1,02200610	0,02153226	28

Mortalidad atribuible para una $[O_3]$ de referencia de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 36

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,01868735	0,01834454	24
Estimación superior	0,00029955	1,02814734	0,02737676	35

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 37

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,98870237	-0,01142672	-1
Estimación central	-0,00010005	0,99773474	-0,00227041	0
Estimación superior	0,00039920	1,00908978	0,00900790	1

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 38

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,97884007	-0,02161735	-2
Estimación central	-0,00010005	0,99574026	-0,00427796	0
Estimación superior	0,00039920	1,01717864	0,01688852	2

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 39

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,96423076	-0,03709614	-3
Estimación central	-0,00010005	0,99275603	-0,00729683	-1
Estimación superior	0,00039920	1,02943368	0,02859210	3

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 40

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	-0,00050125	0,95461256	-0,04754541	-4
Estimación central	-0,00010005	0,99077151	-0,00931445	-1
Estimación superior	0,00039920	1,03768562	0,03631699	3

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Mortalidad prevenible para una $[O_3]$ de referencia de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 41

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,00681302	0,00676692	3
Estimación central	0,00039920	1,00908978	0,00900790	4
Estimación superior	0,00049875	1,01136941	0,01124160	5

Mortalidad prevenible para una $[O_3]$ de referencia de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 42

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,01286296	0,01269961	6
Estimación central	0,00039920	1,01717864	0,01688852	8
Estimación superior	0,00049875	1,02150838	0,02105551	10

Mortalidad prevenible para una $[O_3]$ de referencia de $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 43

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,02200610	0,02153226	10
Estimación central	0,00039920	1,02943368	0,02859210	14
Estimación superior	0,00049875	1,03690775	0,03559405	17

Mortalidad atribuible para una $[O_3]$ de referencia de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de "fondo" de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 44

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,00029955	1,02814734	0,02737676	13
Estimación central	0,00039920	1,03768562	0,03631699	17
Estimación superior	0,00049875	1,04730275	0,04516626	21

Tablas de resultados en población general

Año 2007

PM₁₀

Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en todas las edades: mortalidad por todas las causas (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 40 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 40 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 1

	β	RR=exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0006	0,991	-0,009	-23
Estimación central	0,0008	0,989	-0,012	-30
Estimación superior	0,0010	0,986	-0,015	-38

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 20 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 20 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 2

	β	RR=exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0006	1,003	0,003	9
Estimación central	0,0008	1,004	0,004	12
Estimación superior	0,0010	1,006	0,006	15

Mortalidad atribuible para una [PM₁₀] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de "fondo" de 10 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 3

	β	RR=exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0006	1,009	0,009	24
Estimación central	0,0008	1,013	0,012	32
Estimación superior	0,0010	1,016	0,015	41

Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en niños menores de 5 años: mortalidad respiratoria y por todas las causas (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una $[PM_{10}]$ de referencia de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 4

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= $(RR-1)/RR$	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	0,995	-0,005	0	0
Estimación central	0,00166	0,976	-0,024	0	0
Estimación superior	0,0030	0,958	-0,044	0	0

Mortalidad prevenible para una $[PM_{10}]$ de referencia de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 5

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= $(RR-1)/RR$	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	1,002	0,002	0	0
Estimación central	0,00166	1,009	0,009	0	0
Estimación superior	0,0030	1,017	0,017	0	0

Mortalidad atribuible para una $[PM_{10}]$ de referencia de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 6

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= $(RR-1)/RR$	MA Resp	MA Tc
Estimación inferior	0,00034	1,005	0,005	0	0
Estimación central	0,00166	1,026	0,026	0	0
Estimación superior	0,0030	1,048	0,046	0	1

PM_{2,5}

Mortalidad cardiopulmonar relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años

Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 25 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 25 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 7

	β	RR= [(X+1)/(X ₀ +1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0562	0,984	-0,016	-12
Estimación central	0,1552	0,958	-0,044	-34
Estimación superior	0,2541	0,932	-0,073	-57

Relación lineal alternativa:

Tabla 8

	β	RR = exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0032	0,980	-0,021	-16
Estimación central	0,0089	0,945	-0,058	-45
Estimación superior	0,0146	0,912	-0,097	-75

Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 10 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 9

	β	RR= [(X+1)/(X ₀ +1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0562	1,033	0,032	25
Estimación central	0,1552	1,095	0,086	67
Estimación superior	0,2541	1,159	0,137	107

Relación lineal alternativa:

Tabla 10

	β	RR = exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0032	1,028	0,028	21
Estimación central	0,0089	1,081	0,075	58
Estimación superior	0,0146	1,136	0,119	93

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 11

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0562	1,048	0,046	36
Estimación central	0,1552	1,139	0,122	95
Estimación superior	0,2541	1,238	0,192	149

Relación lineal alternativa:

Tabla 12

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0032	1,037	0,035	27
Estimación central	0,0089	1,105	0,095	74
Estimación superior	0,0146	1,178	0,151	117

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 13

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0562	1,069	0,065	50
Estimación central	0,1552	1,202	0,168	130
Estimación superior	0,2541	1,352	0,261	202

Relación lineal alternativa:

Tabla 14

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0032	1,045	0,043	33
Estimación central	0,0089	1,130	0,115	89
Estimación superior	0,0146	1,222	0,182	141

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 3 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 3 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 15

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0562	1,094	0,086	66
Estimación central	0,1552	1,281	0,219	170
Estimación superior	0,2541	1,499	0,333	258

Relación lineal alternativa:

Tabla 16

	β	RR = exp[β (X-Xo)]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0032	1,052	0,049	38
Estimación central	0,0089	1,150	0,131	101
Estimación superior	0,0146	1,258	0,205	159

Mortalidad por cáncer de pulmón relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años**Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 25 µg/m³**

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 25 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 17

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0856	0,976	-0,024	-4
Estimación central	0,2322	0,937	-0,067	-10
Estimación superior	0,3787	0,900	-0,111	-17

Relación lineal alternativa:

Tabla 18

	β	RR = exp[β (X-Xo)]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0043	0,973	-0,028	-4
Estimación central	0,0127	0,923	-0,083	-12
Estimación superior	0,0210	0,876	-0,142	-21

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 19

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MP
Estimación inferior	0,0856	1,051	0,049	7
Estimación central	0,2322	1,145	0,126	19
Estimación superior	0,3787	1,247	0,198	30

Relación lineal alternativa:

Tabla 20

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MP
Estimación inferior	0,0043	1,038	0,037	6
Estimación central	0,0127	1,116	0,104	16
Estimación superior	0,0210	1,200	0,167	25

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 21

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0856	1,075	0,069	10
Estimación central	0,2322	1,215	0,177	27
Estimación superior	0,3787	1,375	0,272	41

Relación lineal alternativa:

Tabla 22

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0043	1,050	0,047	7
Estimación central	0,0127	1,152	0,132	20
Estimación superior	0,0210	1,265	0,210	31

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 5 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 5 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 23

	β	$RR = \frac{X+1}{X_0+1} \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0856	1,107	0,097	15
Estimación central	0,2322	1,318	0,241	36
Estimación superior	0,3787	1,568	0,362	54

Relación lineal alternativa:

Tabla 24

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0043	1,061	0,057	9
Estimación central	0,0127	1,189	0,159	24
Estimación superior	0,0210	1,333	0,250	38

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 3 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 3 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 25

	β	$RR = \frac{X+1}{X_0+1} \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0856	1,146	0,128	19
Estimación central	0,2322	1,448	0,309	46
Estimación superior	0,3787	1,829	0,453	68

Relación lineal alternativa:

Tabla 26

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0043	1,070	0,066	10
Estimación central	0,0127	1,220	0,180	27
Estimación superior	0,0210	1,391	0,281	42

O₃

Mortalidad relacionada con la exposición a corto plazo al ozono

Comparación con niveles de Ozono de 120, 100 y 70 µg/m³

Mortalidad por todas las causas (salvo causas externas) en todas las edades

Tabla 27

	RR asumido	β	RR para 120 µg/m ³	RR para 100 µg/m ³	RR para 70 µg/m ³
Estimación inferior	1	0	1	1	1
Estimación central	1,002	0,00019980	1,00460598	1,00862842	1,01469231
Estimación superior	1,003	0,00029955	1,00691346	1,01296400	1,02210806

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 28

	RR asumido	β	RR para 120 µg/m ³	RR para 100 µg/m ³	RR para 70 µg/m ³
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	0,98853736	0,97867670	0,96406982
Estimación central	0,999	-0,00010005	0,99770149	0,99570709	0,99272295
Estimación superior	1,004	0,00039920	1,00922393	1,01731387	1,02957053

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 29

	RR asumido	β	RR para 120 µg/m ³	RR para 100 µg/m ³	RR para 70 µg/m ³
Estimación inferior	1,003	0,00029955	1,00691346	1,01296400	1,02210806
Estimación central	1,004	0,00039920	1,00922393	1,01731387	1,02957053
Estimación superior	1,005	0,00049875	1,01153739	1,02167806	1,03707998

Comparación con un nivel de Ozono de 50 µg/m³

Mortalidad por todas las causas (salvo causas externas) en todas las edades

Tabla 30

	RR asumido	β	RR para 50 µg/m ³
Estimación inferior	1	0	1
Estimación central	1,002	0,00019980	1,01875513
Estimación superior	1,003	0,00029955	1,02824990

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 31

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	0,95445323
Estimación central	0,999	-0,00010005	0,99073850
Estimación superior	1,004	0,00039920	1,03782357

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 32

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1,003	0,00029955	1,02824990
Estimación central	1,004	0,00039920	1,03782357
Estimación superior	1,005	0,00049875	1,04747671

Mortalidad por todas las causas en todas las edades (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una $[\text{O}_3]$ de referencia de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 33

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,00460598	0,00458486	12
Estimación superior	0,00029955	1,00691346	0,00686599	18

Mortalidad prevenible para una $[\text{O}_3]$ de referencia de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 34

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,00862842	0,00855461	22
Estimación superior	0,00029955	1,01296400	0,01279809	34

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 35

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,01469231	0,01447957	38
Estimación superior	0,00029955	1,02210806	0,02162986	57

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 36

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,01875513	0,01840985	48
Estimación superior	0,00029955	1,02824990	0,02747377	72

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades**Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³**

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 37

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,98853736	-0,01159556	-3
Estimación central	-0,00010005	0,99770149	-0,00230380	-1
Estimación superior	0,00039920	1,00922393	0,00913963	3

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 38

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,97867670	-0,02178789	-6
Estimación central	-0,00010005	0,99570709	-0,00431142	-1
Estimación superior	0,00039920	1,01731387	0,01701920	5

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 39

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,96406982	-0,03726927	-11
Estimación central	-0,00010005	0,99272295	-0,00733039	-2
Estimación superior	0,00039920	1,02957053	0,02872123	8

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 40

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	-0,00050125	0,95445323	-0,04772028	-14
Estimación central	-0,00010005	0,99073850	-0,00934808	-3
Estimación superior	0,00039920	1,03782357	0,03644509	11

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades**Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³**

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 41

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,00691346	0,00686599	6
Estimación central	0,00039920	1,00922393	0,00913963	8
Estimación superior	0,00049875	1,01153739	0,01140580	10

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 42

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,01296400	0,01279809	11
Estimación central	0,00039920	1,01731387	0,01701920	15
Estimación superior	0,00049875	1,02167806	0,02121809	18

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 43

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,02210806	0,02162986	19
Estimación central	0,00039920	1,02957053	0,02872123	25
Estimación superior	0,00049875	1,03707998	0,03575421	31

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de "fondo" de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 44

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,00029955	1,02824990	0,02747377	24
Estimación central	0,00039920	1,03782357	0,03644509	32
Estimación superior	0,00049875	1,04747671	0,04532483	39

Tablas de resultados en población masculina

Año 2007

PM₁₀

Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en todas las edades: mortalidad por todas las causas (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 40 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 40 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 1

	β	RR=exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0006	0,991	-0,009	-12
Estimación central	0,0008	0,989	-0,012	-16
Estimación superior	0,0010	0,986	-0,015	-20

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 20 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 20 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 2

	β	RR=exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0006	1,003	0,003	5
Estimación central	0,0008	1,004	0,004	6
Estimación superior	0,0010	1,006	0,006	8

Mortalidad atribuible para una [PM₁₀] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 10 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 3

	β	RR=exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0006	1,009	0,009	13
Estimación central	0,0008	1,013	0,012	17
Estimación superior	0,0010	1,016	0,015	21

Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en niños menores de 5 años: mortalidad respiratoria y por todas las causas (salvo causas externas)**Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 40 µg/m³**

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 40 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 4

	β	RR = exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	0,995	-0,005	0	0
Estimación central	0,00166	0,976	-0,024	0	0
Estimación superior	0,0030	0,958	-0,044	0	0

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 20 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 20 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 5

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	1,002	0,002	0	0
Estimación central	0,00166	1,009	0,009	0	0
Estimación superior	0,0030	1,017	0,017	0	0

Mortalidad atribuible para una [PM₁₀] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 10 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 6

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA Resp	MA Tc
Estimación inferior	0,00034	1,005	0,005	0	0
Estimación central	0,00166	1,026	0,026	0	0
Estimación superior	0,0030	1,048	0,046	0	0

PM_{2,5}

Mortalidad cardiopulmonar relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años

Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 25 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 25 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 7

	β	RR= [(X+1)/(X ₀ +1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0562	0,984	-0,016	-6
Estimación central	0,1552	0,958	-0,044	-18
Estimación superior	0,2541	0,932	-0,073	-30

Relación lineal alternativa:

Tabla 8

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0032	0,980	-0,021	-8
Estimación central	0,0089	0,945	-0,058	-24
Estimación superior	0,0146	0,912	-0,097	-39

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 9

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0562	1,033	0,032	13
Estimación central	0,1552	1,095	0,086	35
Estimación superior	0,2541	1,159	0,137	56

Relación lineal alternativa:

Tabla 10

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0032	1,028	0,028	11
Estimación central	0,0089	1,081	0,075	30
Estimación superior	0,0146	1,136	0,119	49

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 11

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0562	1,048	0,046	19
Estimación central	0,1552	1,139	0,122	50
Estimación superior	0,2541	1,238	0,192	78

Relación lineal alternativa:

Tabla 12

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0032	1,037	0,035	14
Estimación central	0,0089	1,105	0,095	39
Estimación superior	0,0146	1,178	0,151	61

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 13

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0562	1,069	0,065	26
Estimación central	0,1552	1,202	0,168	69
Estimación superior	0,2541	1,352	0,261	106

Relación lineal alternativa:

Tabla 14

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0032	1,045	0,043	18
Estimación central	0,0089	1,130	0,115	47
Estimación superior	0,0146	1,222	0,182	74

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 15

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0562	1,094	0,086	35
Estimación central	0,1552	1,281	0,219	89
Estimación superior	0,2541	1,499	0,333	136

Relación lineal alternativa:

Tabla 16

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0032	1,052	0,049	20
Estimación central	0,0089	1,150	0,131	53
Estimación superior	0,0146	1,258	0,205	84

Mortalidad por cáncer de pulmón relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 17

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0856	0,976	-0,024	-3
Estimación central	0,2322	0,937	-0,067	-8
Estimación superior	0,3787	0,900	-0,111	-14

Relación lineal alternativa:

Tabla 18

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0043	0,973	-0,028	-3
Estimación central	0,0127	0,923	-0,083	-10
Estimación superior	0,0210	0,876	-0,142	-17

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 19

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0856	1,051	0,049	6
Estimación central	0,2322	1,145	0,126	16
Estimación superior	0,3787	1,247	0,198	24

Relación lineal alternativa:

Tabla 20

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0043	1,038	0,037	5
Estimación central	0,0127	1,116	0,104	13
Estimación superior	0,0210	1,200	0,167	21

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 21

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,075	0,069	9
Estimación central	0,2322	1,215	0,177	22
Estimación superior	0,3787	1,375	0,272	34

Relación lineal alternativa:

Tabla 22

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,050	0,047	6
Estimación central	0,0127	1,152	0,132	16
Estimación superior	0,0210	1,265	0,210	26

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 23

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,107	0,097	12
Estimación central	0,2322	1,318	0,241	30
Estimación superior	0,3787	1,568	0,362	45

Relación lineal alternativa:

Tabla 24

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,061	0,057	7
Estimación central	0,0127	1,189	0,159	20
Estimación superior	0,0210	1,333	0,250	31

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de "fondo" de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 25

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,146	0,128	16
Estimación central	0,2322	1,448	0,309	38
Estimación superior	0,3787	1,829	0,453	56

Relación lineal alternativa:

Tabla 26

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,070	0,066	8
Estimación central	0,0127	1,220	0,180	22
Estimación superior	0,0210	1,391	0,281	35

O_3

Mortalidad relacionada con la exposición a corto plazo al ozono

Comparación con niveles de Ozono de 120, 100 y $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Mortalidad por todas las causas (salvo causas externas) en todas las edades

Tabla 27

	RR asumido	β	RR para $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1	0	1	1	1
Estimación central	1,002	0,00019980	1,00460598	1,00862842	1,01469231
Estimación superior	1,003	0,00029955	1,00691346	1,01296400	1,02210806

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 28

	RR asumido	β	RR para 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	0,98853736	0,97867670	0,96406982
Estimación central	0,999	-0,00010005	0,99770149	0,99570709	0,99272295
Estimación superior	1,004	0,00039920	1,00922393	1,01731387	1,02957053

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 29

	RR asumido	β	RR para 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1,003	0,00029955	1,00691346	1,01296400	1,02210806
Estimación central	1,004	0,00039920	1,00922393	1,01731387	1,02957053
Estimación superior	1,005	0,00049875	1,01153739	1,02167806	1,03707998

Comparación con un nivel de Ozono de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mortalidad por todas las causas en todas las edades

Tabla 30

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1	0	1
Estimación central	1,002	0,00019980	1,01875513
Estimación superior	1,003	0,00029955	1,02824990

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 31

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	0,95445323
Estimación central	0,999	-0,00010005	0,99073850
Estimación superior	1,004	0,00039920	1,03782357

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 32

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1,003	0,00029955	1,02824990
Estimación central	1,004	0,00039920	1,03782357
Estimación superior	1,005	0,00049875	1,04747671

Mortalidad por todas las causas en todas las edades (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una $[\text{O}_3]$ de referencia de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 33

	β	RR = $\exp[\beta(\text{X}-\text{X}_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,00460598	0,00458486	6
Estimación superior	0,00029955	1,00691346	0,00686599	9

Mortalidad prevenible para una $[\text{O}_3]$ de referencia de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 34

	β	RR = $\exp[\beta(\text{X}-\text{X}_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,00862842	0,00855461	12
Estimación superior	0,00029955	1,01296400	0,01279809	17

Mortalidad prevenible para una $[\text{O}_3]$ de referencia de 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 35

	β	RR = $\exp[\beta(\text{X}-\text{X}_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,01469231	0,01447957	20
Estimación superior	0,00029955	1,02210806	0,02162986	29

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 36

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,01875513	0,01840985	25
Estimación superior	0,00029955	1,02824990	0,02747377	37

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 37

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,98853736	-0,01159556	-2
Estimación central	-0,00010005	0,99770149	-0,00230380	0
Estimación superior	0,00039920	1,00922393	0,00913963	1

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 38

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,97867670	-0,02178789	-3
Estimación central	-0,00010005	0,99570709	-0,00431142	-1
Estimación superior	0,00039920	1,01731387	0,01701920	3

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 39

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,96406982	-0,03726927	-6
Estimación central	-0,00010005	0,99272295	-0,00733039	-1
Estimación superior	0,00039920	1,02957053	0,02872123	5

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 40

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	-0,00050125	0,95445323	-0,04772028	-8
Estimación central	-0,00010005	0,99073850	-0,00934808	-1
Estimación superior	0,00039920	1,03782357	0,03644509	6

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 41

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,00691346	0,00686599	3
Estimación central	0,00039920	1,00922393	0,00913963	4
Estimación superior	0,00049875	1,01153739	0,01140580	5

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 42

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,01296400	0,01279809	5
Estimación central	0,00039920	1,01731387	0,01701920	7
Estimación superior	0,00049875	1,02167806	0,02121809	9

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 43

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,02210806	0,02162986	9
Estimación central	0,00039920	1,02957053	0,02872123	12
Estimación superior	0,00049875	1,03707998	0,03575421	15

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 44

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,00029955	1,02824990	0,02747377	11
Estimación central	0,00039920	1,03782357	0,03644509	15
Estimación superior	0,00049875	1,04747671	0,04532483	18

Tablas de resultados en población femenina

Año 2007

PM₁₀

Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en todas las edades: mortalidad por todas las causas (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 40 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 40 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 1

	β	RR=exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0006	0,991	-0,009	-11
Estimación central	0,0008	0,989	-0,012	-15
Estimación superior	0,0010	0,986	-0,015	-18

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 20 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 20 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 2

	β	RR=exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0006	1,003	0,003	4
Estimación central	0,0008	1,004	0,004	6
Estimación superior	0,0010	1,006	0,006	7

Mortalidad atribuible para una [PM₁₀] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 10 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 3

	β	RR=exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0006	1,009	0,009	12
Estimación central	0,0008	1,013	0,012	16
Estimación superior	0,0010	1,016	0,015	20

**Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en niños menores de 5 años:
mortalidad respiratoria y por todas las causas (salvo causas externas)**

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 40 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 40 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 4

	β	RR = exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	0,995	-0,005	0	0
Estimación central	0,00166	0,976	-0,024	0	0
Estimación superior	0,0030	0,958	-0,044	0	0

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 20 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 20 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 5

	β	RR = exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	1,002	0,002	0	0
Estimación central	0,00166	1,009	0,009	0	0
Estimación superior	0,0030	1,017	0,017	0	0

Mortalidad atribuible para una [PM₁₀] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 10 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 6

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA Resp	MA Tc
Estimación inferior	0,00034	1,005	0,005	0	0
Estimación central	0,00166	1,026	0,026	0	0
Estimación superior	0,0030	1,048	0,046	0	0

PM_{2,5}

Mortalidad cardiopulmonar relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años

Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 25 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 25 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 7

	β	RR= [(X+1)/(X ₀ +1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0562	0,984	-0,016	-6
Estimación central	0,1552	0,958	-0,044	-16
Estimación superior	0,2541	0,932	-0,073	-27

Relación lineal alternativa:

Tabla 8

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0032	0,980	-0,021	-8
Estimación central	0,0089	0,945	-0,058	-21
Estimación superior	0,0146	0,912	-0,097	-36

Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 10 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 9

	β	$RR = \frac{RR}{[(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta}$	$FA = (RR-1)/RR$	MP
Estimación inferior	0,0562	1,033	0,032	12
Estimación central	0,1552	1,095	0,086	32
Estimación superior	0,2541	1,159	0,137	51

Relación lineal alternativa:

Tabla 10

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MP
Estimación inferior	0,0032	1,028	0,028	10
Estimación central	0,0089	1,081	0,075	27
Estimación superior	0,0146	1,136	0,119	44

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 7,5 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 7,5 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 11

	β	$RR = \frac{RR}{[(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta}$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0562	1,048	0,046	17
Estimación central	0,1552	1,139	0,122	45
Estimación superior	0,2541	1,238	0,192	71

Relación lineal alternativa:

Tabla 12

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0032	1,037	0,035	13
Estimación central	0,0089	1,105	0,095	35
Estimación superior	0,0146	1,178	0,151	56

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 13

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0562	1,069	0,065	24
Estimación central	0,1552	1,202	0,168	62
Estimación superior	0,2541	1,352	0,261	96

Relación lineal alternativa:

Tabla 14

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0032	1,045	0,043	16
Estimación central	0,0089	1,130	0,115	42
Estimación superior	0,0146	1,222	0,182	67

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 15

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0562	1,094	0,086	32
Estimación central	0,1552	1,281	0,219	81
Estimación superior	0,2541	1,499	0,333	123

Relación lineal alternativa:

Tabla 16

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0032	1,052	0,049	18
Estimación central	0,0089	1,150	0,131	48
Estimación superior	0,0146	1,258	0,205	76

Mortalidad por cáncer de pulmón relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 17

	β	RR= [[X+1]/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0856	0,976	-0,024	-1
Estimación central	0,2322	0,937	-0,067	-2
Estimación superior	0,3787	0,900	-0,111	-3

Relación lineal alternativa:

Tabla 18

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0043	0,973	-0,028	-1
Estimación central	0,0127	0,923	-0,083	-2
Estimación superior	0,0210	0,876	-0,142	-4

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 19

	β	RR= [[X+1]/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0856	1,051	0,049	1
Estimación central	0,2322	1,145	0,126	3
Estimación superior	0,3787	1,247	0,198	5

Relación lineal alternativa:

Tabla 20

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0043	1,038	0,037	1
Estimación central	0,0127	1,116	0,104	3
Estimación superior	0,0210	1,200	0,167	5

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 21

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0856	1,075	0,069	2
Estimación central	0,2322	1,215	0,177	5
Estimación superior	0,3787	1,375	0,272	7

Relación lineal alternativa:

Tabla 22

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0043	1,050	0,047	1
Estimación central	0,0127	1,152	0,132	4
Estimación superior	0,0210	1,265	0,210	6

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 23

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0856	1,107	0,097	3
Estimación central	0,2322	1,318	0,241	7
Estimación superior	0,3787	1,568	0,362	10

Relación lineal alternativa:

Tabla 24

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0043	1,061	0,057	2
Estimación central	0,0127	1,189	0,159	4
Estimación superior	0,0210	1,333	0,250	7

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 3 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 3 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 25

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,146	0,128	3
Estimación central	0,2322	1,448	0,309	8
Estimación superior	0,3787	1,829	0,453	12

Relación lineal alternativa:

Tabla 26

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,070	0,066	2
Estimación central	0,0127	1,220	0,180	5
Estimación superior	0,0210	1,391	0,281	8

O₃

Mortalidad relacionada con la exposición a corto plazo al ozono

Comparación con niveles de Ozono de 120, 100 y 70 µg/m³

Mortalidad por todas las causas (salvo causas externas) en todas las edades

Tabla 27

	RR asumido	β	RR para 120 µg/m ³	RR para 100 µg/m ³	RR para 70 µg/m ³
Estimación inferior	1	0	1	1	1
Estimación central	1,002	0,00019980	1,00460598	1,00862842	1,01469231
Estimación superior	1,003	0,00029955	1,00691346	1,01296400	1,02210806

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 28

	RR asumido	β	RR para 120 µg/m ³	RR para 100 µg/m ³	RR para 70µg/m ³
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	0,98853736	0,97867670	0,96406982
Estimación central	0,999	-0,00010005	0,99770149	0,99570709	0,99272295
Estimación superior	1,004	0,00039920	1,00922393	1,01731387	1,02957053

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 29

	RR asumido	β	RR para 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1,003	0,00029955	1,00691346	1,01296400	1,02210806
Estimación central	1,004	0,00039920	1,00922393	1,01731387	1,02957053
Estimación superior	1,005	0,00049875	1,01153739	1,02167806	1,03707998

Comparación con un nivel de Ozono de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mortalidad por todas las causas en todas las edades

Tabla 30

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1	0	1
Estimación central	1,002	0,00019980	1,01875513
Estimación superior	1,003	0,00029955	1,02824990

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 31

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	0,95445323
Estimación central	0,999	-0,00010005	0,99073850
Estimación superior	1,004	0,00039920	1,03782357

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 32

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1,003	0,00029955	1,02824990
Estimación central	1,004	0,00039920	1,03782357
Estimación superior	1,005	0,00049875	1,04747671

Mortalidad por todas las causas en todas las edades (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 33

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,00460598	0,00458486	6
Estimación superior	0,00029955	1,00691346	0,00686599	9

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 34

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,00862842	0,00855461	11
Estimación superior	0,00029955	1,01296400	0,01279809	16

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 35

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,01469231	0,01447957	18
Estimación superior	0,00029955	1,02210806	0,02162986	27

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 36

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,01875513	0,01840985	23
Estimación superior	0,00029955	1,02824990	0,02747377	35

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Mortalidad prevenible para una $[O_3]$ de referencia de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 37

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,98853736	-0,01159556	-2
Estimación central	-0,00010005	0,99770149	-0,00230380	0
Estimación superior	0,00039920	1,00922393	0,00913963	1

Mortalidad prevenible para una $[O_3]$ de referencia de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 38

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,97867670	-0,02178789	-3
Estimación central	-0,00010005	0,99570709	-0,00431142	-1
Estimación superior	0,00039920	1,01731387	0,01701920	2

Mortalidad prevenible para una $[O_3]$ de referencia de $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 39

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,96406982	-0,03726927	-5
Estimación central	-0,00010005	0,99272295	-0,00733039	-1
Estimación superior	0,00039920	1,02957053	0,02872123	4

Mortalidad atribuible para una $[O_3]$ de referencia de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 40

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	-0,00050125	0,95445323	-0,04772028	-6
Estimación central	-0,00010005	0,99073850	-0,00934808	-1
Estimación superior	0,00039920	1,03782357	0,03644509	5

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 41

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,00691346	0,00686599	3
Estimación central	0,00039920	1,00922393	0,00913963	4
Estimación superior	0,00049875	1,01153739	0,01140580	5

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 42

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,01296400	0,01279809	6
Estimación central	0,00039920	1,01731387	0,01701920	8
Estimación superior	0,00049875	1,02167806	0,02121809	10

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 43

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,02210806	0,02162986	10
Estimación central	0,00039920	1,02957053	0,02872123	13
Estimación superior	0,00049875	1,03707998	0,03575421	17

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 44

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,00029955	1,02824990	0,02747377	13
Estimación central	0,00039920	1,03782357	0,03644509	17
Estimación superior	0,00049875	1,04747671	0,04532483	21

Tablas de resultados en población general

Año 2008

PM₁₀

Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en todas las edades: mortalidad por todas las causas (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 40 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 40 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 1

	β	RR=exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0006	0,990	-0,010	-27
Estimación central	0,0008	0,987	-0,013	-36
Estimación superior	0,0010	0,983	-0,017	-45

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 20 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 20 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 2

	β	RR=exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0006	1,002	0,002	5
Estimación central	0,0008	1,003	0,003	7
Estimación superior	0,0010	1,003	0,003	9

Mortalidad atribuible para una [PM₁₀] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de "fondo" de 10 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 3

	β	RR=exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0006	1,008	0,008	21
Estimación central	0,0008	1,011	0,011	28
Estimación superior	0,0010	1,013	0,013	35

Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en niños menores de 5 años: mortalidad respiratoria y por todas las causas (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una $[PM_{10}]$ de referencia de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 4

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= $(RR-1)/RR$	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	0,994	-0,006	0	0
Estimación central	0,00166	0,973	-0,028	0	0
Estimación superior	0,0030	0,951	-0,052	0	-1

Mortalidad prevenible para una $[PM_{10}]$ de referencia de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 5

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= $(RR-1)/RR$	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	1,001	0,001	0	0
Estimación central	0,00166	1,005	0,005	0	0
Estimación superior	0,0030	1,010	0,010	0	0

Mortalidad atribuible para una $[PM_{10}]$ de referencia de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 6

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= $(RR-1)/RR$	MA Resp	MA Tc
Estimación inferior	0,00034	1,005	0,004	0	0
Estimación central	0,00166	1,022	0,022	0	0
Estimación superior	0,0030	1,041	0,039	0	0

PM_{2,5}

Mortalidad cardiopulmonar relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años

Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 25 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 25 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 7

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0562	0,979	-0,021	-16
Estimación central	0,1552	0,944	-0,059	-44
Estimación superior	0,2541	0,910	-0,098	-73

Relación lineal alternativa:

Tabla 8

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0032	0,974	-0,026	-19
Estimación central	0,0089	0,931	-0,074	-55
Estimación superior	0,0146	0,889	-0,125	-92

Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 10 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 9

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0562	1,028	0,027	20
Estimación central	0,1552	1,079	0,073	54
Estimación superior	0,2541	1,133	0,117	87

Relación lineal alternativa:

Tabla 10

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0032	1,023	0,022	16
Estimación central	0,0089	1,064	0,060	45
Estimación superior	0,0146	1,107	0,097	72

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 11

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0562	1,043	0,041	30
Estimación central	0,1552	1,123	0,110	81
Estimación superior	0,2541	1,210	0,173	128

Relación lineal alternativa:

Tabla 12

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0032	1,031	0,030	22
Estimación central	0,0089	1,088	0,081	60
Estimación superior	0,0146	1,149	0,129	96

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 13

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0562	1,064	0,060	44
Estimación central	0,1552	1,186	0,157	116
Estimación superior	0,2541	1,322	0,243	180

Relación lineal alternativa:

Tabla 14

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0032	1,039	0,038	28
Estimación central	0,0089	1,113	0,101	75
Estimación superior	0,0146	1,192	0,161	119

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 3 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 3 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 15

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0562	1,088	0,081	60
Estimación central	0,1552	1,263	0,208	154
Estimación superior	0,2541	1,465	0,317	235

Relación lineal alternativa:

Tabla 16

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0032	1,046	0,044	33
Estimación central	0,0089	1,133	0,117	87
Estimación superior	0,0146	1,227	0,185	137

Mortalidad por cáncer de pulmón relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años

Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 25 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 25 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 17

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0856	0,969	-0,032	-5
Estimación central	0,2322	0,918	-0,090	-14
Estimación superior	0,3787	0,869	-0,150	-23

Relación lineal alternativa:

Tabla 18

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0043	0,966	-0,035	-5
Estimación central	0,0127	0,903	-0,107	-16
Estimación superior	0,0210	0,845	-0,184	-28

Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 10 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 19

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0856	1,043	0,041	6
Estimación central	0,2322	1,121	0,108	16
Estimación superior	0,3787	1,204	0,170	26

Relación lineal alternativa:

Tabla 20

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0043	1,031	0,030	5
Estimación central	0,0127	1,092	0,085	13
Estimación superior	0,0210	1,158	0,136	21

Mortalidad atribuible para una [PM_{2,5}] de referencia de 7,5 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 7,5 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 21

	β	RR= [(X+1)/(Xo+1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,066	0,062	10
Estimación central	0,2322	1,190	0,160	24
Estimación superior	0,3787	1,328	0,247	38

Relación lineal alternativa:

Tabla 22

	β	RR = exp[$\beta(X-Xo)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,042	0,040	6
Estimación central	0,0127	1,128	0,113	17
Estimación superior	0,0210	1,220	0,181	28

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de "fondo" de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación -lineal recomendada:

Tabla 23

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0856	1,098	0,090	14
Estimación central	0,2322	1,290	0,225	34
Estimación superior	0,3787	1,515	0,340	52

Relación lineal alternativa:

Tabla 24

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0043	1,053	0,050	8
Estimación central	0,0127	1,164	0,141	22
Estimación superior	0,0210	1,286	0,222	34

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de "fondo" de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 25

	β	$RR = [(X+1)/(X_0+1)] \exp \beta$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0856	1,137	0,121	18
Estimación central	0,2322	1,417	0,295	45
Estimación superior	0,3787	1,767	0,434	66

Relación lineal alternativa:

Tabla 26

	β	$RR = \exp[\beta(X-X_0)]$	$FA = (RR-1)/RR$	MA
Estimación inferior	0,0043	1,062	0,059	9
Estimación central	0,0127	1,194	0,162	25
Estimación superior	0,0210	1,341	0,255	39

O₃

Mortalidad relacionada con la exposición a corto plazo al ozono

Comparación con niveles de Ozono de 120, 100 y 70 µg/m³

Mortalidad por todas las causas (salvo causas externas) en todas las edades

Tabla 27

	RR asumido	β	RR para 120 µg/m ³	RR para 100 µg/m ³	RR para 70 µg/m ³
Estimación inferior	1	0	1	1	1
Estimación central	1,002	0,00019980	1,00581103	1,00983829	1,01590945
Estimación superior	1,003	0,00029955	1,00872482	1,01478624	1,02394675

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 28

	RR asumido	β	RR para 120µg/m ³	RR para 100 µg/m ³	RR para 70µg/m ³
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	0,98556877	0,97573772	0,96117472
Estimación central	0,999	-0,00010005	0,99710275	0,99510955	0,99212720
Estimación superior	1,004	0,00039920	1,01164413	1,01975347	1,03203953

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 29

	RR asumido	β	RR para 120 µg/m ³	RR para 100 µg/m ³	RR para 70 µg/m ³
Estimación inferior	1,003	0,00029955	1,00872482	1,01478624	1,02394675
Estimación central	1,004	0,00039920	1,01164413	1,01975347	1,03203953
Estimación superior	1,005	0,00049875	1,01456898	1,02474003	1,04018812

Comparación con un nivel de Ozono de 50 µg/m³

Mortalidad por todas las causas (salvo causas externas) en todas las edades

Tabla 30

	RR asumido	β	RR para 50 µg/m ³
Estimación inferior	1	0	1
Estimación central	1,002	0,00019980	1,01997715
Estimación superior	1,003	0,00029955	1,03009964

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 31

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	0,95158700
Estimación central	0,999	-0,00010005	0,99014394
Estimación superior	1,004	0,00039920	1,04031236

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 32

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1,003	0,00029955	1,03009964
Estimación central	1,004	0,00039920	1,04031236
Estimación superior	1,005	0,00049875	1,05061600

Mortalidad por todas las causas en todas las edades (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una $[\text{O}_3]$ de referencia de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 33

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,00581103	0,00577745	15
Estimación superior	0,00029955	1,00872482	0,00864935	23

Mortalidad prevenible para una $[\text{O}_3]$ de referencia de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 34

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,00983829	0,00974244	26
Estimación superior	0,00029955	1,01478624	0,01457080	39

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 35

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,01590945	0,01566030	42
Estimación superior	0,00029955	1,02394675	0,02338671	62

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 36

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,01997715	0,01958588	52
Estimación superior	0,00029955	1,03009964	0,02922013	78

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades**Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³**

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 37

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,98556877	-0,01464254	-4
Estimación central	-0,00010005	0,99710275	-0,00290566	-1
Estimación superior	0,00039920	1,01164413	0,01151011	3

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 38

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,97573772	-0,02486557	-7
Estimación central	-0,00010005	0,99510955	-0,00491449	-1
Estimación superior	0,00039920	1,01975347	0,01937083	6

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 39

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,96117472	-0,04039358	-12
Estimación central	-0,00010005	0,99212720	-0,00793527	-2
Estimación superior	0,00039920	1,03203953	0,03104486	9

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 40

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	-0,00050125	0,95158700	-0,05087607	-15
Estimación central	-0,00010005	0,99014394	-0,00995417	-3
Estimación superior	0,00039920	1,04031236	0,03875024	11

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 41

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,00872482	0,00864935	7
Estimación central	0,00039920	1,01164413	0,01151011	10
Estimación superior	0,00049875	1,01456898	0,01435977	12

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 42

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,01478624	0,01457080	12
Estimación central	0,00039920	1,01975347	0,01937083	16
Estimación superior	0,00049875	1,02474003	0,02414274	20

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 43

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,02394675	0,02338671	19
Estimación central	0,00039920	1,03203953	0,03104486	26
Estimación superior	0,00049875	1,04018812	0,03863543	32

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de "fondo" de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 44

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,00029955	1,03009964	0,02922013	24
Estimación central	0,00039920	1,04031236	0,03875024	32
Estimación superior	0,00049875	1,05061600	0,04817745	40

Tablas de resultados en población masculina

Año 2008

PM₁₀

Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en todas las edades: mortalidad por todas las causas (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 40 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 40 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 1

	β	RR=exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0006	0,990	-0,010	-14
Estimación central	0,0008	0,987	-0,013	-18
Estimación superior	0,0010	0,983	-0,017	-23

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 20 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 20 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 2

	β	RR=exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0006	1,002	0,002	3
Estimación central	0,0008	1,003	0,003	4
Estimación superior	0,0010	1,003	0,003	4

Mortalidad atribuible para una [PM₁₀] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 10 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 3

	β	RR=exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0006	1,008	0,008	11
Estimación central	0,0008	1,011	0,011	14
Estimación superior	0,0010	1,013	0,013	18

Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en niños menores de 5 años: mortalidad respiratoria y por todas las causas (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 40 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 40 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 4

	β	RR = exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	0,994	-0,006	0	0
Estimación central	0,00166	0,973	-0,028	0	0
Estimación superior	0,0030	0,951	-0,052	0	0

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 20 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 20 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 5

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	1,001	0,001	0	0
Estimación central	0,00166	1,005	0,005	0	0
Estimación superior	0,0030	1,010	0,010	0	0

Mortalidad atribuible para una [PM₁₀] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 10 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 6

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA Resp	MA Tc
Estimación inferior	0,00034	1,005	0,004	0	0
Estimación central	0,00166	1,022	0,022	0	0
Estimación superior	0,0030	1,041	0,039	0	0

PM_{2,5}

Mortalidad cardiopulmonar relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años

Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 25 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 25 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 7

	β	RR= [(X+1)/(X ₀ +1)]exp β	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0562	0,979	-0,021	-8
Estimación central	0,1552	0,944	-0,059	-22
Estimación superior	0,2541	0,910	-0,098	-36

Relación lineal alternativa:

Tabla 8

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0032	0,974	-0,026	-10
Estimación central	0,0089	0,931	-0,074	-27
Estimación superior	0,0146	0,889	-0,125	-46

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 9

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0562	1,028	0,027	10
Estimación central	0,1552	1,079	0,073	27
Estimación superior	0,2541	1,133	0,117	43

Relación lineal alternativa:

Tabla 10

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0032	1,023	0,022	8
Estimación central	0,0089	1,064	0,060	22
Estimación superior	0,0146	1,107	0,097	35

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 11

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0562	1,043	0,041	15
Estimación central	0,1552	1,123	0,110	40
Estimación superior	0,2541	1,210	0,173	63

Relación lineal alternativa:

Tabla 12

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0032	1,031	0,030	11
Estimación central	0,0089	1,088	0,081	30
Estimación superior	0,0146	1,149	0,129	47

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 13

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0562	1,064	0,060	22
Estimación central	0,1552	1,186	0,157	57
Estimación superior	0,2541	1,322	0,243	89

Relación lineal alternativa:

Tabla 14

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0032	1,039	0,038	14
Estimación central	0,0089	1,113	0,101	37
Estimación superior	0,0146	1,192	0,161	59

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 15

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0562	1,088	0,081	30
Estimación central	0,1552	1,263	0,208	76
Estimación superior	0,2541	1,465	0,317	116

Relación lineal alternativa:

Tabla 16

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0032	1,046	0,044	16
Estimación central	0,0089	1,133	0,117	43
Estimación superior	0,0146	1,227	0,185	68

Mortalidad por cáncer de pulmón relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 17

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0856	0,969	-0,032	-4
Estimación central	0,2322	0,918	-0,090	-11
Estimación superior	0,3787	0,869	-0,150	-19

Relación lineal alternativa:

Tabla 18

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0043	0,966	-0,035	-4
Estimación central	0,0127	0,903	-0,107	-13
Estimación superior	0,0210	0,845	-0,184	-23

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 19

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0856	1,043	0,041	5
Estimación central	0,2322	1,121	0,108	14
Estimación superior	0,3787	1,204	0,170	21

Relación lineal alternativa:

Tabla 20

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0043	1,031	0,030	4
Estimación central	0,0127	1,092	0,085	11
Estimación superior	0,0210	1,158	0,136	17

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 21

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,066	0,062	8
Estimación central	0,2322	1,190	0,160	20
Estimación superior	0,3787	1,328	0,247	31

Relación lineal alternativa:

Tabla 22

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,042	0,040	5
Estimación central	0,0127	1,128	0,113	14
Estimación superior	0,0210	1,220	0,181	23

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 23

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,098	0,090	11
Estimación central	0,2322	1,290	0,225	28
Estimación superior	0,3787	1,515	0,340	43

Relación lineal alternativa:

Tabla 24

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,053	0,050	6
Estimación central	0,0127	1,164	0,141	18
Estimación superior	0,0210	1,286	0,222	28

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 25

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,137	0,121	15
Estimación central	0,2322	1,417	0,295	37
Estimación superior	0,3787	1,767	0,434	55

Relación lineal alternativa:

Tabla 26

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,062	0,059	7
Estimación central	0,0127	1,194	0,162	20
Estimación superior	0,0210	1,341	0,255	32

O_3

Mortalidad relacionada con la exposición a corto plazo al ozono

Comparación con niveles de Ozono de 120, 100 y $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Mortalidad por todas las causas (salvo causas externas) en todas las edades

Tabla 27

	RR asumido	β	RR para $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1	0	1	1	1
Estimación central	1,002	0,00019980	1,00581103	1,00983829	1,01590945
Estimación superior	1,003	0,00029955	1,00872482	1,01478624	1,02394675

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 28

	RR asumido	β	RR para 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	0,98556877	0,97573772	0,96117472
Estimación central	0,999	-0,00010005	0,99710275	0,99510955	0,99212720
Estimación superior	1,004	0,00039920	1,01164413	1,01975347	1,03203953

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 29

	RR asumido	β	RR para 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1,003	0,00029955	1,00872482	1,01478624	1,02394675
Estimación central	1,004	0,00039920	1,01164413	1,01975347	1,03203953
Estimación superior	1,005	0,00049875	1,01456898	1,02474003	1,04018812

Comparación con un nivel de Ozono de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mortalidad por todas las causas en todas las edades

Tabla 30

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1	0	1
Estimación central	1,002	0,00019980	1,01997715
Estimación superior	1,003	0,00029955	1,03009964

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 31

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	0,95158700
Estimación central	0,999	-0,00010005	0,99014394
Estimación superior	1,004	0,00039920	1,04031236

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 32

	RR asumido	β	RR para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1,003	0,00029955	1,03009964
Estimación central	1,004	0,00039920	1,04031236
Estimación superior	1,005	0,00049875	1,05061600

Mortalidad por todas las causas en todas las edades (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una $[\text{O}_3]$ de referencia de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 33

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,00581103	0,00577745	8
Estimación superior	0,00029955	1,00872482	0,00864935	12

Mortalidad prevenible para una $[\text{O}_3]$ de referencia de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 34

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,00983829	0,00974244	13
Estimación superior	0,00029955	1,01478624	0,01457080	20

Mortalidad prevenible para una $[\text{O}_3]$ de referencia de 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 35

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,01590945	0,01566030	21
Estimación superior	0,00029955	1,02394675	0,02338671	32

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de "fondo" de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 36

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,01997715	0,01958588	26
Estimación superior	0,00029955	1,03009964	0,02922013	39

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades**Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³**

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 37

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,98556877	-0,01464254	-2
Estimación central	-0,00010005	0,99710275	-0,00290566	0
Estimación superior	0,00039920	1,01164413	0,01151011	2

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 38

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,97573772	-0,02486557	-4
Estimación central	-0,00010005	0,99510955	-0,00491449	-1
Estimación superior	0,00039920	1,01975347	0,01937083	3

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración "diana" de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 39

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,96117472	-0,04039358	-6
Estimación central	-0,00010005	0,99212720	-0,00793527	-1
Estimación superior	0,00039920	1,03203953	0,03104486	5

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 40

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	-0,00050125	0,95158700	-0,05087607	-8
Estimación central	-0,00010005	0,99014394	-0,00995417	-2
Estimación superior	0,00039920	1,04031236	0,03875024	6

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 41

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,00872482	0,00864935	3
Estimación central	0,00039920	1,01164413	0,01151011	4
Estimación superior	0,00049875	1,01456898	0,01435977	5

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 42

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,01478624	0,01457080	5
Estimación central	0,00039920	1,01975347	0,01937083	7
Estimación superior	0,00049875	1,02474003	0,02414274	9

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 43

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,02394675	0,02338671	9
Estimación central	0,00039920	1,03203953	0,03104486	11
Estimación superior	0,00049875	1,04018812	0,03863543	14

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 44

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,00029955	1,03009964	0,02922013	11
Estimación central	0,00039920	1,04031236	0,03875024	14
Estimación superior	0,00049875	1,05061600	0,04817745	18

Tablas de resultados en población femenina

Año 2008

PM₁₀

Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en todas las edades: mortalidad por todas las causas (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 40 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 40 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 1

	β	RR=exp[$\beta (X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0006	0,990	-0,010	-13
Estimación central	0,0008	0,987	-0,013	-18
Estimación superior	0,0010	0,983	-0,017	-22

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 20 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 20 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 2

	β	RR=exp[$\beta (X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0006	1,002	0,002	3
Estimación central	0,0008	1,003	0,003	3
Estimación superior	0,0010	1,003	0,003	4

Mortalidad atribuible para una [PM₁₀] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 10 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 3

	β	RR=exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0006	1,008	0,008	10
Estimación central	0,0008	1,011	0,011	14
Estimación superior	0,0010	1,013	0,013	17

Mortalidad relacionada con exposición a corto plazo en niños menores de 5 años: mortalidad respiratoria y por todas las causas (salvo causas externas)**Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 40 µg/m³**

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 40 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 4

	β	RR = exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	0,994	-0,006	0	0
Estimación central	0,00166	0,973	-0,028	0	0
Estimación superior	0,0030	0,951	-0,052	0	0

Mortalidad prevenible para una [PM₁₀] de referencia de 20 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 20 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 5

	β	RR = exp[β (X-X ₀)]	FA= (RR-1)/RR	MP Resp	MP Tc
Estimación inferior	0,00034	1,001	0,001	0	0
Estimación central	0,00166	1,005	0,005	0	0
Estimación superior	0,0030	1,010	0,010	0	0

Mortalidad atribuible para una [PM₁₀] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 10 µg/m³ de PM₁₀ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Tabla 6

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA = (RR-1)/RR	MA Resp	MA Tc
Estimación inferior	0,00034	1,005	0,004	0	0
Estimación central	0,00166	1,022	0,022	0	0
Estimación superior	0,0030	1,041	0,039	0	0

PM_{2,5}

Mortalidad cardiopulmonar relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años

Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 25 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 25 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 7

	β	RR = $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA = (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0562	0,979	-0,021	-8
Estimación central	0,1552	0,944	-0,059	-22
Estimación superior	0,2541	0,910	-0,098	-37

Relación lineal alternativa:

Tabla 8

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA = (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0032	0,974	-0,026	-10
Estimación central	0,0089	0,931	-0,074	-28
Estimación superior	0,0146	0,889	-0,125	-47

Mortalidad prevenible para una [PM_{2,5}] de referencia de 10 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 10 µg/m³ de PM_{2,5} de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 9

	β	RR = $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA = (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0562	1,028	0,027	10
Estimación central	0,1552	1,079	0,073	28
Estimación superior	0,2541	1,133	0,117	44

Relación lineal alternativa:

Tabla 10

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0032	1,023	0,022	8
Estimación central	0,0089	1,064	0,060	23
Estimación superior	0,0146	1,107	0,097	36

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 11

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0562	1,043	0,041	15
Estimación central	0,1552	1,123	0,110	41
Estimación superior	0,2541	1,210	0,173	65

Relación lineal alternativa:

Tabla 12

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0032	1,031	0,030	11
Estimación central	0,0089	1,088	0,081	30
Estimación superior	0,0146	1,149	0,129	49

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 13

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0562	1,064	0,060	22
Estimación central	0,1552	1,186	0,157	59
Estimación superior	0,2541	1,322	0,243	91

Relación lineal alternativa:

Tabla 14

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0032	1,039	0,038	14
Estimación central	0,0089	1,113	0,101	38
Estimación superior	0,0146	1,192	0,161	60

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 15

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0562	1,088	0,081	30
Estimación central	0,1552	1,263	0,208	78
Estimación superior	0,2541	1,465	0,317	119

Relación lineal alternativa:

Tabla 16

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0032	1,046	0,044	16
Estimación central	0,0089	1,133	0,117	44
Estimación superior	0,0146	1,227	0,185	69

Mortalidad por cáncer de pulmón relacionada con exposición a largo plazo en adultos mayores de 30 años

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 17

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0856	0,969	-0,032	-1
Estimación central	0,2322	0,918	-0,090	-2
Estimación superior	0,3787	0,869	-0,150	-4

Relación lineal alternativa:

Tabla 18

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0043	0,966	-0,035	-1
Estimación central	0,0127	0,903	-0,107	-3
Estimación superior	0,0210	0,845	-0,184	-5

Mortalidad prevenible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 19

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0856	1,043	0,041	1
Estimación central	0,2322	1,121	0,108	3
Estimación superior	0,3787	1,204	0,170	5

Relación lineal alternativa:

Tabla 20

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,0043	1,031	0,030	1
Estimación central	0,0127	1,092	0,085	2
Estimación superior	0,0210	1,158	0,136	4

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (una de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 21

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,066	0,062	2
Estimación central	0,2322	1,190	0,160	4
Estimación superior	0,3787	1,328	0,247	7

Relación lineal alternativa:

Tabla 22

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,042	0,040	1
Estimación central	0,0127	1,128	0,113	3
Estimación superior	0,0210	1,220	0,181	5

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 23

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,098	0,090	2
Estimación central	0,2322	1,290	0,225	6
Estimación superior	0,3787	1,515	0,340	9

Relación lineal alternativa:

Tabla 24

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,053	0,050	1
Estimación central	0,0127	1,164	0,141	4
Estimación superior	0,0210	1,286	0,222	6

Mortalidad atribuible para una $[PM_{2,5}]$ de referencia de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ de media anual como referencia de comparación (otra de las alternativas recomendadas por la OMS).

Relación log-lineal recomendada:

Tabla 25

	β	RR= $[(X+1)/(X_0+1)]\exp \beta$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0856	1,137	0,121	3
Estimación central	0,2322	1,417	0,295	8
Estimación superior	0,3787	1,767	0,434	12

Relación lineal alternativa:

Tabla 26

	β	RR = $\exp[\beta(X-X_0)]$	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,0043	1,062	0,059	2
Estimación central	0,0127	1,194	0,162	4
Estimación superior	0,0210	1,341	0,255	7

O₃

Mortalidad relacionada con la exposición a corto plazo al ozono

Comparación con niveles de Ozono de 120, 100 y 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mortalidad por todas las causas (salvo causas externas) en todas las edades

Tabla 27

	RR asumido	β	RR para 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1	0	1	1	1
Estimación central	1,002	0,00019980	1,00581103	1,00983829	1,01590945
Estimación superior	1,003	0,00029955	1,00872482	1,01478624	1,02394675

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 28

	RR asumido	β	RR para 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	0,98556877	0,97573772	0,96117472
Estimación central	0,999	-0,00010005	0,99710275	0,99510955	0,99212720
Estimación superior	1,004	0,00039920	1,01164413	1,01975347	1,03203953

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 29

	RR asumido	β	RR para 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RR para 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estimación inferior	1,003	0,00029955	1,00872482	1,01478624	1,02394675
Estimación central	1,004	0,00039920	1,01164413	1,01975347	1,03203953
Estimación superior	1,005	0,00049875	1,01456898	1,02474003	1,04018812

Comparación con un nivel de Ozono de 50 µg/m³

Mortalidad por todas las causas (salvo causas externas) en todas las edades

Tabla 30

	RR asumido	β	RR para 50 µg/m ³
Estimación inferior	1	0	1
Estimación central	1,002	0,00019980	1,01997715
Estimación superior	1,003	0,00029955	1,03009964

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Tabla 31

	RR asumido	β	RR para 50 µg/m ³
Estimación inferior	0,995	-0,00050125	0,95158700
Estimación central	0,999	-0,00010005	0,99014394
Estimación superior	1,004	0,00039920	1,04031236

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Tabla 32

	RR asumido	β	RR para 50 µg/m ³
Estimación inferior	1,003	0,00029955	1,03009964
Estimación central	1,004	0,00039920	1,04031236
Estimación superior	1,005	0,00049875	1,05061600

Mortalidad por todas las causas en todas las edades (salvo causas externas)

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 33

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,00581103	0,00577745	8
Estimación superior	0,00029955	1,00872482	0,00864935	11

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 34

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,00983829	0,00974244	13
Estimación superior	0,00029955	1,01478624	0,01457080	19

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 35

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,01590945	0,01566030	21
Estimación superior	0,00029955	1,02394675	0,02338671	31

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 36

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0	1	0	0
Estimación central	0,00019980	1,01997715	0,01958588	26
Estimación superior	0,00029955	1,03009964	0,02922013	39

Mortalidad por enfermedades respiratorias en todas las edades

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 37

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,98556877	-0,01464254	-2
Estimación central	-0,00010005	0,99710275	-0,00290566	0
Estimación superior	0,00039920	1,01164413	0,01151011	1

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 38

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,97573772	-0,02486557	-3
Estimación central	-0,00010005	0,99510955	-0,00491449	-1
Estimación superior	0,00039920	1,01975347	0,01937083	3

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 39

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	-0,00050125	0,96117472	-0,04039358	-5
Estimación central	-0,00010005	0,99212720	-0,00793527	-1
Estimación superior	0,00039920	1,03203953	0,03104486	4

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 40

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	-0,00050125	0,95158700	-0,05087607	-7
Estimación central	-0,00010005	0,99014394	-0,00995417	-1
Estimación superior	0,00039920	1,04031236	0,03875024	5

Mortalidad por enfermedades circulatorias en todas las edades

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 120 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 120 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de la Directiva 2008/50/CE).

Tabla 41

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,00872482	0,00864935	4
Estimación central	0,00039920	1,01164413	0,01151011	5
Estimación superior	0,00049875	1,01456898	0,01435977	7

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 100 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 100 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (valor límite de las GCA de la OMS).

Tabla 42

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,01478624	0,01457080	7
Estimación central	0,00039920	1,01975347	0,01937083	9
Estimación superior	0,00049875	1,02474003	0,02414274	11

Mortalidad prevenible para una [O₃] de referencia de 70 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración “diana” de 70 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación (posible valor de corte según la OMS).

Tabla 43

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MP
Estimación inferior	0,00029955	1,02394675	0,02338671	11
Estimación central	0,00039920	1,03203953	0,03104486	14
Estimación superior	0,00049875	1,04018812	0,03863543	18

Mortalidad atribuible para una [O₃] de referencia de 50 µg/m³

Escenario de exposición: asunción de una concentración natural de “fondo” de 50 µg/m³ de O₃ de media máxima diaria octohoraria como referencia de comparación.

Tabla 44

	β	RR = exp[$\beta(X-X_0)$]	FA= (RR-1)/RR	MA
Estimación inferior	0,00029955	1,03009964	0,02922013	14
Estimación central	0,00039920	1,04031236	0,03875024	18
Estimación superior	0,00049875	1,05061600	0,04817745	22

